

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі  
Министерство образования и науки Республики Казахстан

Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясы  
Национальная инженерная академия Республики Казахстан

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ТӘУЕЛСІЗДІГІНІҢ  
25 ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН  
«VIII ТОРАЙҒЫРОВ ОҚУЛАРЫ»  
АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ «VIII ТОРАЙГЫРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ»,  
ПОСВЯЩЕННЫЕ 25-ЛЕТИЮ НЕЗАВИСИМОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ТОМ 6**

**ПАВЛОДАР  
2016**

ӘОЖ 001(574) (082)  
КБЖ 72(5Қаз)  
К18

**Редакция алқасының бас редакторы:**

**Өрсариев А.А.**, с.ғ.д., профессор, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры

**Жауапты редактор:**

**Ержанов Н.Т.**, б.ғ.д., профессор, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің Ғылыми жұмыс және инновациялар жөніндегі проректоры

**Редакция алқасының мүшелері:**

Ақишев А.А., Ахметова Г.Ғ., Ахметов Қ.Қ., Бегімтаев Ә.І., Бексейтов Т.К., Испулов Н.А., Кислов А.П., Кудерин М.К., Токтаганов Т.Т., Эрнарзоров Т.Я.

**Жауапты хатшылар:**

Айткенов З.Ш., Ақильжанов Р.Р., Андреева О.А., Асаинова А.Ж., Бектуров К.Б., Богомолов А.В., Ганиева Э.С., Дубинец Н.А., Еликпаев С.Т., Ельмуратов Г.Ж., Жаябаева Р.Г., Жумабекова Б.Б., Жуманбаева Р.О., Исабекова Ы.М., Кабдуллина А.Б., Калиева А.Б., Камкин В.А., Каниболоцкая Ю.М., Касенов А.Ж., Макашев К.Т., Мусабекова Н.М., Мусаханова С.Т., Приходько Е.В., Приходько Е.В., Сейтказина Д.М., Титков А.А., Туганова Б.С., Хаймулдина А.Ю., Худиева С.Р., Шалкенов Б.К., Шарипова А.К., Якубовская Г.И.

**Главный редактор редакционной коллегии:**

**Өрсариев А.А.**, д.полит.н., профессор, ректор Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова

**Ответственный редактор:**

**Ержанов Н.Т.**, д.б.н., профессор, проректор по научной работе и инновациям Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова

**Члены редакционной коллегии:**

Ақишев А.А., Ахметова Г.Ғ., Ахметов К.Қ., Бегімтаев А.И., Бексейтов Т.К., Испулов Н.А., Кислов А.П., Кудерин М.К., Токтаганов Т.Т., Эрнарзоров Т.Я.

**Ответственные секретари:**

Айткенов З.Ш., Ақильжанов Р.Р., Андреева О.А., Асаинова А.Ж., Бектуров К.Б., Богомолов А.В., Ганиева Э.С., Дубинец Н.А., Еликпаев С.Т., Ельмуратов Г.Ж., Жаябаева Р.Г., Жумабекова Б.Б., Жуманбаева Р.О., Исабекова Ы.М., Кабдуллина А.Б., Калиева А.Б., Камкин В.А., Каниболоцкая Ю.М., Касенов А.Ж., Макашев К.Т., Мусабекова Н.М., Мусаханова С.Т., Приходько Е.В., Приходько Е.В., Сейтказина Д.М., Титков А.А., Туганова Б.С., Хаймулдина А.Ю., Худиева С.Р., Шалкенов Б.К., Шарипова А.К., Якубовская Г.И.

**К18** Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 25 жылдығына арналған «VIII Торайғыров оқулары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының жинағы – Павлодар: С. Торайғыров атындағы ПМУ. 2016.  
Сборник международной научно-практической конференции «VIII Торайғыровские чтения», посвященной 25-летию Независимости Республики Казахстан – Павлодар: ПГУ имени С. Торайғырова. 2016.

ISBN 978-601-238-663-9 (общ.)  
Т. 6. – 2016. – 395 б.  
ISBN 978-601-238-669-1

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.  
Мақала мазмұнына автор жауапты.

Сборник адресован широкому кругу читателей.  
Ответственность за содержание статьи несет автор.

ӘОЖ 001(574) (082)  
КБЖ 72(5Қаз)

ISBN 978-601-238-669-1 (Т. 6)  
ISBN 978-601-238-663-9 (общ.)

© С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2016

**2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы**

**2.2 Металлургия және машина жасау**

**салаларында өнеркәсіптің дамуы**

**2.2.1 Металлургиялық кластердің қазіргі жағдайы және дамуы**

**2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала**

**2.2 Развитие промышленности**

**в области металлургии и машиностроения**

**2.2.1 Современное состояние и развитие металлургического кластера**

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

ЖАКУПОВ А. Н.

ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайғырова, г. Павлодар

ЖАКУПОВА А. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайғырова, г. Павлодар

На металлургических и машиностроительных предприятиях осуществляется серийное и массовое производство изделий из сталей, заданная структура и механические свойства которых достигаются определенными режимами термообработки. Возможные несоответствия в химическом составе материала изделий, режимов их термообработки от заданных приводят к недопустимым отклонениям свойств изделий и требуют контроля каждой единицы продукции. Прямые методы определения механических свойств и структуры являются разрушающими и не могут быть использованы для определения качества изделий, предназначенных для эксплуатации. Кроме того, контроль качества с разрушением, требует, как правило, взятия проб и изготовления образцов для последующего испытания, которое является трудоемкой и дорогостоящей операцией.

Неразрушающий контроль качества весьма эффективен. Он позволяет снижать трудоемкость контрольных операций, резко повышать производительность труда контролеров. Применение методов неразрушающего контроля качества дает весомую экономию средств за счет отбраковки недоброкачественного металла, заготовок перед дорогостоящей механической обработкой. Замена громоздкого испытательного и вспомогательного оборудования, используемого

для разрушающих методов контроля малогабаритными приборами экономит производственные площади. Оборудование, собранное из деталей, прошедших контроль неразрушающими способами, гораздо реже выходит из строя и, соответственно, реже требует ремонта, замены частей и деталей.

Широкое внедрение во все области промышленности методов и автоматических средств неразрушающего контроля позволяет повысить надежность, долговечность, качество изделий, улучшить использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

Среди существующих неразрушающих методов [1-3] для определения качества термической обработки, а именно механических свойств, применимы только:

- механический, за счет определения твердости;
- тепловой, за счет определения теплопроводности;
- магнитный, за счет определения магнитных характеристик.

Механический метод основан на замере твердости поверхности изделий и по существующим зависимостям вычислении предела прочности и предела текучести.

Связь между прочностью металла и его твердостью достаточно известна, а соотношение между данными параметрами сталей указано в [4]. В различных источниках приводятся разные аналитические зависимости. Так в [5] указана формула:

$$\sigma_B = 112 + 2,4 \cdot HB.$$

При этом зависимость рассматриваемых параметров, указанная в [6], имеет вид:

$$\sigma_B = 9,81 \cdot K \cdot HB.$$

где  $K = 0,34$  при  $HB < 175$  и  $K = 0,36$  при  $HB > 175$ . Результаты значений прочности, полученные по этим зависимостям, имеют существенные отличия и иногда значительно отличаются от истинной прочности испытываемого элемента. Например, в результате одного из проведенных авторами исследований на профиле металлопроката из стали Ст3сп, были получены значения твердости и прочности, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения твердости и прочности профиля металлопроката из стали Ст3сп

Значение твердости, HB	Прочность полученная пересчетом по эмпирическим зависимостям и таблицам, МПа			Прочность по данным сертификата, МПа	Прочность по данным испытания на разрыв по ГОСТ [1], МПа
	по ГОСТ	по СТО	по справочнику		
141,1	493	451	471	480	512,5

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, определенные косвенным методом значения прочности имеют различия до 9 % при разном способе пересчета и отличаются от истинного значения предела прочности на величину до 13 %.

Тепловой метод основан на определении теплопроводности металла. Учитывая структурную зависимость сталей для определения механических характеристик используются структурно-чувствительные информативные параметры. Достаточно внимания этому вопросу было уделено в работе [7]. Учитывая выше сказанное и результаты проведенных теоретических исследований [8], авторами был предложен комплексный метод контроля механических свойств по нескольким информативным параметрам, такими как твердость и структурно-чувствительное свойство – коэффициент теплопроводности. Следует отметить, что коэффициент теплопроводности является нормативной физической характеристикой, значение которого регламентируется в сертификатах на стали. То есть метод предполагает измерение сначала нормативных физических характеристик, значения которых в дальнейшем используются для расчета механических характеристик, которые также являются нормативными. Кроме того, было показано, что при замере теплопроводности принципиально можно определить, к какой структурной группе относится та или иная сталь, а точность определения механических характеристик в рамках структурной группы по двум информативным параметрам увеличивается в 2 раза [9].

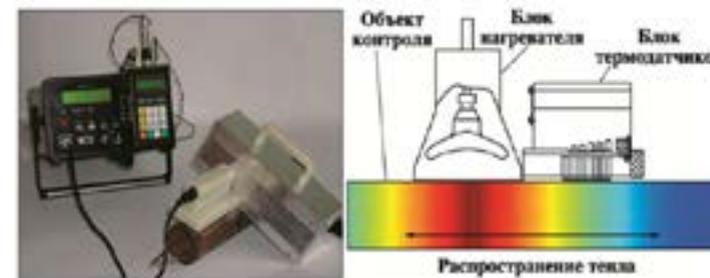


Рисунок 1 – Общий вид прибора для определения предела текучести и предела прочности сталей по их теплопроводности и схема взаимного расположения блока нагревателя и блока термодатчиков на поверхности объекта контроля

В определенной мере практическая реализация предлагаемого подхода была осуществлена в виде разработанной информационно-

измерительной системы ФМХ-1, изображенной на рисунке 1, с помощью которой удалось определить фактические механические характеристики (значение предела текучести и предела прочности) трубных сталей по измеренным значениям твердости и теплопроводного информативного параметра, который зависит от действительных значений теплопроводности [9]. Для обработки измеренной информации использованы возможности искусственных нейронных сетей.

На рисунке 2 представлена полученная по результатам экспериментальных исследований поверхность решения, которая была сгенерирована нейросетью в ходе ее тренировки и отражает зависимость предела текучести сталей от твердости и теплопроводного информативного параметра  $M$ . В процессе выполненной обработки результатов исследований установлено, что погрешность определения предела прочности и текучести за предложенным методом достигает 11 %.

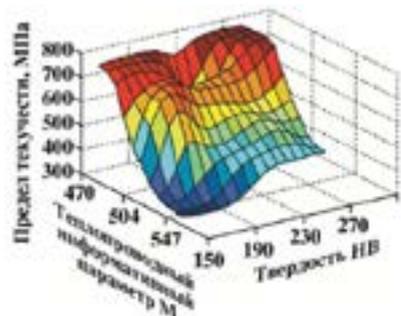


Рисунок 2 – Поверхность решения, сгенерированная нейронной сетью

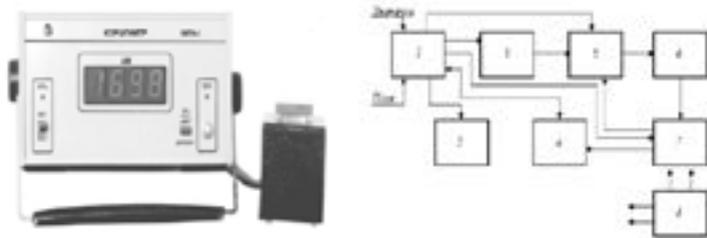


Рисунок 3 – Общий вид прибора и структурная схема коэрцитиметра  
1 – блок управления, 2 – блок индикации, 3 – блок намагничивания,  
4 – аналого-цифровой преобразователь, 5 – преобразователь,  
6 – блок обработки сигнала, 7 – блок размагничивания,  
8 – блок питания

Магнитный метод контроля механических свойств, осуществляемый с помощью коэрцитиметров (рисунок 3), возможен только для материалов, для которых существует взаимосвязь этих характеристик с магнитными свойствами металла. К структурно-чувствительным магнитным характеристикам относятся: начальная и максимальная магнитные проницаемости; напряженность намагничивающего поля, соответствующего максимальной магнитной проницаемости; остаточная намагниченность; коэрцитивная сила и другие. Наибольшее применение в практике неразрушающего контроля структуры и механических свойств получили остаточная намагниченность  $B_r$  и коэрцитивная сила  $H_c$  [10].

Физической основой метода контроля по коэрцитивной силе временного сопротивления при разрыве  $\sigma_b$ , предела прочности  $\sigma_t$ , относительного удлинения  $\delta$  и сужения  $\psi$  является взаимосвязь между прочностью и пластичностью. Дефекты структуры повышают прочностные характеристики материала и его коэрцитивную силу, одновременно снижая пластичность. Для холодно- и горячекатаного проката низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей наблюдается надежная корреляция между коэрцитивной силой и прочностными характеристиками металла. На рисунке 4 в качестве примера представлены корреляционные связи механических свойств и коэрцитивной силы для горячекатаных труб общего назначения из сталей марок 10, 20, 35 и 45. Аналогичные закономерности установлены и для других марок сталей. Погрешность определения предела прочности и текучести за предложенным методом не превышает 5 %.

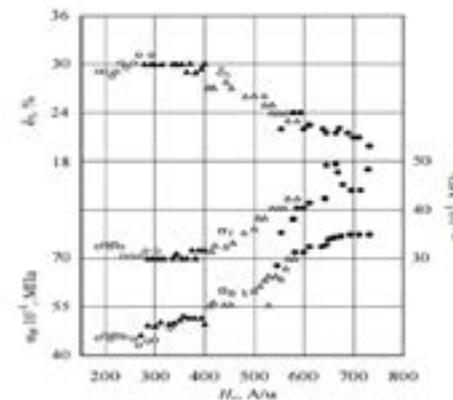


Рисунок 4 – Корреляция прочностных свойств и относительного удлинения сталей марок 10(○), 20 (▲), 35 (Δ) и 45 (●) с коэрцитивной силой

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение неразрушающих методов контроля качества термической обработки позволяет избежать больших потерь времени и материальных затрат, обеспечить автоматизацию операций контроля при одновременном значительном повышении качества и надежности изделий, а также не требует вырезки образцов или разрушения готовых изделий. Кроме того, из всех методов неразрушающего контроля наиболее достоверным и точным является магнитный контроль.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Богомолов А.В., Жакупов А.Н., Сапинов Р.В. «Организация контроля качества насосно-компрессорных и обсадных бесшовных труб в Казахстане». Территория NDT, №2. Москва, 2013. – 76 с.

2 Жакупов А.Н., Богомолов А.В., Сырнев Б.В. «Современный контроль качества насосно-компрессорных и обсадных бесшовных труб». Труды VIII Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии» – Темиртау: КГИУ, 2015. – 618 с.

3 Неразрушающие методы контроля материалов и изделий: Сборник статей под ред. С. Т. Назарова. – Москва: Онтиприбор, 1964. – 515 с.

4 ГОСТ 22761-77 «Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия».

5 СТО 22-04-02 «Руководство по отбору микропроб, проб и определению механических свойств сталей в металлических конструкциях неразрушающим методом».

6 Морозов А.С., Ремнев В.В., Тонких Г.П. «Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений». – Москва: Металлург, 1976. – 323 с.

7 Karpash O.M., Dotsenko E.R., Karpash M.O. Specific electric resistance as an informative feature in determination of steelworks actual. – Technical diagnostics and non-destructive testing. – 2009. – No. 1. – PP. 36-41.

8 Karpash M., Dotsenko Y., Karpash O. New methods for mechanical properties evaluation of steel structures with consideration of its microstructure. 10th European conference on non-destructive testing, abstracts, Part 2 (Moscow, June 7–11, 2010). –Moscow, 2010. – P. 270-271.

9 Kisił I.S., Karpash M.O., Vashchishak I.R. Device for control of steel physical and mechanical properties PMP-1. – Quality management methods and devices. – 2005. – No. 14. – PP. 77–80.

10 Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. – Минск: Наука и техника, 1980. – 184 с.

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

КАМАРОВ А. У.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В современных условиях технология 3D-печати непрерывно развивается и входит в повседневную жизнь каждого человека. Развитие и постепенное удешевление данной технологии постепенно приближают момент, когда 3D-принтер сможет купить человек среднего достатка.

3D-принтеры предоставляют возможность сделать виртуальные объекты вполне реальными, т.е. осязаемыми. Несмотря на то, что такие принтеры приобрели широкую известность лишь недавно, в промышленном производстве они используются с конца 1980-х гг., а сама методика такой печати уходит корнями к разработкам XIX в. в области топографии [1].

Технологию 3D признали заслуживающей всяческого внимания не только такие крупные промышленные корпорации, как Airbus, Boeing, General Electric, Ford, но и обычные ученые, медики и инженеры, и, конечно, обычные пользователи.

Основные преимущества, которые дает 3D-печать:

– 3D-принтеры могут создавать объекты практически любой формы и сложности;

– 3D-печать дает очень широкие возможности, как для промышленности, так и для обычных пользователей, а для искусства дизайна такой принтер является незаменимой вещью;

– большое разнообразие материалов;

– принтеры способны использовать огромное количество материалов для печати, списки расходных материалов постоянно обновляются и дополняются. Кроме того, принтеры могут работать с расходными материалами, обработка которых с помощью классической методики сложна и затрата;

– универсальность и снижение трудоемкости;

- для печати сложного объекта не требуется цех с различными видами станков, для изготовления объекта нужен лишь принтер;

- простота в использовании.

Алгоритм процесса 3D-печати:

- создание цифровой модели объекта в любой программе – редакторе, при этом совершенно необязательно делать модель самому, можно воспользоваться возможностями, предоставляемыми людьми, уже имевшими дело с такими задачами;

- переформатирование изготовленной модели в формат, понятный принтеру. При этом специальная программа разобьет модель на тонкие горизонтальные слои, переведет ее в код, который использует принтер;

- собственно процесс печати, в котором человек принимает самое опосредованное участие.

Для разработки сложного объекта не требуется ничего, кроме принтера, расходного материала и компьютерной модели, которая может быть разработана в любом 3D-редакторе [2].

Исходным материалом для промышленной 3D-печати служат композиции различных мелкодисперсных металлических порошков. Номенклатура металлических композиций имеет широкий спектр материалов на основе никеля и кобальта, железа - это инструментальная и нержавеющая сталь, титана и алюминия. Производятся порошки бронз, специальных сплавов, а также драгоценных металлов.

Применяемые порошки классифицируют по условному диаметру частиц, подразделяя их на нанодисперсные с диаметром частиц менее 0,1 мкм, ультрадисперсные с диаметром 0,1–1,0 мкм, высокодисперсные от 1,0 до 10 мкм, мелкие от 10 до 40 мкм, средние от 40 до 250 мкм и крупные от 250 до 1000 мкм. Одним из параметров, характеризующих порошок, является величина  $d_{50}$  – средний диаметр частиц. Например, если  $d_{50}$  равно 40 мкм, это означает, что у 50 % частиц порошка размер частиц меньше или равен 40 мкм. Чем больше частиц одного диаметра в партии порошка, тем лучше качество получаемых из него металлопорошковых композиций. Вот почему порошки после изготовления дополнительно сортируют по размерам частиц [3].

Развитие получения металлических расходных материалов обусловлено главным образом тем, что её технологические операции сравнительно просты, а достигаемый с их помощью эффект во многих случаях оказывается поразительным. Появилось возможность преодолеть трудности, возникшие при производстве изделий из тугоплавких (температура плавления 2000 °С и выше) металлов, получать сплавы из металлов с резко различающимися температурами

плавления, изготавливать материалы из металлов и неметаллов или из нескольких слоёв разнородных компонентов, производить фильтрующие материалы с равномерной объёмной пористостью и успешно решать другие задачи.

Порошок и мелкая стружка из «легких» (медь, алюминий и их сплавы) и драгоценных (серебро, золото) металлов широко применяются в качестве исходных материалов для 3D-печати. Ведь ни один пластик не сможет симитировать металлический блеск, конструкционные полимеры могут быть непроводящими тепло и электричество. Однако модели из металлов не отличаются хорошими термическими свойствами и химической стойкостью, поэтому в металлический порошок при печати добавляются керамические и стекловолоконные вкрапления.

Уже несколько лет назад компания Shapeways открыла онлайн сервис, в котором каждый может заказать 3D-модели из нержавеющей стали. В обычном понимании нельзя назвать такие изделия стальными. Сначала частицы порошка из нержавеющей стали связываются между собой клеём по технологии ZCorp. Полученный промежуточный прототип достаточно хрупок и очень похож на фигуру из песка. Он помещается в специальную форму и обливается расплавленной бронзой. Жидкий расплав заполняет пустоты между песчинками стали и после застывания образует монолитный образец [4].

Известно, что при трехмерной печати одним из наиболее распространенных подходов является изготовление детали путем послойного добавления материала. На сегодняшний день эта технология активно совершенствуется и имеет ряд отличных друг от друга направлений развития. Эти направления отличаются друг от друга, как выбором материалов, так и способом их послойного нанесения. Наиболее перспективным направлением развития с точки зрения применения в промышленности является печать металлическими порошками. Большинство реализуемых промышленных установок, печатающих металлическими порошками, используют технологию SLS, однако встречаются и промышленные установки, печатающие методом EBM. Недостатком данных машин является высокая стоимость их и расходных материалов – порошков, закрытое программное обеспечение, позволяющее работать только с определенными порошками, регулировки в узком диапазоне параметров. Поэтому на данном этапе использование таких технологий достаточно редко.

Существуют разнообразные методы получения металлических порошков, условно их разделяют на физико-химические и механические.

К физико-химическим относят методы, связанные с физико-химическими превращениями исходного сырья, при этом химический состав и структура конечного продукта – порошок – существенно отличается от исходного материала. Механические методы обеспечивают производство порошка из сырья без существенного изменения химического состава. К механическим методам относятся, например, многочисленные варианты размола в мельницах, а также диспергирование расплавов посредством струи газа или жидкости, этот процесс называют также атомизацией. Частицы порошков, получаемые механическими методами размола, имеют осколочную, неправильную форму. В изготовленном порошке содержится относительно большое количество примесей – продуктов износа размольных тел и футеровки мельницы. Поэтому эти методы не применяют для получения порошков, используемых в аддитивных технологиях. Диспергирование расплава – наиболее производительный, экономичный и эффективный способ получения мелких и средних порошков металлов: 60-70 % объема всех промышленных порошков получают именно этим методом [5].

Распыление (атомизация) широко применяется при производстве порошков многокомпонентных сплавов, в частности с аморфной структурой, которая позволяет достичь равномерного химического состава композиции, даже при содержании легирующих компонентов, выше их предела растворимости в основном компоненте сплава. Кроме того, порошки, полученные с использованием методов диспергирования расплавов, имеют форму частиц, близкую к сферической. Более 90% всех порошков, применяемых в аддитивных технологиях, получают методами диспергирования расплава.

Наличие технологий дает в руки ученому или конструктору мощные инструменты для реализации новых идей. Технологии позволяют применять новые высокоэффективные материалы, новые методы управления и, таким образом, обуславливают новое функциональное и интеллектуальное содержание продукта. Отсутствие технологий ограничивает творческий потенциал ученых и конструкторов, вынуждает их применять те технические решения, которые есть в их распоряжении, а не те, которые требуются для достижения целей. Поэтому сами технологии являются главным объектом инновационной деятельности. Рассмотренные в данной работе технологии получения металлических расходных материалов для 3D-печати являются не только современными и высокоэффективными, но инновационными по своей сути, поскольку сами позволяют генерировать новые технологии, несут в себе новое качество. Аддитивные технологии имеют огромный

потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных видов продукции.

#### Выводы

1. Производство металлических расходных материалов – ключевая проблема для аддитивных технологий, поскольку от качества порошка в первую очередь зависит качество получаемых деталей. Недостатками технологии являются сравнительно высокая стоимость металлических порошков; необходимость спекания в защитной атмосфере, что также увеличивает себестоимость изделий расходного материала; трудность изготовления в некоторых случаях изделий и заготовок больших размеров; сложность получения металлов и сплавов в компактном состоянии; необходимость применения чистых расходных материалов для получения чистых металлов.

2. Печать чистыми металлами и сплавами вызывает массу трудностей, непреодолимых для большинства методов 3D-печати. Сложность метода делает невозможным его использование в домашних условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Энциклопедия 3D-печати. – URL:<http://3dtoday.ru/wiki/> (дата обращения: 16.03.2016).
- 2 Механик А. Порошки избавляют от лишнего / А. Механик // Эксперт. – № 49, 2014.
- 3 Кипарисов С. С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. – Москва: Металлургия, 1991. – 496 с.
- 4 Комаров О.С., Ковалевский В.Н., Чаус А.С. Технология конструкционных материалов. Мн.: Новое знание, 2005. 560 с
- 5 Осокин Е. Н. Процессы порошковой металлургии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: курс лекций / Е. Н. Осокин, О. А. Артемьева. – Электрон. дан. (5 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
- 6 World's First 3D Printed Metal Gun. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://blog.solidconcepts.com/industry-highlights/worlds-first-3dprinted-metal-gun/>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ОКОМКОВАННОГО СЫРЬЯ ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

КУЛУМБАЕВА Г. Н., АУБАКИРОВ Ж., ЖУНУСОВА А. К.  
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ЖУНУСОВ А. К.  
к.т.н., доцент ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Павлодарская область считается крупным индустриальным центром Казахстана. В области действуют различные промышленные предприятия, среди которых крупные металлургические заводы по производству электростали и прокатной продукции ТОО «KSP Steel», ТОО «Кастинг», ТОО «ПТПЗ», по производству глинозема АО «АК», по производству металлического алюминия АО «КЭЗ», самый крупный в мире Аксуский завод ферросплавов и в г. Екибастузе ТОО «АиК» продукцией которого является ферросиликоалюминий. Продукция АЗФ и АО «АК» исчисляются миллионами тонн. Соответственно при таких больших объемах, образуется большое количество техногенных отходов, в тоннажном выражении количество таких отходов достигает сотни тысяч тонн в год. Как правило, такие отходы накапливаются на шлакоотвалах или шламовых полях из года в год, не находя дальнейшего применения и наносит окружающей среде не поправимый урон.

Целью данной работы является изучение физико-химических свойств существующих на металлургических предприятиях техногенных отходов. Найти технологию переработки и рационального использования отходов, как металлургического сырья, т.е. получить готовый продукт и вовлечь в металлургический передел как полупродукт.

Для исследования были отобраны пробы аспирационной пыли ТОО «KSP Steel», железистые пески АО «АК». Аспирационная пыль образуется в отделении шихтоподготовки ЭСПЦ-2 в большом количестве. Фракционный состав данной пыли соответствует технологии окомкования. По химическому составу аспирационная пыль содержит большое количество оксида железа. Химический состав аспирационной пыли приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав техногенных отходов металлургических предприятий Павлодарской области

Наименование материала	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	S	P	C
Аспирационная пыль	48,6	6,9	2,2	3,1	2,1	11,0	0,16	0,11	8,2
Железистые пески	53,78	6,25	0,01	12,16	1,62	2,54	0,86	0,13	-
Конечные шлаки АКП	1,2	22,7	1,3	2,4	3,7	54,9	0,78	-	-

Ситовый анализ аспирационной пыли показал соответствие условию окатывания. Неблагоприятное влияние на окомкование оказывает фракция 0,1-1,6 мм. [1]. Исследуемый материал в этот диапазон не попадает.

Получение окатышей состояло из двух основных последовательных операций – получения сырых окатышей и последующего упрочнения их высокотемпературным обжигом. Сырые окатыши получали из увлажненной аспирационной пыли во вращающемся тарельчатом окомкователе, диаметром тарели 1000 мм. Ось вращения тарельчатого окомкователя наклонена к вершине на 30-55 °. Число оборотов тарельчатого окомкователя равно 19 об/мин. В качестве связующей добавки использовали раствор воды с жидким стеклом в соотношении 2:1.

При получении окатышей в качестве сырья использовали только аспирационную пыль, режим окатывания проходил в нормальном технологическом режиме. Количество образованных шариков 100 % от общей заданной массы сырья. Образованная фракция +5 мм – 54 %, остальная фракция – 5 мм. Прочность сырых окатышей при сбрасывании с высоты 300 мм, по методике [1, с. 240] равнялось 5-7 сбрасываниям. Полученные окатыши обжигались в печи при температуре 600-800 °С. Окатыши после обжига были не достаточно прочными, при сбрасывании с высоты 1 м рассыпались при третьем сбросе.

Далее в качестве сырья использовали 20 % конечного шлака АКП в смеси с аспирационной пылью. Это шлаки, сформировавшиеся в конце плавки (конечные шлаки). Эти шлаки содержат незначительное количество железа. В дуговых электропечах при проведении восстановительного периода под конечным шлаком АКП содержание оксидов железа снижается до <1 %, содержание CaO возрастает до 55-60 %. Данные шлаки из-за большого содержания CaO имеют структуру рассыпания. Эти шлаки также не находят применения на заводе. Хотя по химическому составу данные шлаки соответствуют

для использования их в производстве цемента. Сырые окатыши подвергались естественной сушке и обжигу в печи при 850 °С.

На следующем этапе использовали 20 % конечного шлака АКП, 20 % железистых песков в смеси с аспирационной пылью. Железистые пески – отходы глиноземного производства (Павлодарский алюминиевый завод), образованные в процессе выщелачивания бокситов. По гранулометрическому составу железистые пески не соответствуют режиму окомкования, поэтому их использовали в смеси с аспирационной пылью. С данным материалом нами проведены работы по получению железорудного агломерата [2, 3].

Далее в качестве шихты использовали 20 % конечного шлака АКП, 20 % железистых песков в смеси с аспирационной пылью и 10 % прокатной окалины. После обжига при температуре 1000 оС прочность обожженных окатышей составила 36 кг/окатыш.

Таким образом, проведенные исследования показали целесообразность получения окатышей из отходов сталеплавильного производства АО KSP «Steel». Образующиеся мелкодисперсные материалы на данном заводе следует использовать в смеси с различными отходами металлургических производств г. Павлодара. К примеру, опыт с использованием 20 % конечного шлака АКП, 20 % железистых песков в смеси с аспирационной пылью и 10 % прокатной окалины показывает после обжига в печи вполне удовлетворительную прочность для использования в электропечах. Полученные окатыши можно использовать как в сталеплавильном, так и в ферросплавном производстве, в качестве добавок либо частичной замене металлической стружки или рудного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

Коротич В.И. Основы теории и технологии подготовки сырья к доменной плавке. – М.: Металлургия, 1978. – 208 с.

Жунусов А.К., Байсанов С.О. Возможное использование отходов глиноземного производства в черной металлургии // Сб. докл. по материалам IV межд. науч.практ.конф. «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России». – Новокузнецк, 2012. – С.198-200.

Жунусов А.К., Байсанов С.О., Жунусова А.К. Переработка красных шламов Павлодарского Алюминиевого завода // Сб. докл. по материалам Межд. науч.практ.конф. «Проблемы и перспективы горно-металлургической отрасли: теория и практика». – Караганды, 2013. – С.343-346.

## ПЕРЕРАБОТКА ДОМЕННОГО ШЛАКА

КЫЗЫЛБАЕВ Е. К.

м.т.н., преподаватель, Темиртауский политехнический колледж, г. Темиртау

Переработка доменных шлаков является актуальной проблемой в настоящее время. На отвалах хранятся миллионы тонн доменных шлаков, и проблема утилизации и переработки из него нового продукта является главной задачей для металлургов.

Практикой доказана ценность доменного шлака как сырья. В настоящее время на всех металлургических предприятиях организована его переработка в полезную продукцию: гранулированный шлак (граншлак), щебень, пемзу, минеральную вату, литье, брусчатку и другие изделия, высокоглиноземистый щебень.

Наибольшее распространение получила переработка доменного шлака в гранулированный, на производство которого расходуют около 50 % всей массы доменного шлака.

Шлакообразование – неотъемлемая часть работы доменной печи. Сами по себе шлаки являются одним из наиболее ценных вторичных материальных ресурсов, так как используются для производства различных материалов, широко применяемых в строительной сфере. Линии по переработке доменного шлака производят гранулированный шлак (более 50 %), щебень (17 %), пемзу (3 %), шлаковату из расплава; кроме того, в небольшом объеме производится высокоглиноземистый клинкер и литые изделия.

В целом в настоящее время перерабатывается около 84 % доменных шлаков. Часть шлака продолжает уходить в отвалы. Для складирования отходов и их хранения отчуждены тысячи гектаров полезных земель, на транспортировку шлака от доменных цехов до отвалов и их содержание ежегодно расходуются колоссальное количество денежных средств, загрязняется окружающая среда. Поэтому переработка шлака и его использование остается актуальной проблемой для экологии и всего агропромышленного комплекса во всем мире. Существует оборудование по переработке и утилизации шлаков (линия помола доменного шлака, линия сушки доменного шлака), которое может составить экономически выгодное производство с несомненной пользой для окружающей среды [1. с.155].

Примерный химический состав доменных шлаков следующий:

$\text{SiO}_2$  – 30-40 %,  $\text{CaO}$  – 30-50 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 4-20 %,  $\text{MnO}$  – 0,5-2 %,  $\text{FeO}$  – 0,1-2 %,  $\text{SO}_3$  – 0,4-2,5 %.

Основные шлаки позволяют удалять из металла вредные примеси – серу, фосфор, поэтому основной сталеплавильный процесс получил наибольшее распространение. Минералогический состав металлургических шлаков характеризуется наличием соединений с более низкой основностью, чем минералы портландцементного клинкера: меллилит  $\text{Ca}_2\text{AlSiO}_7$ - $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{Si}_2\text{O}_7)$ , ларнит  $\beta$ - $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , ранкинит  $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ , псевдоволластонит  $\alpha$ - $\text{CaSiO}_3$ , анортит  $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_8)$ , монтичеллит  $\text{CaMgSiO}_4$ , диоксид  $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ . Соотношение тех или иных минералов определяется не только химическим составом шлаков, но и условиями их охлаждения. Например, гранулированные шлаки состоят главным образом из стекла с кристаллическими включениями ларнита, меллилита. В отвальных шлаках преобладают кристаллы ларнита, ранкинита, псевдоволластонита, меллилита, а в высокоглиноземистых кислых - анортита, при повышенных содержаниях  $\text{MgO}$  – морвинита  $\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{Si}_2\text{O}_8)$ , монтичеллита, диоксида. При производстве литейного чугуна в вагранках образуются в основном кислые шлаки, т.е. с большим содержанием кремнезема чем окисей кальция и магния. При медленном охлаждении в кислых шлаках выделяются минералы - пироксены, анортиты, мелилиты, рудные минералы; в них присутствует также алюмокремнеземистое стекло [2, с. 122].

Портландцемент и его разновидности являются основным вяжущим материалом в современном строительстве. Портландцемент представляет собой порошкообразное гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе, состоящее главным образом из силикатов кальция. Получают портландцемент тонким измельчением клинкера с гипсом (3 ... 7 %), допускается введение в смесь активных минеральных добавок (10 ... 15 %). Клинкер - продукт обжига (до полного спекания) искусственной сырьевой смеси, состоящей приблизительно из 75 % карбоната кальция (обычно известняка) и 25 % глины. Основные свойства портландцемента обуславливаются составом клинкера. Химический состав портландцемента. Портландцемент характеризуется довольно постоянным химическим составом. Содержание основных составляющих окислов в нем колеблется в сравнительно небольших пределах, %:  $\text{CaO}$  (64 ... 67),  $\text{SiO}_2$  (19 ... 24),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (4 ... 7),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2 ... 6),  $\text{MgO}$  (не более 5),  $\text{SO}_3$  (не менее 1,5 и не более 3,5).

Из всех существующих способов грануляции в металлургии используют в основном три.

1) Мокрое гранулирование – на текущую струю расплавленного шлака подают струю воды, и обе струи падают в бассейн с водой. В

результате расплавленное вещество, т.е. шлак разбрызгивается и эти брызги затвердевают в воде в виде мелких зерен или гранул.

2) Полусухое гранулирование — расплавленное вещество, смешанное со струей воды, подают на вращающийся барабан с лопастями, с которых оно отбрасывается в виде капель. При падении в воздухе эти капли затвердевают.

3) Сухое гранулирование – расплавленное вещество гранулируют под воздействием сжатого воздуха, азота или водяного пара.

Доменные граншлаки используют:

- для частичной замены природного песка в составе бетонов;
- как активную минеральную добавку при производстве шлакопортландцемента;
- как сырьевой компонент при производстве цементного клинкера;
- для производства шлакоблоков (товары народного потребления) и др.

Шлаковый щебень – второй по объему продукт переработки доменных шлаков. Щебень из доменного шлака является эффективным заполнителем для бетона; он улучшает некоторые технологические характеристики бетонной смеси. Используемый для строительства и ремонта автомобильных дорог щебень по своим свойствам не уступает щебням твердых пород, иногда он их превосходит.

Шлаковую пемзу используют для изготовления легких бетонов. Бетон на этом заполнителе характеризуется более высокой плотностью и меньшей теплопроводностью по сравнению с равнопрочным легким бетоном.

Одними из эффективных теплоизоляционных материалов являются минеральная вата и изделия на ее основе. Главным сырьевым компонентом минераловатной промышленности являются кислые доменные шлаки, богатые кремнеземом и глиноземом.

В доменных цехах во время выпуска с жидким шлаком увлекается некоторое количество чугуна в виде капель. Во время транспортировки шлаковозного ковша капли чугуна оседают на дно. В отдельных случаях в ковшевых остатках доменных шлаков содержание металла достигает 5-7 %.

Из жидких доменных шлаков получают также различные литые шлаковые материалы и изделия: дорожную брусчатку, базальтовые трубы и др.

На отвале, принадлежащем темиртаускому комбинату, на сегодняшний день хранятся миллионы тонн доменного шлака, и ранее его утилизацией никто не занимался. Так было, пока «АрселорМиттал

Темиртау» не передал шлакоотвал в аутсорсинг фирме «АлбаСтройДор». Всего за год работы предприятие наладило производство щебня, который уже широко используется для строительства автодорог республиканского значения. Но на достигнутом компания не намерена останавливаться и уже готовит свой новый проект по производству шлакопортландцемента, аналогов которому в Казахстане нет.

Шлакопортландцементом называется гидравлическое вяжущее, получаемое путем тонкого измельчения портландцементного клинкера совместно с гранулированным доменным или электротермофосфорным шлаком, а также с двуводным гипсом. Для получения быстротвердеющего шлакопортландцемента порошок портландцемента иногда размальвают с гранулированным шлаком. Шлака в шлакопортландцементе должно быть не менее 21 % и не более 80 % по массе. Гипс вводят в шлакопортландцемент для регулирования сроков схватывания, а также в качестве активизатора твердения шлака [4].

По своим физико-механическим свойствам шлакопортландцемент близок к обычному портландцементу, но выгодно отличается от него более низкой стоимостью. При прочих равных условиях стоимость его на 15 -20% ниже стоимости портландцемента. Сейчас примерно около 25 % всего выпускаемого в нашей стране цемента приходится на долю шлакопортландцемента. В значительных количествах издавна выпускается он во Франции, ГДР, ФРГ, США, Англии и других странах.

Клинкер на заводах шлакопортландцемента целесообразно изготавливать с применением в качестве глинистого компонента гранулированного шлака. Близость химических составов доменных шлаков и портландцемента позволяет получать сырьевую смесь надлежащего качества при небольших добавках известняка. Это уменьшает расход топлива на диссоциацию карбоната кальция и, следовательно, на обжиг цемента. Сырьевую смесь готовят тонким измельчением шлака и известняка, взятых в установленном соотношении.

Для получения клинкера можно применять медленно охлажденные доменные шлаки, однако их дробление и помол требуют повышенных затрат электроэнергии, и поэтому обычно предпочитают использовать гранулированные шлаки.

Гранулированный шлак предварительно сушат в сушильных барабанах или, что эффективнее, в специальных установках в условиях кипящего слоя до влажности, не превышающей 1-2 %. В этих установках паросъем достигает 230-250 кг/м<sup>2</sup> при расходе теплоты 4190-4600 кДж/кг испаренной воды. Шлак не следует нагревать выше 600-700 градусов,

т.к. при более высокой температуре он может расстекловываться, что вызывает уменьшение его гидравлической активности. Высушенный шлак, портландцементный клинкер и гипс дозируют и направляют на помол в шаровые мельницы. Для облегчения помола можно вводить специальные добавки в количестве до 1 % по массе цемента (ПАВ, уголь и др.), не ухудшающие его качество.

– Цемент будет дешевле в 2 раза рыночной стоимости на сегодняшний день, этот цемент можно использовать в том же строительстве дорог, что приведет к удешевлению дорожного полотна, потому что одна из составляющих будет на 50 % дешевле. Да, может он будет по своим свойствам не так хорош, как цемент, который на сегодняшний день производят на уровне мировых стандартов, но для строительства дорог, дамб этот цемент очень подходит. Более того, он по своим качествам для агрессивных сред и воздействия на него более прочен.

#### Характеристики

Наименование	Шлакопортландцемент
Марка по прочности при сжатии на 28-е сутки	400
Скорость твердения	нормаль-сверхбыстрой
Нормирование состава сырья	Нормированный
Нормативный документ	ГОСТ 18179-85
Вид минеральной добавки и ее количество	с добавками гранулированного шлака более 21%
Прочность на сжатие в возрасте 3-х суток не менее (МПа)	не нормируется
Прочность на сжатие в возрасте 28 суток не менее (МПа)	39,2
Начало схватывания (мин) не ранее	45
Предел прочности при изгибе в возрасте 28 суток, не менее (МПа)	5,4

#### Характеристики

Наименование	Шлакопортландцемент
Марка по прочности при сжатии на 28-е сутки	400
Скорость твердения	нормаль-сверхбыстрой
Нормирование состава сырья	Нормированный
Нормативный документ	ГОСТ 18179-85
Вид минеральной добавки и ее количество	с добавками гранулированного шлака более 21%
Прочность на сжатие в возрасте 3-х суток не менее (МПа)	не нормируется
Прочность на сжатие в возрасте 28 суток не менее (МПа)	39,2
Начало схватывания (мин) не ранее	45
Предел прочности при изгибе в возрасте 28 суток, не менее (МПа)	5,4

Первоначально шлакопортландцемент можно использовать при строительстве автодорог, затем для жилищного строительства.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сулименко Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2000 – 303 с., ил.
- 2 Черепанов К.А., Черныш Г.И., Динельт В.М., Сухарев Ю.И. Утилизация вторичных материальных ресурсов в металлургии. – М.: Металлургия, 1994.– 224 с.
- 3 Гиндис Я.П. Технология переработки шлаков. – М.: Стройиздат.- 1991, - 280с.
- 4 ГОСТ 10178–85 (2002) «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СВАРНЫХ ТРУБ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕБЕЛЬНОЙ ФУРНИТУРЫ

МАКЕЕВ В. О., АЙТБАЕВ А. Е., АЙГУЖИНОВ Д. А.,  
ТАРАНЧЕНКО К. А., МАРКС Е. М., ДРЮЧИН М. Ю.,  
студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В структуре производства стальных труб в Республике Казахстан Павлодарская область уверенно занимает лидирующие позиции (73 % от общего объема)[1]. Количество технологических отходов при технологии производства сварных труб составляет 2-3 % от общего объема металла. Только для Павлодарского трубопрокатного завода количество технологических отходов составляет порядка 300 тонн в год [2]. Поэтому, в связи с перспективами ростом производства трубного проката, вопросы совершенствования технологии трубного производства и утилизации образующихся технологических отходов приобретут особую актуальность.

Ранее нами была выполнена классификация типов технологических отходов при производстве сварных труб [3]. Технологический процесс производства сварных труб начинается с распаковки рулонов листового проката, уже на этом этапе возникает отход – упаковочная лента (рисунок 1).



Рисунок 1 – Упаковочная лента  
(отход производства сварных труб)

Упаковочная лента фактически представляет собой новую стальную ленту из материала Сталь 10 ГОСТ 1050-88 толщиной 1-2 мм, шириной 5 мм. Предлагается использовать её в качестве заготовки для изготовления металлической мебельной фурнитуры (угольники, накладки, петли, подвески и т.п.) по технологии холодной листовой штамповки. Основной целью нашего исследования является разработка технологии использования стальной упаковочной ленты для изготовления мебельной фурнитуры для повышения экономической эффективности деятельности предприятия и улучшения экологической обстановки в регионе.

В перспективе будет разработана технология холодной листовой штамповки, подобрано оборудование и подготовлен проект участка организации изготовления мебельной фурнитуры.

Выполнен анализ и подобрана номенклатура изделий, наиболее остро востребованных мебельными фабриками г. Павлодара. Мебельная фурнитура несет на себе как практическую функцию соединения деталей мебели, так и, не менее важную, декоративную функцию. Поэтому от качественной мебельной фурнитуры зависит функциональность и прочность предметов интерьера. Преследуя цели усовершенствования функций и качеств мебельной фурнитуры, производители мебели постоянно совершенствуют конструктивные и функциональные характеристики своих изделий.

В определение «мебельной фурнитуры» входит множество деталей. В частности это: соединительные элементы, крепежи, элементы дизайна, крепежная фурнитура, мебельные петли, ручки для мебели (скобы, рейлинги, кнопки), замки мебельные, держатели

для полок, мебельные крючки, роликовые направляющие, мебельные опоры, метабоксы, полкодержатели и консоли.

Объемы производства мебели в Казахстане, в 1-м квартале 2016, показали сокращение даже в денежном выражении, что с учетом текущей двузначной инфляции означает существенное сокращение в отрасли. Так, объемы выпуска по стране составили в стоимостном выражении 6,4 млрд тг, против 8 млрд годом ранее.

Впрочем, тенденция снижения наблюдается не первый год. Показатели 2015 года уступали значениям 2014 года на 11,2 %, в 2014 было отмечено уменьшение объемов к 2013 на 3,5 %, в 2013 к 2012 – на 5,3 %. Таким образом, можно говорить о стабильно сокращающемся объеме отечественного производства мебельных изделий с усилением данной тенденции в последнем периоде. (Источник: КС МНЭ РК–EnergyProm).

В натуральном выражении наибольший рост отмечен в производстве деревянной мебели для столовых и гостиных комнат – рост на 79,8 %, до 26,2 тыс. единиц. Также увеличился выпуск мебели для спален (плюс 34,8 %, до 5,7 тыс. штук) и офисной мебели (плюс 17 %, до 47,5 тыс. штук).

Наибольшее снижение отмечено в сегменте мебели, предназначенной для сидения (минус 58,1 %, до 116,6 тысяч штук). Также снижение зафиксировано в сегменте кухонной мебели (минус 19,2 %, до 40,8 тыс. штук). В итоге, причиной значительного сокращения физического объема производства послужило падение производства мебели для сидений. (Источник: КС МНЭ РК–EnergyProm)

Рынок мебели по данным прошлых лет был одним из успешно развивавшихся сегментов. Мебельная фурнитура занимает значительную долю объема этого рынка. Наблюдавшаяся в последние годы высокая динамика производства мебели обусловила значительный рост спроса на качественную фурнитуру.

По данным официальной статистики поставки импортной фурнитуры увеличились на 27,7 % в стоимостном выражении. Низкий ценовой сегмент занимает фурнитура, произведенная в Китае и Тайване, высокий - Италия, Германия, Испания и других европейских стран. На рисунке 2 показано простейшее изделие мебельной фурнитуры – планка. Даже такие изделия мы пока сами не производим, а приобретаем за рубежом.

Казахстанская мебельная промышленность работает в основном на внутренний казахстанский рынок, но и он заполняется в основном продукцией, поставляемой из России, Украины и Белоруссии.

Мебельные фабрики Казахстана снижают объемы производства из-за девальвационных ожиданий и наплыва дешевой российской мебели на казахстанский рынок.



Рисунок 2 – Мебельная фурнитура марки «Simpson» (Германия)  
Фото сделано в лекционной аудитории Б-201 ПГУ им.  
С. Торайгырова, г. Павлодар

Развитие рынка мебельной фурнитуры напрямую связано с общим ростом мебельной отрасли и развитием казахстанского производства мебели, происходящими на фоне процессов увеличения объемов жилищного строительства, роста благосостояния населения, развития ипотечного и потребительского кредитования. На сегодняшний день основную долю казахстанского рынка занимает импортная фурнитура, которая выигрывает у отечественных аналогов не только по соотношению цена/качество, но и за счет ассортимента, соответствующего современным тенденциям.

Исследование рынка фурнитуры для бытовой мебели включает в себя три основные части:

1. Текущая ситуация на рынке фурнитуры для бытовой мебели:

– Импорт (объем импорта; структура импорта по странам, маркам и регионам получателям).

– Объем рынка (динамика объема рынка ; региональная структура рынка; структура рынка по ценовым сегментам и назначению; анализ ключевых факторов при выборе фурнитуры; основные тенденции и др.).

2. Основные игроки (факторы, влияющие на интенсивность конкуренции в отрасли; сравнительная характеристика основных участников рынка – производителей, торговых компаний и мебельных компаний)

3. Прогноз развития рынка фурнитуры для бытовой мебели в условиях кризиса:

– Макроэкономическая ситуация (ВВП, инфляция, валютный курс и др.)

– Влияние кризиса на рынок фурнитуры для бытовой мебели

– Сценарии развития рынка фурнитуры для бытовой мебели в условиях кризиса (оптимистический, пессимистический, базовый сценарии) .

В таблице 1 перечислены основные виды изделий мебельной фурнитуры, а на рисунке 3 показаны изделия – представители для разработки пилотной технологии.

К главным причинам, тормозящим развитие производства фурнитуры, безусловно, надо отнести работу на морально устаревших станках, высокую стоимость нового необходимого оборудования, некоторые неувязки в налоговом законодательстве и ощутимый дефицит специалистов, имеющих соответствующую квалификацию.

Официальная статистика в области показывает, что на 2016 год, в Павлодаре, активно действуют 12 мебельных фабрик: «Триумф», «Надежда», «Мерей», «Вега», «Alcato»; и 3 крупных магазина мебельной фурнитуры («Optimum-Павлодар», «Партнер», «Русский Ламинат»).

Таблица 1 – Основные виды изделий мебельной фурнитуры

№	Наименование групп изделий	Масса, кг	Стоимость, тенге	Применение
11	Петли мебельные	0,03	160–2134	Мебельные петли, ручки и механизмы используются также в качестве дизайнерского решения.
22	Ручки мебельные	0,057	512	
33	Лифты и подъемные механизмы	–	–	
44	Дверная фурнитура, замки, доводчики	0,546	2000–4000	Существуют различные виды подъемных механизмов в зависимости от веса и размеров дверей.
55	Оконная фурнитура (ручки, дверные петли, ограничители открывания и др.)	–	–	
66	Опоры, полкодержатели, подстаканники, стяжки, уголки – вид мебельной фурнитуры, предназначенный для соединения между собой частей мебели.	0,114	212	Крепежные устройства мебели, обеспечивающие взаимодействие мебельного изделия с элементами помещения.
7	Замки мебельные	–	–	Для запираения

88	Шаблоны мебельные- для разметки отверстий под петли , под эксцентриковые стяжки(мини-фикс, таб, рафикс.)под ручки релинговые с шагом от 32 мм до 448мм	–	500–35000	Ряд разметочных приспособлений для обеспечения разметки готовых деталей корпусной и другой мебели.
99	Монтажная планка	0,946	2000	45 мм,48 мм,52 мм и др.
110	Кондукторы мебельные - инструменты, основным назначением которых является осуществление точного сверления в плитных материалах и профилях.	–	7500–85000	Кондукторы для сверления отверстий под конфирмат, под шкант, для сверления профиля раздвижных систем шкафов купе.
111	Стыки столешниц угловые 90°  Стыки 180°	0,077–0,246	300–1500	Для соединения отрезков столешниц



Рисунок 3 – Изделия-представители (уголки мебельные)

#### Выводы

1. Предложен перспективный вариант утилизации стальной упаковочной ленты от рулонов листового проката

2. Подобрана номенклатура изделий мебельной фурнитуры для изготовления из стальной упаковочной ленты от рулонов листового проката по технологии холодной штамповки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Г. Ергешбаева. Труба зовет. Обзор казахстанского рынка стальных труб АО «Центр развития торговой политики», 2015г. <http://trade.gov.kz/ru/smi/articles/id=67>

2 Динамика и объем производства стальных труб в РК [http://trade.gov.kz/ru/infografika\\_rus/dinamikaioyomproizvstalnyhtubrkr/](http://trade.gov.kz/ru/infografika_rus/dinamikaioyomproizvstalnyhtubrkr/)

3 Богомолов А.В. Арынгазин К.Ш. Арынгазин А.Ш.и др. Варианты утилизации отходов производства сварных труб // Материалы международной конференции «Переработка отходов как залог экологической безопасности» - Павлодар, Кереку, 2016.

4 Производство ТОО «Искандер» <http://www.iskander-temir.kz/list-kholodnokatanyj.html>

5 Мебельные фабрики Павлодара <http://pavlodar.spravker.ru/mebelnyie-fabriki>

6 Nur.kz. Где в Казахстане больше всего выпускают мебели? <https://finance.nur.kz/1125522-proizvodstvo-mebeli-v-kazakhstan-pad.html>

### ВЛИЯНИЕ ТОРЦЕВОЙ ЗАЦЕНТРОВКИ ЗАГОТОВКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОВАЛЬНОСТИ И УТОЛЩЕНИЯ СТенок КОНЦЕВЫХ УЧАСТКОВ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

МӘДЕНИЕВ Е. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САГАНДЫКОВ А. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СУЮНДИКОВ М. М.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Современный непрерывный трубопрокатный агрегат предназначен для массового выпуска горячекатаных бесшовных труб диаметром 60-273 мм, прокатываемых из круглой обжатой заготовки, и технологический процесс состоит из следующих основных операций: нагрев заготовок под прокат, прошивка заготовки на прошивном стане, раскатка гильз на непрерывном стане на удерживаемой оправке (RMM), нормализация труб перед повторным нагревом, нагрев черновых труб в печи повторного нагрева (ППН) перед редуцированием, прокатка труб на редуционном стане с натяжением (SRB), охлаждение труб, порезка труб на мерную длину. После редуционного стана осуществляется замер диаметра и толщины стенки труб, а также биения по диаметру труб. В результате замеров часто обнаруживаются такие дефекты, как наличие овальности и утолщенные концы труб. Овальность является одним из серьезных дефектов, при наличии которого труба подлежит браковке из-за невозможности в дальнейшем нарезания резьбы на концевом участке. Существенный недостаток редуционных станов также и в том, что при прокатке с натяжением труб конечной длины концы труб, не испытывающие натяжения, получают значительное

утолщение и их приходится обрезать. Это вызывает нежелательное повышение расходного коэффициента металла [1].

В программу исследований входило изучение влияния наличия торцевой зацентровки заготовки на формирование вышеуказанных дефектов – овальности и утолщения стенок концевых участков труб.

Экспериментальные исследования проведены в лабораториях кафедры «Обработка металлов давлением» Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») в период зарубежной научной стажировки магистрантов. Эксперименты проводились на лабораторном стане МИСиС-130Д (Рисунок 1). Стан предназначен для обработки давлением методом винтовой прокатки сплошных заготовок круглого сечения и получения горячекатаных труб с высокими требованиями к точности и чистоте поверхности из углеродистых, легированных, высоколегированных сталей, а так же цветных металлов и сплавов, включая сплавы титана и циркония [2].



Рисунок 1 – Стан МИСиС-130Д

На производстве обычно используются 3 основных вида прошивных оправок – со сферическим (а), дуговым (б) и коническим (в) профилем (Рисунок 2).

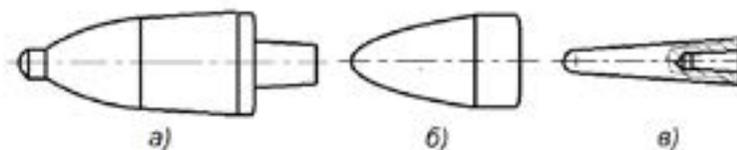


Рисунок 2 – Виды прошивных оправок

Так как на базовом предприятии ТОО «KSP Steel» находят применение именно дуговые оправки [1, 3], для исследования была выбрана оправка с дуговым рабочим профилем (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Оправка с дуговым профилем (фрагмент из опытов)

Из условия исследований для проведения экспериментов были выбраны две заготовки диаметром 50 мм с односторонней зацентровкой (Рисунок 4, а). Каждая из заготовок была помещена в печь и нагрета до 1100 °С. В первом опыте заготовку подавали в прошивной стан с зацентровкой переднего торца, во втором – другую заготовку противоположным концом, где не была выполнена зацентровка, т.е. без зацентровки.

Далее их прошивали в двух валковом стане МИСиС-130Д, после чего полученные гильзы охлаждали водой. С охлажденных образцов были сняты замеры на диаметр (штангенциркуль) и толщины стенки (стенкомер). Толщину стенки измеряли на равноудаленных друг от друга 6-ти точках по окружности гильзы.



Рисунок 4 – Заготовки: а) – с зацентровкой до прошивки; б) – после прошивки.

Данные, полученные после замеров приведены на рисунках 5 и 6.

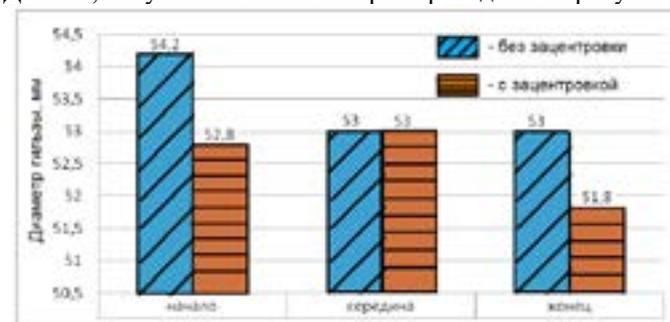


Рисунок 5 – Результаты измерения диаметра гильз после прошивки с зацентровкой и без зацентровки в начальной, средней и концевой частях заготовок

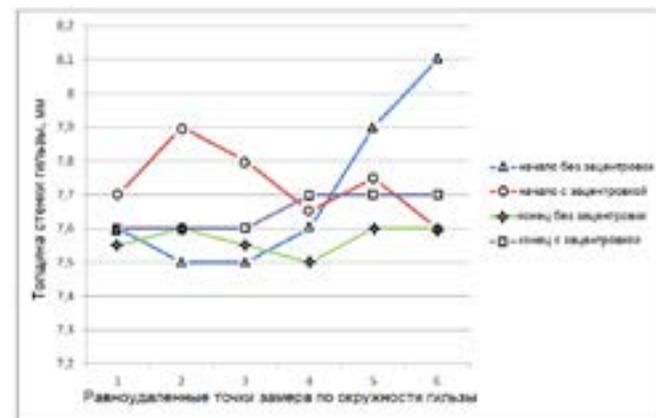


Рисунок 6 – Результаты измерения толщины стенки гильз, полученных после прошивки заготовки с зацентровкой и без зацентровки

Анализ данных на рисунках 5 и 6 показывает, что влияние зацентровки заготовки на изменение диаметра и утолщения стенок неоднозначно. Если, зацентровка переднего торца заготовки положительно сказывается на диаметре и толщине стенки получаемой гильзы, то зацентровка заднего торца заметно уменьшает диаметр гильзы, что отрицательно влияет на непрерывный стан с удерживаемой оправкой.

Таким образом можно сделать вывод, что использование зацентровки позволяет уменьшить разностенность и овальность переднего конца гильзы, создает благоприятное условие для захвата заготовки валками прошивного стана. При этом лучше оставить другой конец без зацентровки. Все это позволяет успешно продолжать поиски по сокращению расхода металла из-за образования дефектов типа овальности и утолщение стенки концевых участков бесшовных труб.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Инструкция линий горячей прокатки (ЛГП). ПФ ТОО «KSP Steel», 62 с.
- 2 Обработка металлов давлением: Учебник / Б.А. Романцев, А.В. Гончарук, Н.М. Вавилкин, С.В. Самуев. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 960 с.
- 3 Прошивная оправка / Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В., М.: Изд. Дом «МИСиС», 2000. – 125с.

### ОБЗОР ТЕОРИЙ 19-20 ВЕКОВ О ПРИРОДЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

НУГМАНОВА Ф. Б.

к.п.н, асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АГИБАЕВ К. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АГИБАЕВА А. Ж.

магистр, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Пластическая деформация металлов - наиболее распространенный технологический способ получения заготовок и готовой продукции из большинства металлов и сплавов. Теоретические взгляды на протекание пластического течения металлов значительно менялись, причем, в настоящее время равноправно существуют несколько гипотез, зачастую имеющие в своей основе взаимоисключающие основополагающие воззрения [1, с. 15].

Одно из самых представительных направлений теории - формальное физико-математическое [2, с. 3]. Главный путь в этих работах - аппроксимация законов упругой деформации в области упругопластических и больших пластических деформаций. В основе математических выводов лежит закон Гука, имеющий ряд модификаций применительно к пластическому течению металлов.

Для получения относительно решаемых уравнений используют функции Лагранжа и тензорное исчисление. Однако при получении приемлемых для прокатки выражений необходимо дополнительно учитывать зависимость напряжения течения металла от температуры, зависимости между нормальными и касательными напряжениями, контактные условия на поверхности между инструментом и деформируемым металлом, природу пластического течения, дислокацию.

Формально физико-математический подход к теории пластической деформации металлов обилием работ и авторитетом авторов (Ландау Л. Д., Надаи А., Ильюшин А. А., Соколовский В. В. и многие другие) буквально подавил другие взгляды, что нашло отражение в разработках технологических процессов, таких как прокатка, прессование, штамповка, ковка, волочение и т.д. Такой подход, в большинстве случаев, оказался достаточно плодотворным и с введением в получаемые выражения эмпирических коэффициентов позволял решать многие практические задачи [3, с. 12].

Различия и противоречия авторов работ в области теории пластической деформации (особенно применительно к прокатке) касаются не в природе процесса, а отличаются в подходе к формально-геометрическим построениям условий на контакте инструмент – деформируемый металл и зон течения в очаге деформации (И. М. Павлов, А. И. Целиков, А. П. Чекмарев, В. Н. Выдрин и многие другие).

Этим вопросам посвящены десятки монографий, тысячи статей, проведено большое количество научных конференций [4, с. 14].

Параллельно с описанным выше направлением существовали и существуют другие гипотезы, связывающие пластическое течение металлов с физико-химическими процессами, с фазовыми переходами. Наличие фазовых превращений, сопровождающих пластическую деформацию металлов, отмечают многие авторы. Подробный анализ различных гипотез, проделанный С. И. Губкиным и его учениками, дал основание сделать вывод о физико-химической природе пластичности металлов. Опыты Кравз-Тарнавского, получившего при осадке стальных образцов ударной нагрузкой полосы мартенсита, работы Растегаева, Дзугутова и многие другие экспериментально подтверждают фазовые превращения при пластической деформации металлов. Однако, ввиду малого количества обнаруживаемой в образцах высокой температурной фазы, считается, что их образование носит попутный, не основной характер при протекании пластического течения.

Развитие работ по сверхпластичности металлов [5, с. 7] показало, что практически во всех случаях большие степени деформации образцов однозначно связаны по температуре концентрационно с фазовыми переходами. В этих работах (например [6, с. 8]) сделана попытка связать математически процесс пластической деформации (сверхпластичность) с физико-химией. Основные рассуждения авторов многих работ по сверхпластичности сводятся к математическому описанию равномерного течения образцов (до образования шейки) и с момента образования шейки.

Подробное исследование фактических текущих деформаций и напряжений проводились А.А. Пресняковым с сотрудниками [7, с. 9]. Применение фото и киносъемки, особочувствительных датчиков позволило авторам выявить ранее никем не описанные детали такого процесса – образование временной шейки и ее перемещение по длине образца («бегущая шейка») многократное образование шейки, чередующиеся с равномерным течением металла в исходных шейках («шейка в шейке»), резкое снижение сопротивления деформированию на определенных этапах развития процесса и повторное упрочнение металла. Оказалось, что даже при растяжении образцов из металлов и сплавов, у которых не проявляется сверхпластичность, в определенных температурных интервалах и при соответствующих скоростях пластической деформации, на отдельных участках образцов удлинение достигает несколько десятков тысяч процентов.

Вполне закономерно, что результаты исследований сверхпластичности дают все основания авторам считать процесс пластической деформации аналогичным аморфному течению. А. А.Пресняков [8, с. 5] ввел понятие «квазиджидкое состояние» в работах других авторов используются различные реологические модели.

Во многих работах даны выводы в математическом виде, в той или иной мере позволяющие оценивать сверхпластическое состояние. Но широкого распространения за пределами исследовательских работ в области сверхпластичности эти выражения не получили.

Одной из причин является то, что большинство экспериментов, лежащих в основе математических выкладок, основаны на исследовании образцов на растяжение.

Их можно разделить на следующие тематики:

1. Взаимодействие деформирующего инструмента и обрабатываемого металла.

В середине 60-х годов появился ряд статей, в которых было показано, что регистрируемые вибрационные колебания механизмов деформирования (например, прокатного стана) является не только функцией жесткости конструкции машины, но и определяются самим деформируемым металлом. Был выявлен ряд частотных диапазонов, но более четкого определения причины возникновения вибраций, связи со структурой или другими свойствами металла, получено не было. В [9, с. 15] выявлена зависимость пластичности образцов и предела текучести от жесткости разрывной машины.

Появилось ряд работ о влиянии на характеристики пластической деформации наложения принудительного частотного воздействия со звуковой или ультразвуковой частотой на инструмент при проведении различных технологических процессов. Результаты получились неоднозначными. Положительные эффекты, как правило, объясняли уменьшением сил контактного трения.

Механическая теория трения Кулона основана на зацеплении неровностей. Однако Кулоном допускается и молекулярное сцепление. Таким образом, здесь впервые предлагается двойственная природа трения.

В 1894 г. Н. П. Петров создает гидродинамическую теорию трения. В его работах имеется указание (впервые после Кулона) о сложной природе сил трения, состоящей в сочетании механического зацепления одного тела с другими и действия притяжения между телами.

В 1914 г. В. П. Горячкин [10, с. 5] обратил внимание на скачкообразность перемещения трущихся тел и отметил, что причиной этого является упругость системы.

В 1925 г. появилась работа по трению (Гюмбель) [11, с. 15], в которой различается сухое трение (преодоление сопротивления движения при упругой деформации в зацеплениях) и трение царапанья (остаточное повреждение поверхностей трения).

Развивая эту мысль, И. В. Крагельский полагает, что общая работа, расходуемая при трении, складывается из работы, идущей на образование новой поверхности и работы деформирования, причем преобладает доля второй составляющей. Таким образом, после попыток увязать коэффициент трения с механическими свойствами трущихся тел В. Д. Кузнецов [12, с. 6] предположил подобную связь в отношении структуры трущихся тел. Связь коэффициента трения с твердостью была показана в работах П. А. Ребиндера [13, с. 8], вклад которого в науку о трении весьма значителен, в связи с разработкой

им и его школой теории пластифицирования поверхностных слоев металлов при трении.

В связи с вышеизложенным материалом можно сделать следующие выводы при пластической деформации металлов происходит форма изменения, что приводит к разрушению металлов и её коррозии. Исследований сверхпластичности дают все основания авторам считать процесс пластической деформации аналогичным аморфному течению. И требуется ещё ряд опытов в лабораторных условиях чтобы определить пластичность деформации металлов различных марок.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пресняков А. А. Сверхпластичность металлов и сплавов. Алма-Ата, Наука, 1999, 203 с.
- 2 Кроха В.А. Кривые упрочнение металлов при холодной деформации. «Машиностроение» 1998.
- 3 Унксов Е.Н. Инженерная теория пластичности. М.,Машгиз 1952.
- 4 Грабский М. В. Структурная сверхпластичность металлов. М.,Металлургия, 2000.
- 5 Охрименко Я.М. Закономерности бочкообразования при осадке. Научные доклады высшей школы. М., Metallurgizdat, 1999, N3.
- 6 Губкин С. И. Пластическая деформация металлов. М.,Металлургиздат, 2002, т.1, т.2, т.3.
- 7 Пресняков А. А. Локализация пластической деформации. Алма-Ата, Наука, 2005, 122с.
- 8 Пресняков А. А. Очаг деформации при обработке металлов давлением. Алма-Ата, Наука, 1999,136с.
- 9 Пресняков А. А., Мофа И. И., Куличенко П. М. и др. Влияние жесткости испытательной машины на механические свойства материалов II. Проблемы прочности.2003. N2. с 109-112.
- 10 Смирнов В. С. Поперечная прокатка, Машгиз,1997.
- 11 Бриджмен П. Исследование больших пластических деформаций и разрыва. Пер.с англ. М:изд. иностр.лит.,1998.
- 12 Каргельский И. В., Щедров В. С. Развитие науки о теории сухое трение. М: Изд-во. АН. СССР,2003.
- 13 Екифанов Г. Н. О двучленном законе трения. В.сб. «Исследования по физике твердого тела». Изд-во. АН. СССР, 2002.

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ ПО ТОЛЩИНЕ СТЕНКИ

НУРОВА А. А.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Качество продукции относится к числу важнейших показателей деятельности предприятия. Повышение качества продукции в значительной степени определяет выживаемость и успех предприятия в условиях рынка, темпы технического прогресса, внедрения инноваций, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии.

Следует отметить, что от выпуска высококачественной продукции выигрывает и национальная экономика, поскольку в этом случае увеличиваются экспортный потенциал и доходная часть платежного баланса страны, повышается авторитет государства в мировом сообществе.

Отсюда вытекает необходимость постоянной, целенаправленной, кропотливой работы товаропроизводителей по повышению качества продукции в сравнении с аналогами конкурентов.

Проблема качества бесшовных труб ТОО «KSP STELL» существует [1].

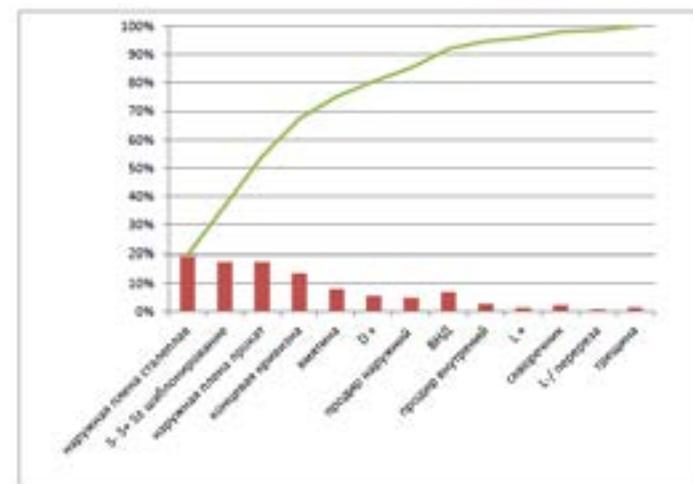


Рисунок 1 – Диаграммы Парето по дефектам ТПП за 9 месяцев

При анализе диаграммы Парето по дефектам ТПП за 9 месяцев (рисунок 1) выяснилось, что потери по причине S- S+ S± / шаблонирование составляют 17 % от всего брака труб.

Замеры толщины стенки труб на ТОО «KSP STELL» проводят прибором с индикаторной головкой. Перед началом проведения замера необходимо убедиться в отсутствии на наружной и внутренней поверхности трубу отслаивающейся окалины, защитных покрытий, наплавов металла и Другие грубых микронеровностей поверхность способствующих получению неточных данные. При необходимости произвести очистку поверхностей напильником и/или наждачной бумагой. Замеры толщины стенки необходимо производить в 16 точках по сечению трубу (для труб диаметром более 114 мм) и в 8 точках (для труб диаметром 114 и менее) на расстоянии не менее 5 мм от торца трубу в одной сечении.

Так же замеры толщины стенки проводят ультразвуковым толщиномером. Прибор с учетом особенностей свой конструкции позволяет замерить толщину стенки по всей длине трубы на специально отведенных участках (участки и столы визуального контроля, участки ремонтных зон и т.д.).

Для поиска образования разностенности на трубах была составлена диаграмма Исикавы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Диаграмма Исикавы для толшины стенки

Затем из диаграммы была разработана причин-следственная матрица, в которую вошли 44 возможные причины отклонения толшины стенки от заданной. Причины были проранжированы методом экспертных оценок и для девяти наиболее значимых из них, определенных по правилу Парето (20 % причин вызывают 80 % несоответствий) был составлен FMEA (анализ режимов отказов и последствий).

Таблица 1 – FMEA (анализ режимов отказов и последствий) для повышения точности труб

Этап процесса	Ключевые параметры процесса	Потенциальные дефекты/отказов/ несоответствий	Тяжесть	Потенциальные причины	Частота	Текущие управление параметром (существующие методы контроля)	Обнаружение	Приоритетное число риска
Прокатка трубы в стане НСУО	Осевая настройка стана	Нарушение оси прокатки	9	Погрешность при установке	9	Визуально-измерительный	7	567
Прокатка трубы в стане редуционный	Люфт зажимных винтов	Нарушение соосности клетей под нагрузкой при прокатке	7	Износ узлов и механизмов нажимных винтов	9	Отсутствует	9	567
Сборка валков	Точность сборки	Смещение калибра, повышенные люфты узлов	9	Слабый контроль, некачественные компоненты	8	Визуально-измерительный	7	504
Прокатка трубы в стане НСУО	Настройка скоростного режима по клетям стана	Переполнение отдельных клетей, продольная и поперечная разностенность	7	Неоптимальный расчет	7	Отсутствует	9	441
Прокатка трубы в стане редуционный	Установка зазоров в стане	Нарушение соосности клетей под нагрузкой при прокатке	7	Разница в сборке клетей	9	Визуально-измерительный	7	441
Сборка валков	Контроль качества сбора	Постановка на прокат клетей, не соответствующих требованиям документов	9	Недостовверный контроль	7	Визуально-измерительный	7	441
Прошивка заготовки	Калибровки инструмента	Неровные концы гильзы, разностен по концам гильзы	8	Неоптимальные калибровки	9	Периодическая ревизия	5	360
Сборка валков	Качество компонентов	Смещение калибра, повышенные люфты узлов	9	Несвоевременный заказ и поставка компонентов	5	Визуально-измерительный	7	315
Прошивка заготовки	Настройка противного стана	Неровные концы гильзы, разностен по концам гильзы	8	Ошибки в расчете	5	Периодическая ревизия	5	200

По результатом проработки возможных причин появления несоответствий по толщине стенки было выявлено несколько основных направлений для разработки плана мероприятий по улучшению процесса: осевая настройка НСУО, изготовление и сборка

технологического инструмента, а так же техническое состояние стана и его механизации.

Единственное направление, работы по которому возможно выполнить без существенных инвестиций – осевая настройка станом НУСО/редукционный.

Для выполнения мероприятий по улучшению качества изготовления и сборки технологического инструмента требуется разработка и изготовление/закупа станда для сборки/разборки и контроля геометрических параметров инструмента.

Для улучшения технологического состояния стана НСУО требуется капитальный ремонт/ модернизация узлов нажимных винтов, восстановление предусмотренных конструкцией стана зажимов, фиксирующих кассеты в заваленном положении, а так же ревизия боковых пластин (зеркал) на станинах и клетях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Особенности контроля бесшовных труб на ТОО «KSP Steel»; «XVI Сатпаевские чтения» статья/Нурова А.А., 2016.

2 Технология и оборудование трубного производства; учебное пособие для вузов / В.Я.Осадчий, А.С.Вавилин, В.Г. Зимовец, А.П.Коликов; под ред. В.Я.Осадчий - В.Я.Осадчий, М. «Интернет Инжиниринг», 2007. – 14с.

3 Майоров, А. Л. Ультразвуковой контроль бесшовных труб в условиях производства / А. Л. Майоров, П. П. Прохоренко // Литье и металлургия. – 2007. – № 2 (42). –89 – 93с.

4 Производство труб: учебник / Шевакин Ю.Ф – М.:«Металлургия», - 1968. – 12-15с.

5 Исследование влияния окалинообразования на состояние поверхности заготовок для повышения качества горячекатаных бесшовных труб/ И.А.Ковалева, А.А.Кучков, А.В. Венгура, Н.А. Ходосовская, И.А. Гузова, И.А. Овчинникова, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», Металлургия – 53 с.

6 Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. – М.: Машиностроение, 2003.- 7 с.

## О ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ И ФОНДООТДАЧИ

НУРСЕИТОВ Б. Н.

к.э.н., доцент, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. И. Сатпаева, г. Екибастуз

ТУРГУМБАЕВА Г. Т.

преподаватель, Карагандинский государственный  
индустриальный университет, г. Темиртау

Стоимость основного капитала АО «АрселорМиттал Темиртау» растет более быстрыми темпами, чем рост объема продукции. Так, за 2000-2015 гг. стоимость основных производственных фондов комбината выросла в 2,9 раза, тогда как стоимость валовой продукции – всего в 2,1 раза. Следовательно, за данный промежуток времени произошло снижение уровня фондоотдачи, что способствовало определенному снижению эффективности всего металлургического производства.

Для черной металлургии республики повышение отдачи основных фондов имеет особое значение, так как она по темпам их роста значительно опережает другие отрасли промышленности. Кроме того, если повышение фондоотдачи только по АО «АрселорМиттал Темиртау» на один тиын в 2000 г. означала увеличение объема товарной продукции на 5,3 млн.тг, то в 2015 г. это означает дополнительно – 16,0 млн.тенге продукции.

Однако в отрасли наблюдается тенденция к снижению фондоотдачи, в том числе и в АО «АрселорМиттал Темиртау»; стоимость основных фондов которого превышает более половины их в отрасли. Следует отметить, что на снижение фондоотдачи в черной металлургии заметное влияние оказывают факторы объективного характера, не зависящие от работы предприятия. Улучшение качества и расширение сортамента металлопродукции, повышение уровня комбинирования, природный фактор и другие способствуют снижению уровня фондоотдачи. Так, в 2008 г. при преобразовании АО «АрселорМиттал Темиртау», фондоотдача снизилась до 0,48 тенге [1, с. 213] (фактор комбинирования). Кроме того, на снижение фондоотдачи влияют рост индекса стоимости строительства, а также затраты на охрану водного и воздушного бассейнов. Так, стоимость основных фондов по охране среды в АО «АрселорМиттал Темиртау» в 2015 г. достигла 6,8 % общей суммы основных фондов.

Вместе с тем, как показывает анализ, немаловажное значение в повышении уровня фондоотдачи имеют «субъективные» факторы, т.е. зависящие от деятельности самого предприятия.

Если в целом по комбинату фондоотдача в 2015 г. по сравнению с 2001г. снизилась до 83,6 %, то в доменном цехе за этот же период она составила 135,5 %, в конверторном – 181,6, ЛПЦ №1 –166,6, ЛПЦ №2 – 171,3 (в % к 2004 г.). Также, по нашим расчетам, возрастает фондоотдача, исчисленная по натуральной продукции. За период с 2001 г. по 2015 г. производство конверторной стали на 1 тенге основных фондов выросло на 21 кг, мартеповской стали – 9 кг, слябов – 11 кг, листа холоднокатаного – 20 кг.

Таким образом, на уровень фондоотдачи влияют различные факторы, имеющие разнонаправленный характер. Рассмотрим изменение фондоотдачи, исчисленной по валовой и условно-чистой продукции в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау».

Показатели	Условные обозначения	2014 г. (0)	2015 г. (1)
1. Валовая продукция, т.тенге	ВП	599610	637729
2. Чистая продукция, т.тенге	ЧП	212945	251764
3. Стоимость основных производственных фондов, т.тенге	ОФ	1492853	1590976
4. Стоимость активной части фондов, т.тенге	АФ	766519	839196

Фондоотдача по валовой продукции за 2014г. и 2015 г. составляет:

$$\Phi_0 = \frac{ВП_0}{ОФ_0} = \frac{599610}{1492853} = 0,4016 \text{ тенге}$$

$$\Phi_1 = \frac{ВП_1}{ОФ_1} = \frac{637729}{1590976} = 0,4008 \text{ тенге}$$

Снижение фондоотдачи составило – 0,08 тиын (0,4016 – 0,4008) или 0,2 %.

Фондоотдача по чистой продукции за этот же период:

$$\Phi_0^1 = \frac{ЧП_0}{ОФ_0} = \frac{212945}{1492853} = 0,1427 \text{ тенге}$$

$$\Phi_1^1 = \frac{ЧП_1}{ОФ_1} = \frac{251764}{1590976} = 0,1582 \text{ тенге}$$

Повышение фондоотдачи +1,55 тиын или на 10,9 %.

Как видно из расчета, показатели фондоотдачи, определенные по валовой и чистой продукции, изменились в разных направлениях. В целях установления причин такого явления, рассмотрим факторы, повлиявшие на изменение показателя фондоотдачи за отчетный год.

Для этого используем схему взаимосвязи фондоотдачи с объемом продукции, выраженную по валовой и чистой продукции [2, с.14]:

$$\frac{ВП}{ОФ} = \frac{ВП}{ЧП} \times \frac{ЧП}{АФ} \times \frac{АФ}{ОФ}$$

И рассчитаем факторные индексы для анализа:

$$\frac{ВП}{ЧП} = \frac{ВП_1}{ЧП_1} \cdot \frac{ВП_0}{ЧП_0} = \frac{637729}{212945} \cdot \frac{2,533}{2,8157} = 0,8995 \text{ тенге}$$

х) Рассчитана методом вычитания из валовой продукции материальных затрат.

$$\frac{ЧП}{АФ} = \frac{ЧП_1}{АФ_1} \cdot \frac{ЧП_0}{АФ_0} = \frac{251764}{766519} \cdot \frac{0,3000}{0,2778} = 1,799$$

$$\frac{АФ}{ОФ} = \frac{АФ_1}{ОФ_1} \cdot \frac{АФ_0}{ОФ_0} = \frac{839196}{7665159097619} \cdot \frac{766519}{1442853} = 1,0272$$

Рассчитаем количественное выражение влияния каждого фактора на изменение уровня фондоотдачи в АО «АрселорМиттал Темиртау» в 2015 г. Для этой цели используем факторные индексы по трем направлениям:

а) Повышение удельного веса стоимости активной части основных фондов в общей их стоимости привело к повышению фондоотдачи на 1,1 тиын:

$$2,8157 \times 0,2778 (0,5274 - 0,5134) = 0,0109 \text{ тенге (+1,1 тиын)}$$

б) Увеличение удельного веса стоимости чистой продукции в стоимости валовой продукции привело к снижению фондоотдачи по комбинату на 4,47 тиын

$$(2,5330 - 2,8157) \times 0,3 \times 0,5274 = -0,0447 \text{ тенге или } -4,47 \text{ тиын}$$

в) Повышение фондоотдачи активной части основных фондов по чистой продукции привело к значительному повышению фондоотдачи

$$2,8157 \times (0,3000 - 0,2778) \times 0,5274 = +0,0329 \text{ тенге или } +3,29 \text{ тиын}$$

Таким образом, конечный показатель фондоотдачи снизился на -0,08 тиын, что подтверждается суммой полученных частных итогов:

$$+1,1 - 4,47 + 3,29 = -0,08 \text{ тиын}$$

В результате вышеуказанных и других причин стоимость валовой продукции в 2015 г. превысила уровень 2014 г. на 38119 тыс. тенге (637729-599610). Данное увеличение объема валовой продукции сложилось по следующим факторам:

Снижение материалоемкости (увеличение удельного веса стоимости чистой продукции в стоимости валовой продукции) привело к уменьшению объема товарной продукции на 71116 тыс.тенге.

$$(-0,0447 \times 1590976) = -71116 \text{ тыс. тг}$$

Повышение фондоотдачи активной части основных фондов по чистой продукции способствовало увеличению объема товарной продукции на 52488 тыс.тенге

$$(+0,0329 \times 1590976 = +52488 \text{ тыс. тенге})$$

Повышение удельного веса стоимости активной части основных фондов в общей их стоимости привело к увеличению объема товарной продукции на 17341 тыс. тенге

$$(+0,0109 \times 1590976 = +17341 \text{ тыс. тенге})$$

Увеличение массы основных фондов в 2015 г. по сравнению с 2014 г. на 98123 т. тг. При уровне фондоотдачи 0,4016 тенге привело к росту объема валовой продукции на 39406 тыс.тенге

$$(+98123 \times 0,4016 = +39406 \text{ тыс. тенге})$$

Общий результат:  $-71116 + 52488 + 17341 + 39406 = +39119$  тыс. тенге.

Таким образом: основным фактором снижения фондоотдачи в 2015 г. явилось снижение материалоемкости продукции, за счет чего значительно уменьшен объем валовой продукции (71116 тыс. тг). В целом, это явление соответствует прогрессивной тенденции снижения материалоемкости продукции в народном хозяйстве, следовательно, основными путями повышения фондоотдачи на комбинате являются, увеличение активной части основных фондов, лучшее их использование, как по времени, так и по мощности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Н. И. Митяев «Основные производственные фонды черной металлургии», М., «Металлургия», 1977 г.

2 «Улучшение использования основных фондов предприятий». М., «Экономика», 2005 г.

## ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНО–ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРАГМЕНТОВ БОКОВОЙ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

САПИНОВ Р. В.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
БАКЕЕВА Д. М.  
студент, КГКП «ПМК»  
СУЮНДИКОВ М. М.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Производство железнодорожной техники выделено одним из приоритетных 14-ти секторов ГП ИИР-2, реализация которой запланирована на период 2015-2019 гг. Приоритетным видом деятельности сектора является производство железнодорожных локомотивов и подвижного состава, а также производство комплектующих к железнодорожной техники [1, с. 2]. В последнее время за счет интенсификации железнодорожного движения и как следствие этого – возросших нагрузок на боковые рамы тележек грузовых вагонов участились случаи выхода из строя последних по причине возникновения дефектов, вызванных неудовлетворительными механическими свойствами (рис. 1).

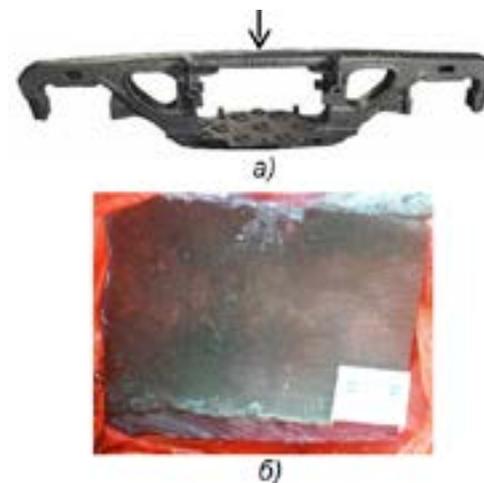


Рисунок 1 – Поломка боковой рамы тележки грузового вагона

В связи с актуальностью, данной проблемой занимаются многие научные коллективы. Известно что наиболее эффективным способом устранения вредного влияния концентраторов напряжений и продления эксплуатационного ресурса боковых рам является их упрочнение методом объемно - поверхностной закалки (ОПЗ). При этом технология ОПЗ позволяет повысить прочностные свойства боковых рам как новых, так и после наплавки без изменения материала и самой технологии изготовления отливок. Такая обработка, применяемая к массовым видам металлопродукции для железнодорожного транспорта, позволяет создать градиент твердости по сечению изделия и обеспечить внутренние остаточные сжимающие напряжения в его поверхностных слоях [2, с. 2-4]. Кроме этого в исследованиях [2, 5] предлагается методика определения градиента твердости и прочности по 3 слоям фрагмента рамы тележки, который появляется при проведении ОПЗ, но отсутствует при традиционной термообработке - нормализации. Однако данный метод для своего проведения требует наличия сложного оборудования и продолжителен по времени.

Предлагаемый в данной статье метод позволяет более оперативно получить результаты, за счет применения цилиндрических образцов, не разделяющих фрагмент рамы на слои, которые позволяют сделать вывод о том, что проведение ОПЗ дает улучшение механических свойств по сравнению с традиционной нормализацией.

Для изготовления боковых тележек согласно ГОСТ 22703-2012 [3, с. 3] используют сталь 20ГЛ. Химический состав стали 20ГЛ, %: С – (0,17-0,25), Mn – (1,1-1,4), Si – (0,3-0,5), Cr – 0,3, Ni – 0,3, Cu – 0,3. ГОСТ 32400-2013 для данной детали предусматривает в качестве термообработки нормализацию при температуре 880 °С. При этом сталь 20ГЛ приобретает механические свойства  $\sigma_B$  – 500 МПа,  $\sigma_{0,2}$  – 410 МПа. Целью данной работы является изучение влияния объемно-поверхностной закалки на механические свойства фрагмента рамы боковой тележки. Для проведения эксперимента был вырезан участок из верхней части рессорного проема тележки (рис. 2). Толщина вырезанной части составлял 20 мм, размеры – 160 х 200 мм. Образец вырезался с помощью газового резака последующим механическим удалением кромок, утеравших свои свойства из-за воздействия высоких температур.



а) – рама боковая с указанием места выреза; б) – фрагмент рамы  
Рисунок 2 – Фрагмент автосцепки

Первая часть эксперимента проводилась в ПГУ им С. Торайгырова, другая – во время стажировки в МИСиС (г. Москва, РФ). Для начала требовалось определить температуру нагрева закалки и скорость охлаждения. С этой целью был определен химический состав стали образца методом спектрального анализа на установке «Spectrolab», %: С – 0,19, Mn – 1,10, Si – 0,40, Cr – 0,30, Ni – 0,30. Критическая скорость закалки выбрана из термокинетических диаграмм превращения аустенита в стали 20 ГЛ [4, с. 4]. Она составляет  $\approx 230$  °С /сек., и находится в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита, что соответствует охлаждению в быстродвижущемся потоке воды. При таком охлаждении обеспечивается закалка на мартенсит слоя изделия из стали 20 ГЛ заданной толщины. Расчеты и опыт показали, что наиболее эффективное упрочнение достигается при толщине закаленного слоя 0,2 – 0,5 от радиуса или полутолщины детали. Прокаливаемость применяемых сталей зависит от значений критической скорости охлаждения в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита (720 – 550 °С) [2, с. 2]. Температура нагрева образца толщиной 20 мм составляет 940 °С ( $\pm 10$  °С), время нахождения в печи – 60 мин (нагрев 20 мин + 30 мин выдержка). Более длительный нагрев приведет к росту зерна, что вследствие наследования мартенситом размера зерна приведет к снижению прочностных характеристик [6, с. 1]. Температура

охлаждающей среды  $\approx 25$  °С. Для проведения эксперимента был использован насос с производительностью - 360 м<sup>3</sup>/час.

Были подготовлены образцы согласно ГОСТ 1497-84 с размерами  $d_0 = 10$  мм,  $l_0 = 100$  мм (рис. 3).



Рисунок 3 – Экспериментальные образцы, подготовленные по ГОСТ 1497-84

Испытания на растяжение проводили на разрывной машине со скоростью деформации 2 мм/мин по ГОСТ 1497-84. Металлографические исследования наружной поверхности упрочненной стенки боковой рамы проводили на шлифах на световом микроскопе типа Axiovert 40MAT при увеличении  $\times 500$  после травления в 4 % растворе азотной кислоты.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты механических испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Механические характеристики фрагмента боковой рамы после термической обработки

Вид термической обработки	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta, \%$
	МПа		
1. ОПЗ	820	580	12
2. Нормализация	500	390	19

Видно, что после проведения ОПЗ предел прочности по сравнению с нормализацией повышается практически в 2 раза, а условный предел текучести в 1,5 раза. Кроме этого на внешнем слое формируется ферритно – цементитная смесь с межчастичным расстоянием  $\leq 0,2$  мкм, сохранившая ориентировку мелкоигольчатого мартенсита (рис. 5, а). Для сравнения, после нормализации обнаруживается ферритно-перлитная микроструктура (рис. 5, б).

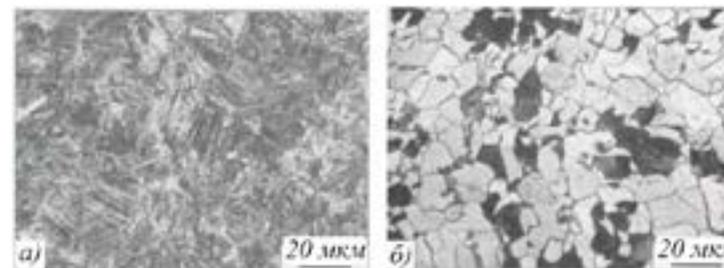


Рисунок 4 – Микроструктура наружного поверхностного слоя: а) после ОПЗ, б) после нормализации

Выводы. Таким образом, применение ОПЗ позволяет существенно улучшить структуру и механические характеристики фрагмента боковой рамы тележки грузового вагона. В Павлодарской области нет предприятий, выпускающих боковую раму тележек грузовых вагонов. Поэтому введение ОПЗ крайне выгодно, поскольку проведенная ОПЗ боковых тележек на ремонтных предприятиях придаст им механические характеристики, превышающие заданные на предприятии-изготовителе. Это позволит, значительно увеличить ресурс их работы, что снизит расходы на поддержание подвижного состава в рабочем состоянии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы, утвержденная Указом Президента РК от 1 августа 2014 года № 874.

2 Никулин С. А. и др. «Влияние объемно-поверхностной закалки на циклическую прочность фрагментов боковых рам тележек грузовых вагонов» / Металловедение и термическая обработка металлов, № 11, 2015, С. 42 – 47.

3 ГОСТ 22703-2012 «Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия», – М., «Стандартинформ», 1993 г.

4 Сильман Г.И. и др. «Рациональное управление структурой и свойствами марганцевых сталей типа 20ГЛ». / Металловедение и термическая обработка металлов, № 2, 2011, С. 4

5 Никулин С.А. и др. «Прочность фрагментов боковых рам тележек грузовых вагонов после проведения объемно поверхностной закалки» / Деформация и разрушение материалов, № 2, 2006, С. 42 – 46.

6 Calcagnotto M. Deformation and fracture 2010 Acta Materialia Inc. Published by Elsevier Ltd., P. 1

### ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

САЯСАТОВА С. Б., МАГЗУМОВА А. А.,  
ДИТЯТИНА К. И., ТЕРЕХОВ А. В.

студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАКИМОВА Ж. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Коррозия – это распространенная проблема, которая ежегодно обходится современной экономике в миллиарды долларов. Фундаментальные научные исследования в области коррозии позволяют ученым разрабатывать такие материалы, которые сами будут предотвращать возникновение коррозии [1].

Коррозия является сложной мультифизической проблемой. В перспективе исследования приведут к установлению корреляций между микроструктурой материала и коррозией, что позволит разработчикам материалов включать или исключать определенные параметры при разработке новых коррозионно-устойчивых материалов.

В отчете Национальной академии наук, представленном Национальным научно-исследовательским советом США, говорится, что «недостаток фундаментальных знаний о коррозии и механизмов их применения на практике выливается в серьезные издержки для общества». Исходя из цифр, приведенных в декабре 2010 г., на устранение и предотвращение коррозионных повреждений было потрачено порядка 600 млрд. долларов США, что составляет от 2 до 4 % валового национального продукта этой страны.

Точечная коррозия в металле происходит тогда, когда электрохимические реакции и массообмен в прилегающем растворе

электролита приводят к локальной потере материала, как показано на рисунке 1. Коррозионная язва продолжает расти, и в конце концов материал или компонент под нагрузкой разрушится.

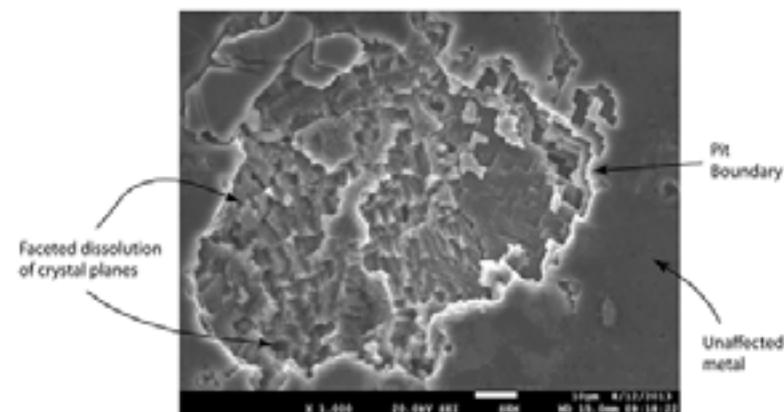


Рисунок 1 – Точечная коррозия в алюминиевом сплаве. Изображение предоставлено С. Feng и S. Policastro

Предложен инновационный комплексный подход для лучшего понимания точечной коррозии. Целью является выполнение связанного мультифизического моделирования роста точечной коррозии под действием механических сил, чтобы квантифицировать ее общее влияние на конструктивную целостность с учетом микроструктуры материала.

Неравномерное разрастание коррозии из-за микроструктуры металла, схематически показанное на рисунке 2, возникает вследствие уникального размера и формы каждого отдельного зерна. Каждое зерно также может иметь определенную кристаллографическую ориентацию, которая может влиять на скорость коррозии или распространение ее фронта в определенном месте. Вторичные фазы, выпавшие фазы и двойниковые границы являются дополнительными особенностями металла, которые могут повлиять на зарождение и разрастание точечной коррозии [2–4].

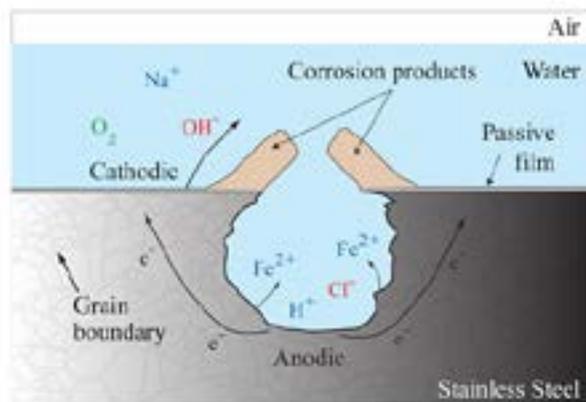


Рисунок 2 – Схем коррозии в металлах, как результат реакций и массообмена в растворе электролита. Фронт неравномерной коррозии растет из-за микроструктуры материала. Моделирование в программе COMSOL Multi physics, Кидвай.

Для полного описания развития коррозионных язв при мультифизическом моделировании процесса коррозии требуется связать электрохимические уравнения и уравнения массообмена для множества видов ионов, а также сложное описание скорости реакций и диффузии разных видов в электролите, при этом необходимо следить за границей раздела металла с электролитом или за фронтом коррозии, продвижение которого зависит от характера изменения раствора. На рисунке 3 показана геометрия модели, которая использовалась для оценки развития точечной коррозии в металлах.

На данный момент с помощью моделирования можно решить электрохимические уравнения и уравнения массообмена отдельно. В будущем будет создана связанная электрохимическая массообменная модель коррозии. Чтобы создать модель, используют физические явления при переносе растворенных частиц для переноса массы, уравнения Лапласа и Пуассона для электрического потенциала, а также технологию подвижных сеток (ALE) для фронта коррозии.

Для решения этой задачи можно использовать COMSOL Multiphysics с модулем Cognition. Учет микроструктуры в мультифизической модели точечной коррозии – непростая задача, решить которую сначала пытались, используя методику дифракции обратно рассеянных электронов (OIM), чтобы получить 3D-изображения микроструктуры металла. Восстановленное изображение стали, полученное с помощью

методики дифракции обратно рассеянных электронов, показано на рисунке 3.

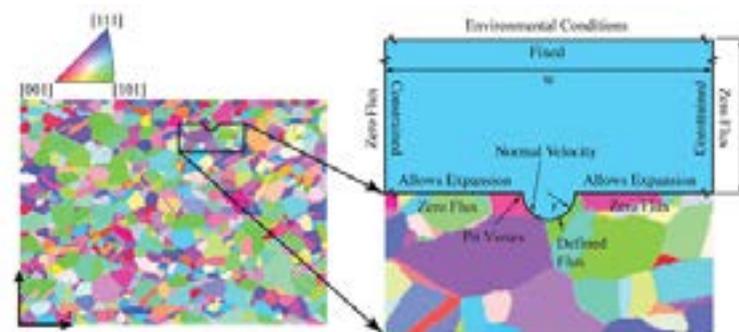


Рисунок 3 – Справа: геометрия модели, которая выполнена в COMSOL Multiphysics для оценки разрастания очагов коррозии в металлах. Восстановленная микроструктура металла (слева) была определена в научно-исследовательской лаборатории ВМС США с помощью методики дифракции обратно рассеянных электронов.

Цветные обозначения соответствуют кристаллографической ориентации каждого зерна

Для включения микроструктуры стали в мультифизическую модель точечной коррозии, выполненную в среде COMSOL, использовался комплексный метод. В каждой точке по фронту коррозии нам надо определить ориентацию кристалла, чтобы рассчитать соответствующий потенциал точечной коррозии, который, в свою очередь, определяет скорость коррозии и продвижение фронта. Потенциал точечной коррозии определяется в программе MATLAB для определенной кристаллографической ориентации и в конечном счете используется моделью COMSOL для расчета скорости коррозии и продвижения ее фронта. Модуль LiveLink™ для MATLAB позволяет учитывать в расчетах влияние микроструктуры металла. Результаты моделирования в среде COMSOL демонстрируют локальную потерю материала в результате точечной коррозии. Полученные результаты моделирования привели к развитию нового экспериментального метода оценки коррозии на микроскопическом уровне. Результаты, полученные в ходе экспериментов, будут использованы для проверки правильности модели и для установления взаимосвязи между микроструктурой, формой очагов коррозии и их увеличением.

После валидации модели и по мере ее дальнейшего развития, она будет включать в себя связанный анализ механики конструкций для разъяснения эффекта разрастания очагов коррозии в металле на его прочность и надежность. В настоящее время успешно осуществлен несвязанный анализ прочности конструкции стали с микроструктурой. Также активно разрабатываются методы для определения взаимосвязи между микроструктурой, формой очагов коррозии и механическими параметрами. Установление такой взаимосвязи является конечной целью, достижение которой позволит разработчикам создавать материалы, которые лучше противодействуют коррозии и даже предотвращают ее, тем самым снижая чрезмерные затраты.

Сталь, по сути, представляет собой неустойчивое состояние железа, а коррозия – это процесс, в ходе которого железо возвращается в свое естественное состояние. Коррозия возникает при прохождении тока (потока электронов) от анода с высоким потенциалом до катода с более низким потенциалом.

Для полной защиты металлоконструкций от коррозии инженеры–разработчики должны убедиться в том, что различные части конструкции находятся в диапазоне защиты от коррозии. Другими словами, создаваемое анодами напряжение должно быть достаточным для того, чтобы вызвать реакцию восстановления кислорода на поверхности металла для компенсации тока.

Эта модель входит в полную библиотеку моделей, которая устанавливается вместе с программным пакетом COMSOL Multiphysics®.

Эти модели, снабженные подробными пошаговыми инструкциями, знакомят пользователя с основами мультифизического моделирования.

На поверхностях протекторных анодов задан постоянный потенциал, тогда как на поверхности катода восстановление кислорода ограничено скоростью переноса кислорода, растворяемого на поверхности. Это приводит к возникновению граничного условия постоянной плотности нормального тока на металлических поверхностях конструкции.

Первый шаг при разработке системы защиты заключается в определении потенциала металлоконструкции при условии постоянного катодного тока (восстановление кислорода). Это гарантирует генерацию анодами потенциала, необходимого для поддержания заданного тока. Значение потенциала должно лежать строго в требуемом диапазоне, который обеспечивает защиту конструкции за счет восстановления кислорода и исключения водородной деполяризации.

Для прогнозирования потенциала электролита на поверхности анодов и металлоконструкции (катода) можно использовать мультифизическое моделирование. Среду моделирования COMSOL Multiphysics удобно использовать для того, чтобы лучше понять распределение тока и напряжения в электрохимических системах.

В этой модели потенциал электролита сначала получили путем аппроксимации, исходя из допущения, что плотность тока в катодной конструкции является постоянной. Как показывает модель, чем ниже потенциал электролита, тем ниже степень защиты конструкции от коррозии. Объясняя это взаимоотношение, модель позволяет дать четкое представление о менее защищенных и, следовательно, критических узлах нефтяной платформы.

Модель можно легко расширить с учетом дополнительных воздействий, например, перенапряжения или градиентов концентрации, которые можно использовать для более глубокого понимания процессов коррозии.

Таким образом, мультифизическое моделирование в задачах коррозионной защиты позволяет:

Рассчитать прогнозируемую скорость коррозии при определенной коррозионной агрессивности среды;

Оценить категорию агрессивности среды;

Выбрать оптимальный для данной среды способ защиты;

Своевременно предупредить отказы на объектах, тем самым предотвратить материальные потери, наносящие экономический и экологический ущерб.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Comsol News 2015. The multiphysics simulation magazine: oil & gas.
- 2 В. А. Кудрин. Теория и технология производства стали. М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.
- 3 Розенфельд И. Л. Коррозия и защита металлов / И. Л. Розенфельд. – М.: Изд-во «Металлургия» 1969, 305 с.
- 4 Улиг Г. Г., Ревин Р. У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ. / Под ред. А. М. Сухотина. – Л.: Химия, 1989. –Пер. изд., США, 1985.
- 5 Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. М.: Теплотехник, 2009. – 528 с.
- 6 Бубнов С. А., Бубнов А. А. Моделирование напряженного состояния и разрушения толстостенных трубопроводов в условиях водородной коррозии и неоднородного теплового поля. М: Metallurgy, 2009. –62 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТНЯКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

СПАНОВ С. С.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ЖУНУСОВ А. К.

к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ТОЛЫМБЕКОВА Л. Б.

к.т.н., PhD, доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КУЛЕТОВ З. О.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ЖУНУСОВА А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В электросталеплавильном производстве при выплавке стали в основных электропечах в состав шихты вводят известняк, свежесожженную известь, плавиковый шпат, боксит, шамотный бой для наведения шлака необходимого состава и консистенции. Обычно известняк содержит 52-54 % CaO и  $4 \leq \% \text{MgO}$  и  $\leq 1 \% \text{SiO}_2$ . К сере и фосфору предъявляют особые требования, содержание этих элементов должно быть минимальным. Известняк применяют в основных электропечах редко, как правило, используют свежесожженную известь.

Состав извести, кроме содержания серы, определяется в основном составом известняка. При обжиге известняка в газовых печах содержание серы уменьшается. Обожженная известь содержит 88-93 % CaO. Чем выше CaO и ниже содержание кремнезема и серы, тем выше качество извести, так как при высоком содержании кремнезема возрастает количество шлака в печи.

Большую роль играет температура обжига. При температуре 900-1000 °C известь получается пористой, рыхлой. Поглощая влагу из воздуха, известь рассыпается в порошок. Известь, обожженная при 1200-1300 °C, более плотная и меньше подвергается поглощению влаги. Транспортировать её от обжиговых печей в цех следует в контейнерах, хранить разрешается в закрытых складах или бункерах в течении 2 суток. При хранении более указанного срока обожженная известь «гасится» в связи с протеканием реакции  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ . Влага, внесенная из воздуха в электропечь известью, обогащает металл водородом.

В данной работе нами ставилась задача, заменить известь (CaO) на известняк ( $\text{CaCO}_3$ ) в процессе плавки электростали в ЭСПЦ-2 ТОО «KSP Steel».

Опытные плавки проводились по существующей технологии выплавки стали со следующим порядком подачи шлакообразующих материалов в электропечь:

– присадка известняка производилась в завалку в количестве от 2.6 до 2.8 тонн на плавку, удельный расход составил 45 кг/т.;

– на доводке присадка извести производилась через загрузочное отверстие свода в количестве от 1.0 до 1.2, удельный расход составил 18,33 кг/т.

В период плавления с момента нагрева металлической шихты до температуры 700-800 °C и по мере её расплавления начинается окисление примесей металла и железа в результате взаимодействия их с оксидами железа, которые вносятся в виде ржавчины металлической шихтой и твердыми окислителями, а также кислородом воздуха. Более интенсивно окисление примесей наблюдается при использовании в рассматриваемый период газообразного кислорода.

Окисление примесей и железа возрастало с увеличением поверхности шихты, чем были мельче куски шихты, тем больше окислялось. Для уменьшения тепловых потерь металла увеличивалось количество шлака по ходу плавления, для чего присаживали известняк от 2.6 до 2.8 тонн на плавку. Одновременно содержание CaO в шлаке улучшает условия дефосфорации металла. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав шлака

Наименование плавки	Химический состав шлака, %								
	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	осн.
Базовый	38,85	10,01	3,4	25,21	3,01	3,63	0,09	0,18	2,3
Опытный	39,90	11,90	3,7	27,11	4,20	4,30	0,10	0,30	2,3

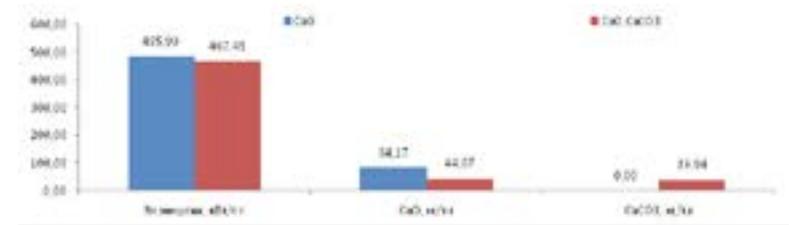


Рисунок 1 – Результаты плавки

На рисунке 1 представлены базовые плавки без использования известняка (синим цветом) и опытные плавки с использованием известняка (красным цветом).

Из рисунка 1 видно, что в опытный период расход известняка составил 39,94 кг/т против известня базовой плавки в 44,07 кг/т.

Расход электроэнергии составил 467,45 кВт/т, в базовый период этот показатель равен 485,9 кВт/т. Также из таблицы 1 следует, что по содержанию фосфора и остальных элементов опытные плавки вполне соответствуют требованиям электроплавки.

Содержание фосфора в металле перед выпуском находится на уровне 0,004-0,007 %, что позволяет производить выплавку трубных марок сталей с применением известняка.

Таким образом, анализ опытных плавков показал, что применение известняка при выплавке сталей возможно при оптимальном расходе электроэнергии и количества известняка на процесс дефосфорации, также предлагается установить нормы расходов материалов по технологическому регламенту известня 45 кг/т и известняка 45 кг/т.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 В. А. Кудрин. Теория и технология производства стали. М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.

2 Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. М.: Теплотехник, 2009. – 528 с.

### КИНЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БАРАБАННОЙ ПРОКАЛОЧНОЙ ПЕЧИ

ШАКЕНЕВ Р. К.-К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАСЕНОВ А. Ж.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Прокаливание нефтяного кокса проводится для повышения физико-механических свойств: высокой плотности, низкого электрического сопротивления, малой реакционной способности и достаточной механической прочности. Прокаленный кокс используют в цветной металлургии для изготовления анодов, катодов и графитированных электродов. Сущность прокаливания заключается в нагревании кокса до температуры, обеспечивающей глубокое протекание процесса дегидрирования и образование упорядоченной структуры

углеродистого остатка. Установки прокаливания нефтяного кокса целесообразно строить на месте его производства и комбинировать с установками замедленного коксования [1].

Технологическая схема, оборудование и режим работы установок прокаливания нефтяного кокса должны выбираться с учетом качества исходного сырья и получаемого готового продукта. Нефтяной кокс характеризуется высокой и переменной влажностью, достигающей 12-18 %, весьма широким гранулометрическим составом (от 0 до 200 мм) и повышенным содержанием мелких частиц и пыли, значительным выходом летучих веществ (10-12 %). В состав летучих веществ наряду с водородом и метаном входят смолистые продукты в виде паров и мельчайших капель, которые при температуре ниже 700 °С могут вызывать спекание кокса и закупоривание дымоходов и аппаратуры.

В зависимости от вида перерабатываемого сырья коксования различают игольчатый и рядовой кокс. Для игольчатого кокса используют крекинг-остатки, полученные из малосернистых дистиллятов. Рядовой кокс вырабатывают из крекированных гудронов и мазутов. Игольчатый кокс имеет более упорядоченную структуру и содержит значительно меньше зольных примесей и серы по сравнению с рядовым коксом.

Действительная плотность непрокаленного кокса равна 1390-1410 кг/м<sup>3</sup>, содержание водорода в сыром коксе составляет 5-7 %. При таком содержании водорода нефтяной кокс является диэлектриком. Чтобы придать коксу высокую электрическую проводимость и плотность, его необходимо подвергнуть прокаливанию путем нагрева до температуры 1200-1400 °С в течение 60-90 мин. Наиболее жесткие требования по содержанию серы и действительной плотности предъявляются к коксу, применяемому в производстве графитированных электродов. Достижение таких показателей возможно при применении малосернистого исходного сырья и при повышенной (до 1300-1400 °С) температуре прокаливания в течение 90 мин. Для рядового нефтяного кокса, используемого в производстве анодов и анодной массы алюминиевых электролизеров, большое значение имеют плотность, содержание зольных примесей (минимальное) и гранулометрический состав. Прокаливание рядового кокса проводится при температуре 1200-1250 °С.

Для удаления серы из кокса требуется нагрев его до температуры 1400 °С и выше, при этом имеет место снижение насыпной плотности готового кокса. Кроме того, необходимо предусматривать меры по защите оборудования от коррозии и по улавливанию сернистых газов.

В процессе прокаливания возможно испарение из кокса некоторой части хлоридов, которые способны конденсироваться и отлагаться на поверхности тепло-обменной аппаратуры, в дымовом тракте, ухудшая теплопередачу и нарушая газодинамический режим.

Обычно прокаливание кокса в промышленных условиях проводят в токе горячих дымовых газов. Процесс включает следующие технологические стадии: дробление и рассев, сушку, карбонизацию (удаление летучих веществ) и охлаждение прокаленного кокса. В отработанных дымовых газах содержатся летучие вещества, коксовая пыль, поэтому следует предусматривать стадии пылеулавливания, дожига горючих компонентов и утилизации тепла.

В рамках данной принципиальной схемы может быть несколько вариантов технологического оформления процесса, получающихся в результате совмещения отдельных стадий, т. е. осуществления двух и более стадий в одном аппарате. Например, сушку и удаление летучих веществ можно производить в прокалочной печи. Совмещение позволяет упростить технологическую схему установки, снизить капитальные затраты и повысить продолжительность межремонтного цикла работы. Все это в большинстве случаев, по-видимому, может компенсировать некоторое снижение производительности, повышение «угара» кокса и усложнение конструкции отдельных аппаратов.

Для правильного выбора технологической схемы в каждом конкретном случае должно быть выполнено технико-экономическое сравнение вариантов технологической схемы. Выбор технологической схемы должен быть увязан с типом и конструкцией прокалочной печи. На рисунке 1 показана принципиальная схема установки прокаливания ТОО «УПНК-ПВ», снабженной барабанной печью.

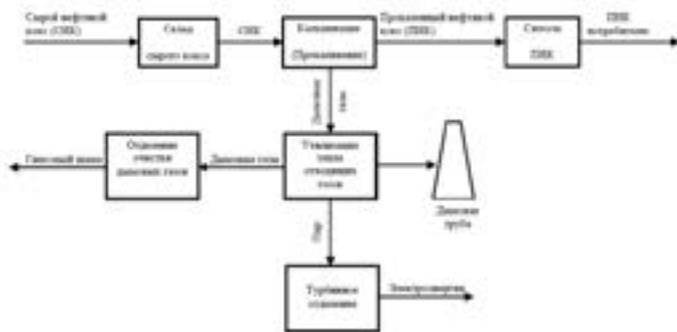


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки прокаливания ТОО «УПНК-ПВ», снабженной барабанной печью

Печь проковки ТОО «УПНК-ПВ» – барабанная вращающаяся печь длиной 65 м, с диаметром 3,47 м и углом наклона 4°. Вращающееся движение печи способствует перемещению, перемешиванию и контакту материала с внутренней поверхностью печи, что дает возможность хорошего прогрева в процессе.

Топливо впрыскивается в горелку, расположенную в головной части печи. Горелка оснащена тремя форсунками, каждая из которых может независимо регулировать расход топлива, в том числе сменой различных сопел и регулированием давления топлива. Горелка может использоваться в качестве топлива мазут и дизельное топливо. Дизельное топливо используется когда температура в печи ниже 350 °C, затем используется мазут. Во время обычной работы, объемный расход мазута автоматически регулируется для обеспечения температуры в зоне кальцинации около 1250-1350 °C.

Горение летучих веществ (ЛВ) и топлива при проковке нефтяного кокса производит большое количество высокотемпературных дымовых газов, которые содержат ЛВ и небольшую долю частиц кокса. 50-60 % ЛВ сгорают в печи, остальные поступают в дожигатель вместе с дымовыми газами. Рядом с дожигателем расположены топочные воздухоподогреватели, нагнетающие в него дополнительный воздух для максимального дожига летучих веществ и частиц кокса до поступления дымовых газов в систему утилизации тепла. Когда температура дымовых газов на выходе из дожигателя ниже, чем 1150 °C, горелки дожигателя запускаются для выработки дополнительного тепла.

Нефтяной кокс, после проковки при высокой температуре, выгружается из головной части печи во вращающийся барабанный холодильник, обеспечивающий снижение температуры от 1000 °C до 100 °C. Для продвижения кокса внутри холодильника от загрузочного конца к разгрузочному концу, корпус холодильника имеет наклон в два градуса двадцать девять минут к горизонту. Для интенсификации контакта горячего кокса с охлаждающей водой и воздухом внутри холодильника к его корпусу приварены специальные пластины, с помощью которых кокс поднимается на определенную высоту и сыпается в охлаждающий поток. Охлаждение кокса в холодильнике производится за счет его прямого орошения охлаждающей водой. С этой целью внутри корпуса холодильника вдоль его верхней образующей расположена специальная труба из жаропрочной стали с отверстиями для выхода воды. Внутрь трубы под высоким давлением подается вода, которая попадая на поверхность кусков горячего

кокса испаряется, быстро охлаждая за счет этого частицы кокса. Образующийся при испарении воды водяной пар разбавляет воздух, поступающий в холодильник из атмосферы за счет негерметичности уплотнений между корпусом и загрузочной и разгрузочной камер, предотвращая тем самым горение кокса. Водяной пар и выделяющиеся из холодильника дымовые газы, поступающие с ним из печи прокалки, отсасываются дымососами в циклоны, где от них отделяется коксовая пыль. Очищенный от пыли газовый поток направляется в дожигатель, где смешивается с дымовыми газами из печи прокалки. Образующийся при этом поток дымового газа направляется в котел-утилизатор.

При аварийном состоянии холодильников кокса горячий кокс из печей прокалки с помощью перекидного клапана выгружается на специальные бетонные площадки с ограждающими бортиками. Одновременно автоматически открывается арматура для подачи воды для охлаждения выгруженного кокса.

Исходными данными для технологического расчета барабанной печи должны быть производительность по сырью, характеристика исходного кокса, состав выделяющихся летучих веществ и показатели качества прокаленного кокса. Цель расчета - определение основных размеров печи (диаметра и длины), материальных и тепловых потоков, температурного профиля печи, математическое описание влияния технологических факторов на показатели работы печи. Расчет складывается из следующих этапов:

- а) кинетический расчет;
- б) составление общего теплового баланса прокалочной печи;
- в) расчет передачи тепла внутри нагреваемого слоя;
- г) расчет передачи тепла от дымовых газов к слою кокса.

По заданной глубине прокаливания, например, по истинной плотности прокаленного кокса, определяют конечную температуру нагрева и продолжительность процесса. Время пребывания кокса в прокалочной печи по практическим данным должно составлять 75-90 мин.

Конечная температура нагрева  $t_k$  (°C) рассчитывается из уравнения, проверенного на рядовом нефтяном коксе:

$$\rho = 370\tau^{0,107} e^{2/(t_k - 450/30000)} + 1430,$$

где  $\rho$  – истинная плотность прокаленного кокса, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\tau$  – продолжительность прокаливания, ч.

Реакционный объем прокалочной печи  $V$  (м<sup>3</sup>) вычисляется по формуле:

$$V = G / \varpi,$$

где  $G$  – производительность печи по сырью, кг/ч;

$\varpi$  – производительность единицы реакционного объема печи, кг/(м<sup>3</sup>×ч).

Рекомендуется принимать  $\varpi = 45-65$  кг/(м<sup>3</sup>×ч); производительность единицы реакционного объема для рядового электродного кокса выше, чем для игольчатого.

Далее рассчитывается степень заполнения печи коксом  $\psi$ :

$$\psi = G\tau / (V\rho_{cp}),$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя насыпная плотность кокса, находящегося в печи, кг/м<sup>3</sup> (рекомендуется принимать  $\rho_{cp} = 680-780$  кг/м<sup>3</sup>).

Обычно печи работают при значениях  $\psi = 0,03-0,15$ , чаще при  $\psi = 0,07-0,11$ .

Поверхность сегмента, занятого коксом,  $S$  (м<sup>2</sup>) равна:

$$S = 0,5 R^2 (\pi/180 - \sin\alpha),$$

Внутреннее сечение печи рассчитывается по формуле:

$$S_{\Pi} = \pi R^2,$$

где  $\alpha$  – угол, образуемый двумя радиусами, проходящими через концы хорды сегмента, град.

Длина печи определяется по формуле:

$$L = \pi D n / (100\tau),$$

где  $n$  – частота вращения барабана печи, ч-1;

$\tau$  – уклон печи, % (значения  $n$  и  $\tau$  выбирают по ГОСТ 11875-88).

Наружный радиус печи больше внутреннего на толщину тепловой изоляции (260-350 мм) и стенки металла. Толщина стенки  $\delta$  выбирается в зависимости от наружного диаметра барабана (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость толщины стенки  $\delta$  от наружного диаметра барабана

$D$ , м	2,8	3,0	3,2	3,5*	3,5**
$\delta$ , мм	20	22	25	25	30

\* Для аппаратов длиной 25 и 60 м.

\*\* Для аппаратов длиной 70 м.

На данном этапе расчета вычисленные значения диаметра и длины печи приводятся в соответствие с ГОСТ 11875-88, уточняются продолжительность прокаливания кокса, степень заполнения барабана сыпучим материалом, скорость вращения и угол наклона аппарата [3].

На основании заданной проектной мощности производства ТОО «УПНК-ПВ» и рекомендуемых физико-механических свойств прокаленного нефтяного кокса по выше приведенным формулам определены и приняты соответствующие параметры барабанной прокалочной печи (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Характеристики барабанной прокалочной печи ТОО «УПНК-ПВ»

Производительность	14,42 т/ч
Номинальная производительность	15,0 т/ч
Габариты печи	Ø3,47/ Ø3,785x65 м
Температура в зоне кальцинации	1250-1350 °С
Время выдержки материала	72-85 мин
Скорость вращения	0,25-2,0 об/мин

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Шакенев Р. К.-К., Касенов А. Ж. Применение нефтяного кокса в зависимости от его свойств, Международный научный журнал «Путь науки», № 1 (23), 2016, издательство «Научное обозрение» – с. 11-13

2 Колокольцев С.Н. Природные носители и углеродные материалы: Состав и строение. Современная классификация. Технологии производства и добыча. – М. : Либроком, 2013. – 224 с.

3 Технологические расчеты установок переработки нефти: Учеб. пособие для вузов/Танатаров М.А., Ахметшина М.Н., Фасхутдинов Р.А. и др. – М. : Химия, 1987 – 352 с.

4 Официальный сайт ТОО «УПНК-ПВ» <http://upnk.kz/>

## 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы

### 2.2 Металлургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы

#### 2.2.2 Машина жасау саласының индустриалды-инновациялық дамуы

## 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала

### 2. 2 Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения

#### 2.2.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

## МАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

АБИШЕВА М. Ж.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МУСИНА Ж. К.

к.т.н., ассоц., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В настоящее время магнетизм представляет собой широкую научную область. Любой человек в своей повседневной жизни, так или иначе, сталкивался с магнитами и проявлением магнетизма. Использование магнитного поля давно вошло в повседневный быт, широко используется в науке и технике, как напрямую, так и его последствия – остаточное намагничивание. При своей невидимости, но в том числе и материальности магнитное поле обладает уникальными свойствами. Передача магнитного взаимодействия, реализующая связь между пространственно-разделёнными телами, осуществляется особым материальным носителем.

К измеряемым характеристикам магнитного поля относятся: вектор магнитной индукции, напряжённость поля, поток вектора индукции (магнитный поток), градиент магнитного поля и другие. Магнитное состояние вещества определяется: намагниченностью – величиной результирующего магнитного момента, отнесённого к единице объёма (или массы) вещества; магнитной восприимчивостью, магнитной проницаемостью, магнитной структурой. К важнейшим характеристикам наиболее распространённых магнитных материалов – ферромагнетиков – относятся: кривые индукции и намагничивания, коэрцитивная сила, потери энергии на перемагничивание, максимальная магнитная энергия единицы объёма (или массы), размагничивающий фактор (коэффициент размагничивания) ферромагнитного образца [1].

Магнитный метод неразрушающего контроля активно применяется сегодня при поиске микродефектов в различных изделиях из ферромагнитных материалов. В основе данного метода лежит использование свойств магнитных частиц концентрироваться на неоднородностях магнитного поля объекта. Данные неоднородности обусловлены наличием в изделии дефектов. Процесс магнитного контроля в общем виде выглядит следующим образом. Исследуемое изделие намагничивают, после чего покрывают магнитным порошком. Затем порошок оседает в местах дефектов, формируя тем самым их четкие «следы». Притягиваясь друг к другу и ориентируясь по магнитным силовым линиям поля, порошинки выстраиваются в цепочки и образуют рисунки в виде валиков, по которым и судят о наличии и сложности дефектов. Наибольшая вероятность выявления дефектов возможна тогда, когда плоскость дефекта составляет угол в 90 градусов к направлению магнитного потока. С уменьшением данного угла чувствительность уменьшается, что снижает вероятность обнаружения дефектов. Известно два метода магнитопорошкового контроля – с применением порошка (сухой метод) и с применением специальной магнитной суспензии (мокрый метод). В зависимости от форм, размеров, магнитных свойств исследуемой детали и наличия на ней немагнитного покрытия возможен как контроль на остаточной намагниченности, так и контроль в приложенном поле.

Магнитопорошковый контроль нашел очень широкое применение на железнодорожном транспорте, в авиации, судостроении, химическом машиностроении, автомобилестроении, нефтедобывающей и газодобывающей отраслях (контроль трубопроводов). Магнитно порошковый контроль имеет очень высокую производительность, чувствительность, также удобную наглядность результатов контроля. При грамотном использовании данного метода могут быть обнаружены дефекты в даже начальной стадии их появления.

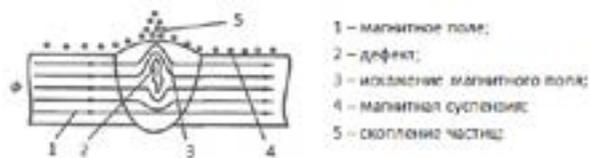


Рисунок 1 – Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля

Возникновение намагниченности в веществе при помещении его в магнитное поле объясняется процессом постепенной преимущественной

ориентации магнитных моментов циркулирующих в нём микротоков в направлении поля [3].

Магнитные методы контроля можно использовать только при контроле деталей из ферромагнитных материалов для выявления мест нарушения сплошности материала детали, расположенных на поверхности и в подповерхностных слоях, а в отдельных случаях – и внутри детали, т. е. трещин (усталостных, шлифовочных, закалочных, сварочных, ковочных, штамповочных), волосовин, закатов, расслоений (непараллельных поверхности), флокенов, надрывов, непроваров в сварных соединениях, неметаллических включений. Можно использовать эти методы для выявления ферритных включений в деталях из аустенитных сплавов.

Магнитными методами можно корректировать отдельные технологические процессы изготовления деталей (шлифование, термическую обработку, сварку, ковку, штамповку, протяжку и др.).

Благодаря высокой чувствительности, объективности, простоте и скорости операций, четкости определения дефектов и надежности магнитные методы получили большое распространение в промышленности. Их преимуществом является также возможность контроля деталей сложной формы и любых размеров.

В настоящее время магнитные методы контроля развивают в двух направлениях: с использованием в качестве индикаторов ферромагнитных порошков или электромагнитных и электронных систем [2].

Магнитным методом контроля можно определить:

- поверхностные (с шириной раскрытия у поверхности 0,002 мм и более, глубиной 0,01 мм и более);
- подповерхностные, лежащие на глубине до 2 мм;
- внутренние (больших размеров), лежащих на глубине более 2 мм; трещины на глубине до 8 мм и непровары на глубине до 6 мм;

Преимущества магнитных методов:

- экономичность метода;
- безвредность для экологии и оператора;
- высокая производительность.

Недостатки метода:

- усиление шва существенно снижает чувствительных методов контроля;
- объемные включения выявляются хуже, чем плоские, трещиноподобные. Поры и – шлаковые включения выявляются неудовлетворительно;

– надежность результатов в значительной степени зависит от субъективных факторов: квалификации, опыта и добросовестности оператора;

– чувствительность метода зависит от шероховатости поверхности контролируемой детали.

С увеличением шероховатости чувствительность метода снижается.

Рассмотренные выше методы контроля не требуют ни разрушения готовых изделий, ни вырезки образцов. Их применение позволяет избежать существенных временных и материальных затрат и частично автоматизировать операции контроля, повысив при этом надёжность и качество изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Таранов С. Г., Феврлева Н. Е. Магнитные измерения. Киев: УМК ВО, 1992. – 125 с.

2 Селезнев Ю. В., Пискунов Д.К. Получение заданных режимов перемагничивания в ферромагнитных образцах // Изв. вузов. Приборостроение, 1995. – с. 37-42.

3 Забиров Г. А. Магнитный контроль качества материалов // Тезисы докладов VI научно-технической конференции «Проблемы магнитных измерений и магнитоизмерительной аппаратуры». – СПб. : 2003. – с. 137-139.

#### МЕТОДИКА АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

АМРЕНОВ Е. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАСЕНОВ А. Ж.

научный руководитель: к.т.н., ассоц. профессор,  
ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Продолжается вторая пятилетка индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. За годы индустриализации было реализовано более 900 проектов. В связи с необходимостью анализа эффективности уже реализованных проектов и проектов ожидающих инвестиции остро встал вопрос о необходимости разработки методики комплексного технико-экономического анализа производства.

Комплексный анализ представляет собой, системное, полное изучение всех сторон деятельности предприятия и его подразделений,

сегментов бизнеса, отдельных вопросов, которые описываются множественностью факторов и отражают причинно-следственные связи взаимодействующих сторон деятельности предприятия [1].

Само по себе любое предприятие представляет собой комплекс взаимосвязанных систем, степень эффективности взаимосвязи которых предопределяет эффективность всего предприятия, а значит и каждого работника в нем. Наиболее легко наладить связи в небольшом предприятии, с ростом численности это дается с трудом. Но тем не менее есть достаточно много примеров эффективной командной работы и в крупных корпорациях, таких как например Siemens, General Electric, Apple и т.д.

Комплексный технико-экономический анализ производства необходим прежде всего руководству хозяйствующего субъекта и потенциальному инвестору для принятия управленческих и инвестиционных решений. Ориентированность результатов исследования на руководящее звено предопределяет его конфиденциальность, максимальную коммерческую закрытость [1]. По сути результаты анализа деятельности предприятия являются коммерческой тайной и соответственно являются ценностью, которая стоит определенных денег.

Анализ строится прежде всего на данных управленческого (производственного), финансового и бухгалтерского учета. Естественно данные должны быть максимально достоверными, соответственно наиболее точный анализ может быть произведен компетентными специалистами сторонних организации владеющими современными методиками анализа производственных процессов.

Аналитическое исследование предполагает необходимость методики его проведения. Под методикой подразумевается совокупность правил, способов, методологических рекомендаций, определения направлений изучения массива данных с целью наиболее полного, быстрого и эффективного выполнения задач исследования.

Методика независимо от глубины исследования, полноты охвата (отдельных сторон деятельности или полного комплексного анализа) включает следующие элементы:

- определение и формулирование цели и конкретных задач;
- установление объектов анализа и потребителей информации;
- определение последовательности проведения анализа;
- выбор системы показателей и моделирование их взаимосвязей;
- подготовка источников информации для проведения анализа;
- выбор способов исследования, технических приемов и средств.

В общем виде методику проведения комплексного анализа можно представить как поэтапные ответы на заранее сформулированные вопросы [1].

Причем необходимо чтобы поставленные цели и задачи были измеримыми, то есть необходимо для каждой цели и задачи подобрать необходимый критерии для оценки. Также необходимо подчеркнуть для кого проводится анализ, в зависимости от того для кого предназначен анализ решается вопрос о масштабе и методах анализа.

В общем виде необходимо оценить насколько эффективно предприятие использует имеющиеся ресурсы для выполнения поставленных задач (планов). Так как обычно предприятия планируют свою деятельность с расчетом на предстоящий год, то и анализ необходимо проводить по итогам прошедшего года. Конечно ничто не мешает проводить анализы и каждый месяц, но обычно такие мероприятия проводятся для контроля выполнения поставленных (тактических) задач.

Необходимо ответить на вопросы: Насколько загружено предприятие? Может ли предприятие задействовать незагруженные мощности дополнительными заказами? Какой максимальный заказ может исполнить предприятие?

Т.к. современные производства в большинстве своем механизированы и некоторые и автоматизированы, то ограничивающим фактором в объеме производства является машинное время, то есть непосредственно время работы оборудования.

Поэтому прежде всего необходимо оценить уровень загрузки имеющегося оборудования текущими заказами (на отчетный период), с учетом регламентных работ по обслуживанию и ремонту оборудования. Причем в зависимости от загрузки необходимо рассчитать какой режим работы необходим (8-часовой, 11-часовой или непрерывный трехсменный). Пример таблицы загрузки оборудования представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример загрузки оборудования на производстве

№	Оборудование	Критерии	Детали	Деталь 1	Деталь 2	Деталь 3
			Итого	5000 шт	7000 шт	4000 шт
1	Станок А	Тшт		10 мин	14 мин	22 мин
		ТЭ	3932 часа	833 часа	1633 часа	1466 часа
		Кзагр при 8ч	196 %			
		Кзагр при 11ч	98 %			

2	Станок Б	Тшт		7 мин		18 мин
		ТЭ	1783 часа	583 часа		1200 часа
		Кзагр при 8ч	89 %			
		Кзагр при 11ч	45 %			
3	Станок В	Тшт			12 мин	
		ТЭ	1400 часа		1400 часа	
		Кзагр при 8ч	70 %			
		Кзагр при 11ч	35 %			

В указанном примере использовалось такое понятие как эффективное доступное время работы оборудования (с учетом обслуживания, наладки и ремонта оборудования), то есть время которое действительно можно использовать в отчетный период на данном оборудовании. Для разных производств оно будет разным, так как само оборудование разное, регламентные работы по обслуживанию, наладке и ремонту будут разным. Здесь много факторов в том числе и степень изношенности основных средств, квалификация обслуживающего персонала и т.д. В данном примере для 8-часовой рабочей смены использовалось время 2000 часов за год, для 11-часовой (двухсменный режим работы) – 4000 часов.

Как видно, из примера Станок А загружен больше всего, тут необходимо либо уменьшить время на обслуживание, наладку и ремонт станка, то есть увеличить эффективное доступное время работы станка, либо проанализировать можно ли уменьшить штучное время, если это возможно, то провести необходимые мероприятия, либо на какое-то время ввести непрерывный трехсменный режим работы.

В идеале оборудование должно работать на 80-90 % своей мощности. Чем больше оно произведет продукции, тем быстрее оно окупит себя и соответственно быстрее можно будет либо модернизировать, либо полностью обновить станочный парк. В условиях ускоренного прогресса, а также острой конкурентной борьбы только постоянное улучшение технологии и основных средств является необходимой базой для уверенного роста и развития производства.

В структуре производственных затрат немаловажную роль играет фонд заработной платы, а вместе с ним и связанная с ним производительность труда. Причем необходимо иметь в виду разделение на работников основного производства и вспомогательного. Численность работников основного производства напрямую связана с

планом производства, здесь достаточно легко подсчитать необходимое количество работников зная штучное время на изготовление изделий.

$$Ч_0 = \Sigma \frac{Тшт_i \cdot K_i}{Тд} \quad (1)$$

где Ч<sub>0</sub> – численность работников основного производства;  
Тшт – штучное время изготовления детали;  
K<sub>i</sub> – количество деталей обрабатываемых на оборудовании;  
Тд – эффективное доступное время работы оборудования

А со вспомогательным персоналом все намного сложнее. Чаще всего численность вспомогательного персонала превышает потребности предприятия, связано это прежде всего с трудностью подсчета численности персонала [2].

Для нормирования труда используются опытно-статистические (суммарные) и аналитические методы. Опытный метод основан на использовании личного опыта специалиста, занимающегося нормированием труда, статистический метод - на статистических данных о выполнении аналогичных работ. Аналитический метод обеспечивает разработку технически обоснованных и научно обоснованных норм и нормативов затрат труда. Выбор метода нормирования труда определяется характером нормируемых работ и условиями их выполнения.

На работы, стабильные по организационно-техническим условиям, устанавливаются постоянные нормы труда. На период освоения изготовления новых изделий, техники, технологии, организации производства и труда, устанавливаются временные нормы. На работы, не стабильные по организационно-техническим условиям или носящие единичный характер, устанавливаются разовые нормы труда [3-4].

Таким образом, необходимо подсчитать количество персонала для выполнения годового плана с учетом возможных больничных, отпускных и т.д. Затем сравнить полученные данные с фактической численностью производства.

Итак, представлена методика анализа производственных процессов, что достаточно для укрупненного анализа, а более детальный анализ предполагает больше критериев для оценки эффективности производства.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Толпегина, Н. А. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности : учебник для бакалавров / Н. А. Толпегина, О. А. Толпегина. — М. : Издательство Юрайт, 2013. — 672 с.
- 2 Экономика предприятия: Учеб. для вузов / И. Э. Берзинь, Э40 С. А. Пикунова, Н. Н. Савченко, С. Г. Фалько; Под ред. С. Г. Фалько. – М.: Дрофа, 2003. – 368 с.: ил;
- 3 <http://zdamsam.ru/a15213.html>
- 4 Амренов Е.Т., Касенов А.Ж. Эффективность применения плазменной резки металлов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2016. С. 145-151.

## РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

АРҚАЛЫҚОВ Қ. Ғ.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАСЕНОВ А. Ж.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Срок службы быстроизнашивающихся деталей определяет рентабельность многих дорогостоящих машин. Частые остановки оборудования для замены вышедших из строя деталей новыми, приводят к значительному снижению производительности труда, качества продукции, нарушают ритмичность процесса производства, вызывают непроизводственные затраты металла на изготовление сменных деталей, создают необходимость в содержании специальных ремонтных бригад, существенно затрудняют, а иногда и совершенно исключают возможность механизации и автоматизации производства. Всё это является причиной колоссальных потерь, которые несет народное хозяйство.

Современные тенденции интенсификации производственных процессов, увеличение рабочих давлений, скоростей, температуры приводят к ускорению изнашивания деталей, и в сочетании с необходимостью автоматизации производства, делают проблему повышения долговечности быстро изнашиваемых узлов машин ещё более острой.

Основная доля деталей в составе сопряжений с другими деталями достигает предельного состояния из-за изнашивания. В результате этого процесса происходят разрушение материала, отделение его от поверхности твердого тела и накопление его остаточной деформации при трении. Указанные явления приводят к постепенному изменению размеров и формы детали.

Технологии восстановления деталей и узлов относятся к ресурсосберегающим, так как по сравнению с изготовлением новых деталей значительно сокращаются затраты на материалы при изготовлении, уменьшается число технологических операций, снижаются затраты на станочное оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент, оплату труда рабочих и др.

Установлено, что деталь, имеющая зубчатые поверхности, при работе испытывает циклические и динамические нагрузки, приводящие к разрушению рабочих поверхностей. Известно, что плавная работа зубчатой передачи может быть обеспечена только при постоянном передаточном отношении, но из-за погрешностей изготовления и погрешностей, связанных с эксплуатацией, например, деформацией зубьев, величина передаточного числа в каждый момент времени не остается постоянной. Причем негативное влияние оказывают дополнительные динамические нагрузки – удары. Деформация зубчатых колес, а так же погрешности изготовления приводят к неравномерности распределения нагрузки по ширине зубчатого венца. При приложении нагрузки за счет деформации деталей оси зубчатых колес поворачиваются, образуя угол перекоса. В результате этого равномерность распределения нагрузки по ширине зубчатого венца нарушается, интенсивность разрушений увеличивается с ростом величины напряжений в месте соприкосновения зубьев. К основным факторам потери работоспособности зубьев относятся:

- поломка зубьев вследствие перегрузок, возникающих при перекосе осей или неточности изготовления;

- шелушение и усталостное выкрашивание рабочей поверхности зубьев, причинами появления которых является усталость рабочих поверхностей зубьев из-за многократного механического перенапряжения металла в зоне начальных окружностей, а так же, например, пониженной вязкости масла;

- заедание (задир) рабочих поверхностей зубьев, постепенный износ, который происходит при попадании металлических и абразивных частиц, а так же при малой вязкости масла и недостаточной твердости зубьев;

- изнашивание зубьев по толщине и длине, а также изнашивание посадочных мест, шлицевых отверстий и шпоночных канавок;

- трещины на ступицах, возникающие в большинстве случаев в результате перегрузки шестерен при нарушении требований эксплуатации машины;

- завал зубьев на сторону в результате пластических деформаций.

Восстановление шестерен в основном проводится по двум технологиям: изготовление зубьев и ремонт наплавкой изношенной части профиля зуба. Изношенные зубья восстанавливают следующими способами:

- замена части детали (например, при ремонте блоков шестерен); при этом способе перед восстановлением зубчатое колесо отжигают для облегчения механической обработки, зубья колеса обтачивают, на обточенный обод колеса напрессовывают заготовку венца, сваркой соединяют ее по всей торцовой поверхности, обтачивают до требуемых размеров, нарезают зубья под заданный размер и проводят закалку. В случаях, когда количество зубьев, подлежащих ремонту, не более 8 % от общего их числа, по месту предварительно удаленного зуба ввертывают и заваривают шпильки или на месте удаленного зуба обрабатывают паз, в который вставляют шип, закрепленный шпилькой и сваркой, и обрабатывают под заданный размер начерно и начисто. Если зубчатое колесо имеет тонкий обод, применяют стальные башмаки с траверсой в виде обработанного под заданный размер зуба или паза. Башмак прикрепляют к ободу колеса с торцов винтами;

- наплавкой можно восстанавливать сильно изношенные зубчатые колеса, при этом обеспечивает также получение новых свойств поверхностей: коррозионной, эрозивной, кавитационной, износостойкости и др. Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Прочность соединения этих покрытий с основой соизмерима с прочностью материала детали. Способы наплавки делят на группы в зависимости от видов применяемых источников тепла, характера легирования и способа защиты формируемого покрытия от влияния кислорода и азота воздуха. Наибольшее распространение в ремонте машин получила электродуговая наплавка, которая дает возможность получать слои с высокой производительностью практически любой толщины, различного химического состава и с высокими физико-механическими свойствами: электродуговая под слоем флюса, электродуговая в среде диоксида углерода, электродуговая в среде аргона, вибродуговая и др.

При восстановлении изношенных зубьев наплавкой, у зубчатых колес большого диаметра и модуля наплавляют изношенную сторону каждого зуба с применением сплавов типов сормайт и сталинит, которые наносят на ранее наплавленную с помощью присадочного материала и зачищенную поверхность. После наплавки сормайтом зубья шлифуются. Технологический процесс восстановления ремонтной наплавкой зубьев детали включает три основных этапа: подготовка под наплавку (зачистке изношенной поверхности зубьев), наплавка и контроль (замер геометрических параметров зубьев).

– пластическим деформированием ремонтируют изношенные зубья на небольших зубчатых колесах со сплошным диском, для чего их нагревают до температуры 800-900 °С и производят осадку или раздачу. Вдавливание применяют при ремонте небольших по ширине цилиндрических, зубчатых колес с изношенными по профилю зубьями, если нет поломанных зубьев, трещин на ободе и ступице и имеется запас металла на венце. Для этого используют специальные штампы для выдавливания металла венца. Технологический процесс ремонта в этом случае следующий: зубчатые колеса нагревают и подают к прессу, спрессовывают в штампе, обжигают в печи, остывшие зубчатые колеса моют, производят контроль размеров, направляют на механическую обработку, термообработывают, закаливают, моют, очищают от остатков селитры и окислы. Производят контроль качества поверхностей, твердости зуба, размеров, отсутствие заусенцев, биения венца;

– корригированием восстанавливают зубчатые колеса с изношенными зубьями.

Трещины на ободе устраняют их заваркой и постановкой стяжных накладок.

Для выбора метода восстановления детали, имеющей зубчатые поверхности необходимо выявить характер повреждения, учитывая при этом технические характеристики поврежденной зубчатой передачи.

На основании изложенного ставится задача разработки новых восстановительных технологий и создание необходимых приставных станков, на которых будет возможно выполнение ремонта деталей, имеющих зубчатые поверхности, что позволит значительно сократить продолжительности времени восстановительных работ, сократить расходы, связанные с материалами, повысить производительность работы отремонтированного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Федоренко М.А. Восстановление крупногабаритных зубчатых зацеплений приставным фрезерным станочным модулем/ М.А.Федоренко, А.Г. Схиртладзе – Ремонт, восстановление, модернизация, №12, 2009. с. 9-11.

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D-СКАНЕРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

ДЕРЕВЯГИН С. И.

к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
СУЕНОВА М. Р.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

3D-сканирование, или процесс получения трехмерной модели объекта, в настоящее время находит широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе и в машиностроении. Современное машиностроение требует применения высокотехнологичных деталей. Этим объясняется все большая популярность трехмерного сканирования в области контроля машиностроительной продукции. Применение 3D-сканеров упрощает получение в электронном виде трехмерной модели любой реальной продукции, причем с сохранением даже самых мельчайших деталей. Благодаря оперативному созданию и оценке прототипов машиностроительной продукции улучшается качество деталей. Применение 3D-сканеров для контроля машиностроительной продукции позволяет обеспечить ее выпуск, отвечающим потребностям заказчика, при этом снижая затраты.

В промышленном производстве с помощью 3D-сканирования осуществляется:

- контроль точности изготовления – устанавливается степень отличия от проектной документации;
- обратная инженерия (Reverse engineering) – раскрытие дизайна, функционирования и способа производства продукции конкурентов;
- цифровое архивирование для воспроизводства устаревших компонентов, изделий с утерянной конструкторской документацией, а также геометрических моделей из устаревших систем проектирования без необходимости повторного проектирования;
- разработка компонентов для существующих товаров и изделий, разработка упаковки по форме физического объекта (переоборудование и вторичный рынок);

– репродукция в масштабе существующих объектов (модели и макеты);

– производство оснастки для ремонта, обновления и замены изношенных деталей [1, с. 249].

На сегодня существуют два различных метода 3D-сканирования – контактная и бесконтактная. Контактные 3D-сканеры имеют специальный шуп, который по контурам объекта создает его трёхмерную копию на экране компьютера. Контактные сканеры просты в использовании, но годятся для объектов с несложной геометрией, например, промышленных деталей. Бесконтактный метод 3D-сканирования является более совершенным. При бесконтактном методе есть два типа сканирования: пассивный и активный. Пассивные 3D-сканеры для своей работы применяют уже имеющийся окружающий свет, и на основе его отражения от фигуры проводят анализ. Фактически, они представляют собой видео- или фотокамеру со способностью сводить снятый материал в цельную объемную фигуру. Активные 3D-сканеры, помимо имеющегося окружающего света, генерируют собственный волновой сигнал, который может быть световым, лазерным или звуковым. Ключевые функции в системах обеспечения качества выполняют 3D-лазерные сканеры, которые относятся к активным сканерам. 3D-цифровое сканирование изделий сложной формы и поверхностей с использованием лазеров обеспечивает условия для создания мало затратной и точной технологии измерений. Так, в машиностроении для контроля качества геометрических параметров изделий сложной формы и поверхностей применяются преимущественно лазерные сканеры [2, с. 167].

Политика в области качества является частью стратегии любого машиностроительного предприятия и предполагает многоуровневую систему контроля, в том числе и с применением 3D-сканирования. В современных условиях каждая машиностроительная компания нуждается в оценке качества изготовленной продукции, чтобы оставаться конкурентоспособной и поддерживать свою репутацию на рынке. Применение 3D-сканеров для контроля машиностроительной продукции позволяет осуществлять:

– Входной контроль материалов и комплектующих;

– Контроль качества и обслуживание технологической оснастки. 3D-сканирование рабочих поверхностей, оснастки и деталей;

– Приемочный контроль готовых изделий. Производится в соответствии с технологической документации (планами управления качеством).

Технология 3D-сканирования выводит на новый уровень разработку и производство машиностроительной продукции, позволив одновременно упростить эти процессы и сделать более качественным результат. 3D-сканеры позволяют машиностроительным предприятиям улучшать свои производственные процессы и решать различные технические задачи: измерение линейных и угловых размеров, анализ отклонений формы. Данные измерения применяются для следующих производственных задач:

– контроля оснастки;

– контроля первого изделия;

– контроля в сборочных операциях;

– контроля качества продукции поставщиков

– анализа деформации и износа;

– анализа сопрягаемости деталей;

– виртуальной сборки;

– контроля прототипа [3].

Рассмотрим более детально процесс осуществления контроля качества машиностроительной продукции с помощью 3D-сканера. Для этого производится сканирование подконтрольной детали. После сканирования получается облако точек, которое необходимо предварительно обработать, выровнять, закрыть отверстия. В результате на выходе получается файл формата STL (так же возможны форматы – dae, fbx, ma, txt, obj, ply, wrl, x3d, zpr). После сканирования детали и предварительной подготовки файла облака точек, осуществляется выполнение контроля детали, при условии, что имеется исходный файл 3D-модели. Контроль детали это, по сути, процесс создания карты отклонений, т.е. трехмерной цветной диаграммы или нескольких сечений, в которых одной линией будет отображена идеальная линия детали и вокруг нее линия реальной (отсканированной) детали. Заключаящий этап контроля качества детали – это подготовка отчета, документации [4].

Рассмотрим примеры применения 3D-сканирования, которое особую популярность приобрело в автомобилестроении и смежных областях. С помощью сканеров нового поколения удалось ускорить процессы проектирования автокомпонентов и аксессуаров, сделать более точным производство, повысить эффективность оперативного контроля на предприятии.

Так, российская производственная компания «Новлайн» в своей работе использует возможности 3D-сканирования для разработки и

производства различных автомобильных аксессуаров, что позволяет ей добиваться высоких результатов:

– Для производства защиты картера осуществляется 3D-сканирование подкапотного пространства, а на основании полученных данных разрабатывается эскизный проект. При этом получают полностью подходящий для данного автомобиля аксессуар, который минимально влияет на работы систем пассивной безопасности и эффективно защищает моторный отсек;

– Для создания оригинальных брызговики производится сканирование колесной арки. Это позволяет добиться точной привязки к узловым точкам крепления. В результате получают брызговики, которые не только идеально подходят для автомобиля и гармонируют с его дизайном, но и наиболее эффективно выполняют свои функции, создавая аэродинамический поток воздуха, не затрагивающий нижнюю часть кузова и днище автомобиля;

– При создании подкрылок производится сканирование колесной арки. После получения модели колесной арки становится возможным формирование подкрылок методом обратного инжиниринга, после чего получают модель и производят готовое изделие;

– Коврики для автомобиля, созданные на основе 3D-сканирования, повторяют геометрические особенности пола, полностью его покрывают, максимально защищая от грязи и не оставляя пространств для движения ковриков;

– Лазерное сканирование и 3D-проектирование используется для производства капота, заднего стекла, защиты фар и т.п.

В результате благодаря использованию 3D-сканирования и соответственно точным расчетам и контролю выпускаемой продукции компании удается создавать детали высокого класса, которые полностью подходят для автомобилей, под которые разрабатывается [5].

В США и странах Западной Европы 3D-сканеры уже внедрены во все технологичные производства. В настоящее время в Казахстане проявляют большой интерес к 3D-технологиям. Так, планируется на базе конструкторских бюро технопарков республики создать комплексный центр по развитию 3D-технологий для промышленных предприятий. Меморандум о сотрудничестве заключили казахстанский Парк инновационных технологий и ведущая международная компания McKinsey. Они планируют в рамках карты индустриализации республики в 2017 году создать центр компетенций. На базе центра будет осуществляться производство 3D-материалов для различных производственных секторов, в том числе и машиностроения. Как

отметил директор парка инновационных технологий, Санжар Кеттебеков, генеральный директор Автономного кластерного фонда «Парк инновационных технологий»: – Все эти материалы направлены на новый тип машиностроения, аддитивное машиностроение. В основе лежат такие технологии, как 3D-принтинг. То есть эти материалы будут использоваться в этих направлениях. Наша задача – развить местную машиностроительную базу, которая может использовать эти материалы и уже может поддержать производством для спроса в нефтегазовом секторе и горно-металлургическом комплексе [6].

Таким образом, трехмерное сканирование является одним из важных этапов контроля качества продукции посредством сравнения реальности с 3D-данными. Результаты контроля качества с применением 3D-сканеров напрямую влияют на разработку и производство качественной продукции современной машиностроительной промышленности. Использование 3D-сканеров для контроля качества позволяет существенно улучшить соответствие физических деталей заданным техническим требованиям. Устройства дают возможность обнаруживать брак в инструментальной оснастке и диагностировать эксплуатационные проблемы еще на ранних стадиях производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Рутковский В.О., Рутковская М.А. Метод получения трехмерных цифровых моделей технических объектов, основанный на применении искусственных текстур // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М.Ф. Решетнева. – 2010. – № 5 – С. 249.

2 Лысыч М. Н., Шабанов М. Л., Жадобкина В. В. Современные системы 3D-сканирования // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 167-171.

3 Лазерное 3D-сканирование и портативные КИМ для контроля геометрических параметров и обратного проектирования // интернет-ресурс: <http://ostec-ct.ru>

4 3D технологии в машиностроении// интернет-ресурс: <http://www.dsgnn.ru>

5 Применение 3D-сканирования // интернет-ресурс: <https://www.autofides.ru>

6 В Казахстане будут развивать 3D-технологии // интернет-ресурс: <http://24.kz/ru>

## THE FACTORS WHICH INFLUENCE ACCURACY OF THE PROCESSING OF THE COGWHEELS ON THE GEAR HOBBING MACHINE

YEVTUSHENKO T. L.

undergraduate student, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

YKSAN J. M.

c.t.s., docent S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

SHUMEYKO I. A.

candidate of Technical Sciences, professor, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

TKACHUK A. A.

master, senior, lecturer S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

From year to year mechanical engineering, as well as all other fields of the industry, develops (there are new technologies, new equipment, new cutting tools, etc.).

In this regard quality of components of gears should be increased each time. The main element of mechanisms is tooth gear. Reliability of mechanisms, noiselessness of their work in many respects depends on quality of tooth gears. To increase quality of cogwheels, it is necessary to track the extent of influence of various factors on formation of an error of their processing. Therefore, our scientific research is directed to assessment of extent of influence of component factors on the hobbing machine.

It is known that in mechanical engineering the classification of errors of processing in the form of the size, form, mutual arrangement of surfaces and roughness is standard. The error of processing of cogwheels can be represented by the scheme (picture 1) applied to tooth gears [1, 16 p.].



Picture 1 – The schematic diagram of the error of processing of cogwheels on the gear hobbing machine

Before the execution of processing for prevention of the waste one should realistically assess the values of possible deviations of these factors in the schematic diagram and make a comparison of the expected result with allowable deviations. In cases where execution of processing of blanks have wide fields of allowable deviations, which are obviously superior to the maximum possible errors, such operational analysis isn't carried out.

The total error influencing a detail during processing can be presented in the form of the function [2, 121 p.]:

$$\Delta_{\Sigma} = f(\sum \Delta_{\varphi}, \Delta_{\gamma}, \varepsilon, \Delta_{\omega}, \Delta_{\omega}, \Delta_{\gamma}),$$

where is the total error of the form of a detail caused by the errors, which depend on technological equipment and consist of elementary errors, which are caused by:

- geometrical inaccuracies of the equipment;
  - deformations of a blank under the influence of fixing forces;
  - unevenness of elastic deformations in technological system under the influence of forces arising in it;
  - is the error, which represent technological heredity caused by instability of arising forces in a technological system as a result of deviations of a blank.
  - is an error of the installation of a blank consisting of errors of basing, fixing and a device error;
  - is the error caused by dimensional tool wear;
  - is the error of dimensional setup of the equipment;
  - is the error caused by thermal deformation of the technological system.
- This error is formed by the technological system (MDTB), a component of which is primarily a metal cutting machine.

In the process of milling arises some cutting force, which affects the system of machine-device-tool-blank, causing the formation of dynamic errors.

It is advisable to periodically monitor the hardness of machines and to have the results of forcing-out in the form of references in workplaces, if they go beyond the established standards of ruggedness.

It is impossible to take into account the thermal deformation of the technological system in the specific values at the operational analyses of the errors. However, it shouldn't be ignored when high-precision processings take place, whenever possible providing next removal from the area of cutting. This is achieved with the help of cutting compound. One should have in mind, that heat while cutting arises as the result of two factors:

- strong friction between the shifted relative to each other metal particles is called the heat of internal friction;

– contact friction of a mill surface against the blank, of a chip against the mill and the blank is called the warmth of external friction.

Internal stresses in the blank are the elastic forces, influencing an area unit of one or another section of the blank. They can be various in values and direction in different parts of the blank.

In order to reduce or nearly eliminate internal stresses, which lead to deformation of the product, then resort to thermal processing of a blank (typically it is a low-temperature tempering).

Measure to prevent deviations in a form and arrangement of surfaces from deformations under the influence of the internal stresses, which arise during mechanical machining, is gradual, preliminary, divided by certain period of time removing the metal layer from the surfaces which are subject to processing.

Pre-treatment starts with milling the surfaces, which are subject to lower requirements for accuracy and roughness, and ends with accurate surfaces with the biggest area. Fixing time intervals between preliminary, rough and final processing, one should be guided by the fact, that the balance of forces, caused by the breach in the distribution of internal stress, does not occur immediately, but gradually in the cause of time. For rather a short period (from 2 to 3 days), the greatest deformation is detected and then comes a period of a slow deformation and balancing of internal elastic forces.

Practice has shown that the greatest influence on the formation of errors is made by the machine itself and, first of all by errors of trajectories.

In our case the trajectory error is understood as the tooth profile form error, which is determined by the accuracy of a kinematic chain. This error of the kinematic chain must be evaluated.

Adjusting motions can affect the accuracy of length of the general normal id est moving the table to the blank in the radial direction. Device as a component of technological system can exert impact on a radial run-out of a rim.

Comprehensive approach taking into account all factors of both technological and machine characters is needed to evaluate the formation of processing errors. All of these factors will be taken into consideration when working on our master's dissertation.

#### REFERENCES

1 Romas K. N. Master's dissertation on the theme: «Formation of gear errors in the processing of their method of running-in», 2007. – p. 103

2 Tayts B. A. Accuracy and control of gears, M: Mechanical engineering, 1972. - p. 367

3 Shumeiko I. A. Kinematic structure and setting of the gear hobbing machine mod. 5310. Guidelines for the implementation of laboratory work number 5 on the subject «Metal cutting machine» for the students of engineering specialties (intra high school use), 2006. – p. 32

4 Lyuminarsky S. E. The effect of errors on the running-wheel flexible kinematic error VZP-80, ed. : Science and Education, 2012. – p. 9.

#### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

КАПУСТА Я. Я.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ШУМЕЙКО И. А.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Во многих странах мира ветровая энергетика получила столь широкое развитие, что позволяет ей конкурировать с основными видами энергии. В частности, в Дании и Испании энергия полученная с помощью возобновляемых источников составляет существенную часть от всей вырабатываемой энергии.

Среди проблем государственного значения, решаемых с помощью внедрения возобновляемых источников энергии можно выделить такие как: повышение энергетической безопасности страны, независимость от изменения цен на энергоресурсы, обеспечение энергоснабжения в автономных зонах электроснабжения, уменьшение себестоимости вырабатываемой электроэнергии, развитие высоких технологий, улучшение экологической обстановки в стране [1].

В настоящее время отношение к ветроэнергетике в Казахстане несколько негативное.

Это вызвано целым рядом причин:

- 1) Монополизация производителей электроэнергии;
- 2) Низкая мощность ветровых энергетических установок (ВЭУ) по сравнению с тепловыми электрическими станциями;
- 3) Отсутствие инвестиций на разработку альтернативной энергетики;
- 4) Неудачные попытки внедрения;
- 5) Казахстан в основном ориентирован на наращивание темпов добычи и экспорта традиционных видов топлива, в то время как большинство стран мира развивает альтернативную энергетику;

6) В районах, пригодных для установки ветроэлектростанций (ВЭС) не всегда присутствует потребитель и электроэнергетическая инфраструктура. Потери при передаче электроэнергии в этом случае весьма велики и могут достигать 15–25 %;

7) Неверное маркетинговое поведение продавцов и разработчиков ВЭУ.

Все это привело к тому, что ветроэнергетика воспринимается отрицательно как в производственном секторе, так и у потребителей среднего класса.

В то же время происходит постепенное освоение новых площадей, строительство коттеджных поселков, загородных домов, фермерских хозяйств. Растет проблема электрификации удаленных районов, где отсутствуют тепловые и электрические сети.

Чтобы определить возможность применения представленных на рынке установок был проведен анализ ВЭУ с различными модификациями роторов заявленной номинальной мощностью 1–1,5 кВт. Для каждой ВЭУ была рассчитана вырабатываемая мощность при скоростях ветра характерных для Сибирского региона – 3 и 5 м/с [2], что также характерно и для Павлодарской области. Результаты расчетов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты анализа ВЭУ при скорости ветра 3 м/с

№ п/п	ВЭУ	Мгновенная мощность, Вт.	Площадь поперечного сечения потока, м <sup>2</sup>	Выработанная энергия в год, кВт/час.	Стоимость выработанной энергии за год, руб.	Стоимость устройства, руб.	Срок окупаемости, год.
1	1,5 кВт – PB-2	29,52	6,16	258,63	858,65	82 400	95,96
2	Сапсан-1000	33,89	7,07	296,90	985,70	230 000	233,34
3	Зуйд – 1 кВт	21,69	4,52	190,01	630,85	35 000	55,48
4	ВЭУ – 1/2,6	25,46	5,31	223,00	740,37	47 000	63,48
5	ВЭУ – 1/4	60,25	12,57	527,82	1 752,36	81 000	46,22
6	AE-E-1.0	38,56	8,04	337,80	1 121,51	216 226	192,80
7	1/1,5 кВт LOW WIND	29,52	6,16	258,63	858,65	98 000	114,13
8	ВЭУ – 1 кВт	29,52	6,16	258,63	858,65	56 000	65,22
9	Sokol Air Vertical – 1 кВт	29,52	6,16	258,63	858,65	144 000	167,70
10	SWG E-1000	38,56	8,04	337,80	1 121,51	79 000	70,44
11	FEV-1	29,52	6,16	258,63	858,65	135 000	157,22
12	Honeywell	18,30	2,54	160,32	532,28	645 000	1 211,77

Таблица 2 – Результаты анализа ВЭУ при скорости ветра 5 м/с

№ п/п	ВЭУ	Мгновенная мощность, Вт.	Площадь поперечного сечения потока, м <sup>2</sup>	Выработанная энергия в год, кВт/час.	Стоимость выработанной энергии за год, руб.	Стоимость устройства, руб.	Срок окупаемости, год.
1	1,5 кВт – PB-2	136,69	6,16	1 197,36	3 975,25	82 400	20,73
2	Сапсан-1000	156,91	7,07	1 374,53	4 563,42	230 000	50,40
3	Зуйд – 1 кВт	100,42	4,52	879,70	2 920,59	35 000	11,98
4	ВЭУ – 1/2,6	117,86	5,31	1 032,42	3 427,64	47 000	13,71
5	ВЭУ – 1/4	278,95	12,57	2 443,60	8 112,75	81 000	9,98
6	AE-E-1.0	178,53	8,04	1 563,90	5 192,16	216 226	41,64
7	1/1,5 кВт LOW WIND	136,69	6,16	1 197,36	3 975,25	98 000	24,65
8	ВЭУ – 1 кВт	136,69	6,16	1 197,36	3 975,25	56 000	14,09
9	Sokol Air Vertical – 1 кВт	136,69	6,16	1 197,36	3 975,25	144 000	36,22
10	SWG E-1000	178,53	8,04	1 563,90	5 192,16	79 000	15,22
11	FEV-1	136,69	6,16	1 197,36	3 975,25	135 000	33,96
12	Honeywell	84,73	2,54	742,24	2 464,25	645 000	261,74

Результаты, представленные в таблице 1, показали, что большинство представленных на рынке ВЭУ при среднегодовой скорости ветра 3 м/с могут вырабатывать не более 4 % от своей заявленной мощности. Срок окупаемости ВЭУ в рассматриваемых условиях колеблется в среднем от 60 до 240 лет.

Результаты расчетов, представленные в таблице 2, показали, что рассматриваемые ВЭУ при среднегодовой скорости ветра 5 м/с смогут вырабатывать, в среднем, 20 % от заявленной мощности. Срок окупаемости таких ВЭУ в рассматриваемых условиях составляет от 10 до 50 лет.

В целом на основе проведенных вычислений можно сделать вывод об ограниченной применимости данных установок.

В настоящее время отечественными и зарубежными учеными проводятся исследования всех типов ВЭУ, но они направлены на совершенствование и, как следствие, усложнение, удорожание конструкций. Полученные результаты, несомненно, увеличивают качественные показатели установок, но повышают стоимость изготовления и обслуживания установки, делая и так большой срок окупаемости совершенно неприемлемым [2].

В связи с этим возникает задача создания высокоэффективной ВЭУ, обладающей высокой надежностью, работающей при малых скоростях ветра, обеспечивающей высокую устойчивость к ураганым порывам ветра и имеющей приемлемую себестоимость. Повышение эффективности ВЭУ предполагается обеспечить на основе применения научно-обоснованных конструктивных параметров, а именно формы лопастей, числа лопастей, их относительной площади и угла установки. Исследования выполняются с помощью аэродинамической трубы, обеспечивающей постоянство скорости воздушного потока при прочих равных условиях. Ранее проведенные исследования показали, что при малых скоростях ветра наибольшую эффективность по мощности обеспечивают многолопастные ВЭУ [3]. В большинстве же случаев на рынке представлены двух- и трехлопастные ВЭУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Бубенчиков А. А., Артамонова Е. Ю., Дайчман Р. А., Файфер Л. А., Катеров Ф. В., Бубенчикова Т. В. Применение ветроэнергетических установок с концентраторами ветровой энергии в регионах с малой ветровой нагрузкой // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №5(36), часть 2. – С. 31–35.

2 Бубенчиков А. А., Артамонова Е. Ю., Дайчман Р. А., Файфер Л. А., Катеров Ф. В., Бубенчикова Т. В. Проблемы применения ветроэнергетических установок в регионах с малой ветровой нагрузкой // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №5(36), часть 2. – С. 39–43.

3 Ордабаев М. Е., Шумейко И. А., Коваль Ю. А. «Исследование момента, частоты вращения ветрового колеса и мощности на его валу в зависимости от числа, формы лопастей и угла установки». Сборник статей «Инновационное развитие науки в современном Казахстане». – Алматы, 2011 – Ч. 3.

#### ИНДУСТРИЯ 4.0

КАСЕНОВ А. Ж., АБИШЕВ К. К., МУКАНОВ Р. Б.  
ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Двадцать первый век – это эпоха Индустрии 4.0 и промышленных компаний, перед которыми стоит безотлагательная задача информатизации промышленности. Фактически, этот шаг необходим

для повышения эффективности, а также получения возможности в полной мере использовать потенциал производственных линий.

Настало время «Промышленности 4.0» – четвертой волны промышленной революции – после паровой машины (первый текстильный станок создан в 1784 г.), массовое производство (конвейер – в 1870 г.) и электроника (первое программируемые управляющие автоматы – в 1969 г.). Как и первые три волны промышленной революции, четвертая обещает повысить эффективность и увеличить объем производства. Вместе с тем Промышленность 4.0 не связана с какими-то совершенно новыми и до сих пор неизвестными технологиями. «Речь идет о промышленном, прикладном использовании технологий, которые уже давно применяются в бытовой электронике», – говорит Дитер Вегенер, руководитель сектора «Технологии будущего & стандарты» на предприятии Siemens AG. Вегенер имеет в виду, например, довольно привычную технологию Wi-Fi. И все же эта мысль никак не противоречит мнению его начальника: «Скорость изменений в промышленных технологиях достигла невиданных в истории человечества масштабов».

Промышленность 4.0 отличается двумя принципиальными вещами. Производители стремятся сделать так, чтобы продукты коммуницировали с машинами. Производство достигает сегодня такой степени автоматизации, что время обработки и сборки сокращается до минимума. Максимум экземпляров за кратчайшее время, главное – рост по экспоненте. Для этого достаточно управлять механизмами индивидуально.

В будущем они (роботы, конвейер, центр обработки) смогут не только выполнять все запрограммированные операции, но и самостоятельно распознавать и определять, какие операции необходимо произвести с новой деталью. Для этого необходимо, чтобы деталь имела встроенную «визитную карточку» в виде электронного чипа или опознавательного признака вроде штрих-кода на товарах в супермаркете. Тогда машина сможет распознать эту визитную карточку и будет знать, какие операции необходимо выполнить. Тогда она уже не будет обрабатывать каждую деталь одинаковым образом, как это происходит до сих пор при серийном производстве, а наоборот следовать индивидуальным требованиям к продукту. Теоретически речь идет не об увеличении экземпляров, а о создании все более мелких серий или (в пределе) о полностью автоматизированном, индивидуальном производстве продуктов в единственном экземпляре. Однако если каждый обрабатывающий механизм будет сам считывать

и выполнять необходимые для изготовления детали операции, можно представить себе и обратную операцию, когда каждая деталь сможет, используя ту же самую технологию, искать подходящий для нее механизм обработки. Тогда будет происходить спонтанный выбор еще незанятых в производстве мощностей, а заранее выработанный производственный план окажется попросту ненужным.

Производство на фабриках становится все более эффективным. Тесная и прямая связь промышленного изделия и самого производства, однако, будет функционировать лишь в случае соблюдения «принципа дуальности». Это означает, что каждому реальному объекту должно соответствовать некое виртуальное отображение. Каждый продукт, каждая машина должна содержать свою цифровую копию, чтобы вступать в коммуникацию с другими машинами или деталями. Ведь коммуницировать они могут только на виртуальном уровне.

Промышленность 4.0 очаровывает своим техническим совершенством, однако уровень предъявляемых ею требований очень высок и требует усовершенствования наших знаний и методов. Большую проблему представляет безопасность данных. Безопасность понимается здесь в двух направлениях. Во-первых, все сохраняемые данные должны быть надежны. Во-вторых, они должны быть хорошо защищены от кражи, повреждения и вторжения извне (хакерские атаки, шпионаж). Еще одна трудность – отсутствие стандартизации. Машины должны не только научиться говорить, но и говорить на одном и том же языке. Иными словами, речь идет об определении интерфейса. Для этого необходимы глобальные стандарты (Iso-нормы). А в области стандартизации Германия, кстати говоря, занимает одну из ведущих позиций в мире.

Новое производство изменит и весь мир труда. В производстве будет задействовано еще меньше людей. Однако увеличится спрос на сотрудников со знаниями инженеров и программистов. Чистый инженер-механик вымрет как профессия, а информатикам потребуется овладеть большим количеством знаний из области механики. Вегенер из Siemens убежден, что значение человека в новом мире Производства 4.0 будет только увеличиваться. Он будет выполнять меньше механической работы и все активнее участвовать в креативном процессе, планировании, управлении и контроле. Одной из его важных задач станет оценка полноты и качества, предоставляемых в распоряжение данных, а также поиск более простых структурных решений. Цель заключается в том, чтобы быстро реагировать на глобальные колебания рынка и индивидуальные запросы клиентов

за счет гибких производственных схем. Однако пройдет несколько десятилетий, прежде чем эти методы будут внедрены повсеместно.

INDUSTRIAL CLOUD приходит на помощь предприятиям, предлагая им разумный способ контролировать и оптимизировать производственную и технологическую мощность каждой промышленной установки. Для гарантии результата, INDUSTRIAL CLOUD обязывает размещать производителей спецификации к промышленному оборудованию, обеспечивая тем самым максимальную пропускную способность. В то же время, система IC Monitoring System способна обнаружить и отследить фактическую производительность каждого механизма, благодаря использованию устройств IoT, предназначенных для промышленного применения. Благодаря автоматизированному сопоставлению данных, полученных с производства, INDUSTRIAL CLOUD обеспечивает предпринимателям точную и постоянно обновляемую информацию о фактической эффективности их заводов и / или производственных линий.

Мониторинг может осуществляться как аналогового так и цифрового оборудования. В настоящее время, разработанная INDUSTRIAL CLOUD система концентрирует свои услуги по пяти видам деятельности, которые осуществляются в промышленном производстве:

- литье (пресс);
- фрезерование;
- протягивание;
- токарная обработка;
- 3D-печать.

Инновации INDUSTRIAL CLOUD, направленные на использование в производственных системах выходят за рамки того, что было описано. В рамках проекта планируется создать международную цифровую платформу, позволившую отобразить неиспользуемые производственные мощности отдельных компаний, которые могут быть задействованы при выполнении заказов от других компаний системы INDUSTRIAL CLOUD.

Таким образом, INDUSTRIAL CLOUD, создавая площадку производственных мощностей, в рамках которой можно виртуально отобразить свои возможности, способствует использованию русского, итальянского, а так же других зарубежных потенциалов отрасли, и обеспечивает максимальную производительность [1].

Целью является соответствие Индустрии 4.0 и поэтому:

- ИС автоматически и непрерывно считывает данные о производстве непосредственно с используемого промышленного оборудования;
- ИС отображает текущую производительность и доступную мощность каждой производственной линии;
- ИС в режиме реального времени записывает данные о производительности машин и сохраняет их в течение длительного периода;
- ИС предоставляет компаниям от операторов до руководства легкодоступную информацию, для обеспечения полного контроля над производством и затратами компании;

Выгода, которую компания получит при использовании ИС, существенна:

- полная картина своих производственных мощностей;
- новые клиенты, заинтересованные в использовании их резервных мощностей;
- подробная, достоверная и постоянно обновляемая онлайн информация о производстве на своих заводах;
- промышленный рост за счет достижения большей производительности, а так же увеличения эффективности и качества производства.

Несмотря на то, что переход к Индустрии 4.0 требует от компаний новых экономических инвестиций, следует подчеркнуть, что этот процесс позволит сократить дополнительные затраты на производство, в первую очередь за счет сокращения неиспользованных промышленных мощностей. INDUSTRIAL CLOUD предлагает систему, которая позволит решить эту проблему даже малым предприятиям.

Для решения этих проблем в ходе реализации программы внедрения промышленного интернета и перехода к «Индустрии 4.0» необходимо начать с переквалификации руководящих кадров и топ менеджмента, а также пересмотра подготовки программ руководящих кадров. Так как, для эффективного управления предприятий работающих на основе «Индустрии 4.0» потребуются совершенно новые навыки управления по сравнению с руководством традиционными предприятиями. Данный подход обеспечит наилучшее развитие и минимизирует количество времени необходимое для перехода предприятия к «Индустрии 4.0».

Четвертая научно-техническая революция потребует новых навыков и знаний от инженерно-технических работников. Традиционные программы подготовки кадров придется кардинально изменить и на первый план наравне с профильной подготовкой того или иного инженера встанет подготовка по программированию и обучению ИТ-

технологиям. Эффективная работа на предприятии работающих на основе «Индустрии 4.0» потребует не только знаний в узкой области, но и понадобятся знания языков программирования, для своевременного вмешательства в рабочий процесс умных машин. Эти требования дадут толчок в сфере образования повлекут коммерческое обучение и переподготовку уже сформировавшихся рабочих кадров, на базе вновь открывшихся центров передового опыта.

Прямое значение в «Индустрии 4.0» получит развитие защиты данных. «Индустрия 4.0» выведет на новый уровень системы защиты данных. Факторами, играющими решающую роль для успешной работы интеллектуальных производственных систем, являются безопасность их эксплуатации и защищенность от атак извне. С одной стороны, производственное оборудование и изделия не должны представлять опасности для людей и окружающей среды. С другой стороны, само оборудование и продукция нуждаются в защите от неправомерного использования и несанкционированного доступа – при этом особую важность имеют содержащиеся в них данные и информация. Для подобной защиты необходимы интегрированная архитектура безопасности и однозначные способы идентификации. Данное направление более широко привлечет частный капитал, частные ИТ-компании получат широкий рынок для реализации своих возможностей в области безопасности, и предоставления программного обеспечения и его обслуживания.

В успешном развитии «Индустрии 4.0» основную роль сыграет крупный и средний бизнес, современные предприниматели непосредственно будут заинтересованы в реализации этого проекта. Бизнес будет инвестировать большие средства в развитие «Индустрии 4.0», что бы в дальнейшем выйти в лидеры по использованию промышленного интернета и преумножить свои активы. В первую очередь реализация проекта «Индустрии 4.0» даст частному капиталу такие выгоды как: эффективность использования ресурсов и энергии, организация производства в городских условиях, организацию работы с учетом социальных и демографических условий, освобождение трудовых активов, и их более рациональное использование, и своевременное переобучение, под те или иные тенденции изменения рынка.

Так же позволит оперативно вмешиваться в производственный процесс, реагировать на неисправности и простои, вносить изменения в продукцию на стадии производства. «Индустрия 4.0» сделает возможным то, о чем уже давно говорит бизнес. Унифицирует правила

стандартизации и объединит отдельные предприятия и интегрирует их в глобальную производственную систему. В рамках развития «Индустрии 4.0» произойдет пересмотр и регулировка нормативно-правовой базы. Правовые взаимоотношения между предприятиями выйдут на новый уровень, произойдет изменение в сфере обмена корпоративной информации и её защиты. Последует пересмотр типовых договоров о сотрудничестве, претерпят изменения коллективные договора между предприятиями. Станут проще и доступнее механизмы саморегулирования, аудиторские проверки [3].

Таким образом, исходя из всего выше перечисленных плюсов «Индустрия 4.0» очень перспективна и привлекательна для частного капитала. Учитывая все эти преимущества, бизнес сыграет главную роль в освоении и продвижении «Индустрии 4.0». Инвестиции крупного бизнеса создадут благоприятный микроклимат для реализации четвертой научно-технической революции. Основные уроки, которые можно извлечь из опыта зарубежных промышленников это своевременное проведение промышленных процессов к одним общим параметрам стандартизации и унификации производства.

Одно можно сказать точно: Индустрия 4.0 медленно, но верно входит в наш мир, и все свидетельствует о том, что мы с головой нырнем в умную окружающую среду, где все объекты будут постоянно связаны ради нашей выгоды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <https://www.deutschland.de/ru/topic/ekonomika/innovacii-tehnologii/setevizaciya-mira>
- 2 <http://industrialissimo.com/индустрия-4-0-информатизация-производства>
- 3 <http://www.up-pro.ru/library/opinion/rol-biznesa.html>

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

КАСЕНОВ А. Ж.

к.т.н., асоп. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЖАНБУЛАТОВА Л. Д.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Обучение в высших учебных заведениях направленно на выпуск наиболее конкурентоспособных специалистов и одной из

важной составляющей в инженерной подготовке является обучение навыкам проектирования. Конкурентоспособность в высших учебных заведениях достигается за счет того, что перед обучающимся ставится выбор помимо традиционного метода проектирования и анализа проектов имеется возможность выполнения задания в системах автоматизированного проектирования внедренных в такие дисциплины как машинная графика, проектирование механизмов и машин, детали машин и основы конструирования и др. [1-5].

На данный момент одним из условий работы на предприятиях высококлассным специалистом является знание одной из систем автоматизированного проектирования. В свою очередь введение в учебный процесс новых технологий сделало его более интенсивным и интересным для обучающегося, а также значительно облегчило создание конструкторских и технологических проектов. В обучении навыкам работы в САПР (Система автоматизированного проектирования) технические кафедры выбрали наиболее подходящее для выполнения инженерных операций программное обеспечение. В этот список входят программы отечественного производства: «Компас», «АРМ», «Т-Flex», а также программы иностранного производства «AutoCAD» «AnSYS», «Comsol», «Simufac», «Adams», «Nastran». Все перечисленные программы используются для выполнения различных инженерных задач и соответствуют международным стандартам.

«КОМПАС» семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД (Единая система конструкторской документации) и СДПС (Система проектной документации для строительства) [8]. Разработчик компания «Аскон» специализируется в области машиностроения, приборостроения, строительства и предназначена для построения объемных ассоциативных моделей так и полностью сборочных единиц. Компас представляет собой прекрасное решение для автоматизирования процесса создания чертежей. Как показывает практика, данная система, по сравнению с аналогами, довольно проста для изучения. Крайне медленно развитие системы «Компас» порой делает его изучение абсолютно бессмысленным, особенно если рядом имеется такой конкурент, как Т-Flex [6].

«АРМ» программные продукты инженерного анализа (САЕ) предназначены для моделирования инженерных конструкций с целью получения оптимальных проектно-конструкторских решений и автоматизации подготовки конструкторской документации. Эти

продукты можно эффективно использовать при проведении научных исследований и выполнении экспертных работ, при обучении студентов, аспирантов и магистрантов технических университетов и переподготовке инженерных кадров, для анализа критических ситуаций и реализации других целей и задач во всех без исключения сферах инженерной деятельности [3] [7].

T-Flex профессиональная конструкторская программа, объединяющей в себе мощнейшие параметрические возможности 2D и 3D моделирования. T-FLEX CAD отличается особой производительностью и стабильностью и предлагает инновационные инструменты для создания специализированных систем автоматизированного проектирования в области трубопроводов, металлоконструкций, электрических схем, строительных и многих других конструкций. Система ориентирована на профессионалов в области проектирования, содержит все необходимые инструменты для расчета, конструирования и подготовки производства конструкций всех уровней сложности [8] [4].

«AutoCAD» – двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk. AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Широкое распространение AutoCAD в мире обусловлено не в последнюю очередь развитыми средствами разработки и адаптации, которые позволяют настроить систему под нужды конкретных пользователей и значительно расширить функционал базовой системы [9].

AnSYS – универсальная программная система конечно-элементного анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является самой популярной у специалистов по САЕ системам. AnSYS служит для решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций, включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций, задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование – изготовление – испытания» [10].

Comsol предназначено для моделирования любых физических систем что позволяет моделировать сложные электрические,

механические, гидродинамические и химические явления. Дополнительные модули расширяют возможности платформы мульти физического моделирования, обеспечивая моделирование в специфических областях науки и техники и интеграцию с программными пакетами сторонних разработчиков и их функциями [11].

Simufac – система компьютерного моделирования для расчета процессов деформирования металлов в процессахковки и объемной штамповки при проектировании штамповой оснастки. Позволяет оптимизировать температурно-скоростные, учитывающие напряжённо-деформированное состояние, условия процессов, проектировать оптимальные технологии. Этому способствует адекватность моделей технологического процесса, а также точное описание реологического поведения металла в условиях деформации [12].

Adams – наиболее широко используемый программный комплекс для виртуального моделирования сложных машин и механизмов. Adams используется для разработки и совершенствования конструкций от простых механических и электромеханических устройств до автомобилей и самолетов, железнодорожной техники и космических аппаратов. С помощью Adams можно быстро создать полностью параметризованную модель изделия, строя ее непосредственно в препроцессоре или импортируя из наиболее распространенных CAD-систем. Задав связи компонентов модели, приложив нагрузки, определив параметры кинематического воздействия и запустив расчет можно получить данные, полностью идентичные результатам натурных испытаний системы. Таким образом, представление о работе изделия появляется ещё до начала раскроя металла или отливки пластика для изготовления опытного образца [13].

Nastran обеспечивает полный набор расчетов, включая расчет напряженно – деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, анализ устойчивости, решение задач теплопередачи, исследование установившихся и неустойчивых процессов. Наряду с расчетом конструкций он может использоваться и для оптимизации проектов. Оптимизацию можно проводить для задач статики, устойчивости, установившихся и неустойчивых динамических переходных процессов, собственных частот и форм колебаний. Nastran также включает уникальную функцию оптимизации конструкции с неограниченными изменениями ее геометрической формы [14].

Таблица 1 – «Таблица-сравнения преимуществ и недостатков программ»

	Преимущества	Недостатки
Компас	1.Понятный и интуитивный интерфейс. 2.Относительно недорог. 3.Полностью русифицирован	Крайне медленное развитие системы
AutoCAD	Доступность для создания на его базе мощных специализированных расчетно-графических пакетов [15]	Сложность привязки информации из базы данных к графическим объектам.
T-Flex	1.Уникальные средства параметризации 2. Скорость работы программы 3.Гибкое проектирование 4.Решение сложных задач 5.Открытость 6.Широкий набор дополнительных возможностей 7.Использование существующих наработок и опыта [16]	1.Ограниченные возможности расчёта: отсутствие аэро- и гидродинамики 2. Отсутствует возможность эргономического расчёта 3.Слабые возможности создания с фотореалистичного изображения 4.Отсутствуют инструменты трассировки и резервирования объёмов[17]
AnSYS	1.Удобный и гибкий пользовательский интерфейс 2.Широкие возможности препроцессора 3.Обладает мощным средством автоматизации численного анализа – языком APDL	Повышенные требования, предъявляемые к аппаратному обеспечению для получения приемлемой скорости прямого просчета модели. Данное обстоятельство существенно ограничивает возможность применения двухмерных и особенно трехмерных AnSYS моделей в оптимизированных процедурах, требующих многократного вызова моделей на каждом итерационном шаге [18]

Представленные прикладные программы, использующиеся в учебном процессе, позволяют смоделировать различные конструкторские и технологические проекты, не прибегая к дорогостоящим и долгосрочным лабораторным работам, что позволяет в короткие сроки дать обучающему представлению о промышленных процессах в его сфере обучения.

Несмотря на большие возможности современных САПР решающая роль в проектировании принадлежит обучающемуся и навыки работы на представленных прикладных программах являются одной из главных задач для высших учебных заведений, которые заинтересованы в подготовке высококвалифицированных специалистов и подтверждения конкурентоспособности своего учреждения, имеющие цель дать своим обучающимся практические знания для дальнейшего их использования в промышленных предприятиях.

Прикладные программ являются неотъемлемой частью профессиональной деятельности инженеров, поэтому на их освоение требуется определенное время. В силу ограничения учебным планом аудиторных занятий, целесообразно поэтапное изучение программных продуктов, начиная с широко применяемых во всех отраслях и заканчивая специальными профессиональными прикладными программами.

Таким образом, сравнив некоторые программы (таблица 1), современные САПР программы отвечают всем требованиям системы образования и использование их в учебном процессе является целесообразным и применение прикладных программ в процессе подготовки инженеров способствует лучшему взаимодействию обучающихся в едином информационном пространстве, что позволяет подготовить высококонкурентоспособного, профессионально компетентного специалиста, востребованного на современном рынке труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Дудак Н.С., Касенов А.Ж., Муканов Р.Б. Оспантаев А.К. Истай Т.Б. Миллер С.А., Ахметова А.А. // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XVI Саптаевские чтения». Том 16 – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2016 – с. 47-54.

2 Мендебаев Т.М., Дудак Н.С., Касенов А.Ж., Муканов Р.Б., Смаилова Г.А. Применение системы Autodesk inventor при проектировании резцовой головки для обработки отверстий // Труды Международных

Сатпаевских чтений «Конкурентоспособность технической науки и образования», Т.1, часть 1, Алматы, 2016 – с. 238-243.

3 Дудак Н.С., Муканов Р.Б., Касенов А.Ж., Таскарина А.Ж. Применение системы АРМ WinMachine при проектировании металлорежущих инструментов // Труды международных Сатпаевских чтений «Конкурентоспособность технической науки и образования», Т. 1, часть 1, Алматы, 2016 – с. 238-243

4 Махов А.А., Копейкин Е.А. Проектирование шлицевых протяжек с применением MatLAB и T-Flex CAD 3D // Вестник МГТУ «Станкин» №3 (30), Москва: 2014 – с.73-78

5 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас\\_\(САПР\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР))

6 <http://texdizain.net/proektirovanie/37-preimuschestva-kompas-3d-v-sapr-nebolshoy-obzor.html>

7 <http://apm.ru/produkti/>

8 [http://www.mashportal.ru/company\\_news-43039.aspx](http://www.mashportal.ru/company_news-43039.aspx)

9 [https://ru.wikipedia.org/wiki/AutoCAD#cite\\_note-5](https://ru.wikipedia.org/wiki/AutoCAD#cite_note-5)

10 [http://rucadcam.ru/publ/cae\\_programmy/ansys/ansys/14-1-0-20](http://rucadcam.ru/publ/cae_programmy/ansys/ansys/14-1-0-20)

11 <https://www.comsol.ru/products>

12 <http://www.lavteam.org/tags/Simufact/>

13 <http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=835>

14 <http://www.cad.ru/ru/software/detail.php?ID=3181>

15 <http://studopedia.org/11-21762.html>

16 <http://www.tflexcad.ru/t-flex-cad/advantages/>

17 <http://www.vokb-la.spb.ru/soft/t-flex/t-flex.html>

18 [http://www.ssc.smr.ru/media/ipuss\\_conf/13/2\\_05.pdf](http://www.ssc.smr.ru/media/ipuss_conf/13/2_05.pdf)

## ГЛАВНЫЕ РЕГИОНЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАСЕНОВ А. Ж., АБИШЕВ К. К., ИТЫБАЕВА Г. Т.  
ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Отрасль машиностроения является важнейшей для экономики любого индустриально развитого государства. Машиностроение обеспечивает различным оборудованием и машинами все отрасли экономики, производит многие предметы потребления (часы, холодильники и другую бытовую технику). В наши дни машиностроение занимает среди всех отраслей мировой промышленности первое место как по числу занятых, так и по стоимости продукции. По уровню развития машиностроения судят об уровне развития любой страны.

Отраслевой состав машиностроения очень сложен. Оно состоит более чем из 70 отраслей. Главными его отраслями являются электроника, электротехника, вычислительная техника, робототехника, приборостроение, точное машиностроение, сельскохозяйственное машиностроение и тракторостроение, транспортное, станкостроение, автомобилестроение, локомотивостроение, вагоностроение, самолетостроение, судостроение.

Производство многих видов современной машиностроительной продукции требует больших трудовых затрат, высокой квалификации рабочих. Особенно трудоемки приборостроение, производство ЭВМ и другие новейшие отрасли. Эти отрасли также требуют постоянного внедрения последних достижений науки, т. е. являются наукоемкими. Размещаются такие производства в крупных городах или рядом с ними, там, где имеется много квалифицированных рабочих и инженеров, располагаются центры научных исследований, имеется развитая инфраструктура. Зато ориентация машиностроения на источники металла в эпоху НТР значительно снизилась. Машиностроение все больше становится отраслью повсеместного размещения.

Главные регионы машиностроения.

На экономической карте мира можно выделить 4 основных машиностроительных региона. Первый регион – Северная Америка, где производятся практически все виды машиностроительной продукции. Второй регион – зарубежная Европа, которая производит главным образом массовую машиностроительную продукцию, но также занимает важное место в производстве продукции некоторых новейших отраслей. Третий регион – Восточная и Юго-Восточная Азия, – в котором лидирует Япония, сочетающая производство продукции массового назначения с лидирующими позициями во многих новейших отраслях, дающих изделия самой высокой технологии. Относительно высокого уровня машиностроение достигло в новых индустриальных странах.

Первый регион машиностроения – Северная Америка, где производятся практически все виды машиностроительной продукции, от самой высокой до средней и низкой степени сложности.

Среди отраслей машиностроения быстрее других растут электротехническая, радиоэлектронная, самолето- и ракетостроительная. Так, производство электронно-вычислительных машин за последние 10-15 лет увеличилась в несколько раз, и теперь США производит две третьей всех ЭВМ в Мире. Электротехнические и электронные предприятия размещаются в крупных городских агломератах, где много квалифицированной рабочей силы.

Станкостроение и производство заводского оборудования по-прежнему концентрируются в городах Приозерья и северо-восточного побережья США. Заводы Юга и Запада получают станки и оборудования с Севера. Из отраслей транспортного машиностроения особенно большое развитие получили автомобиле и самолетостроение. Автомобилестроение – национальная отрасль промышленности США. Здесь впервые начался массовый выпуск автомобилей, и теперь каждый работающий американец производит или обслуживает автомобиль. Эта отрасль отличается высокой производственной и территориальной концентрацией: большая часть заводов построено в штате Калифорния. Этот же штат занимает первое место в стране по самолето- и ракетостроению.

Второй регион – зарубежная Европа. Западная Европа является историко-географическим регионом, входящим в регион Зарубежная Европа. В мировой торговле на нее приходится около половины суммарного оборота.

«Лицом» Западной Европы в международном географическом разделении труда является промышленность, и в первую очередь ее ведущая отрасль – машиностроение. На эту отрасль приходится около одной третьей стоимости всей промышленной продукцией. Машиностроение Западной Европы представлено множеством подотраслей. Здесь выпускаются практически все виды машиностроительной продукции, особо выделяется производство станков, оптики, электроники и радиоэлектроники, автомобилей.

Экономическая и политическая погода в Западной Европе делается в ведущих странах, входящих в «большую семерку»: Германия, Франция, Великобритании, Италии; лидирующее положение среди них имеет Германия.

В международном разделении труда лицо Германия определяет, прежде всего, развитое машиностроение. Монополистическая элита страны – это концерны новых отраслей – не только автостроение, но и аэрокосмическая техника, «Фольксваген», «Сименс» (электроника), «Дойче телеком» (информационная техника) и др.

Великобритания. В самой крупной отрасли британской промышленности – машиностроении – работает одна четвертая всех занятых в обрабатывающей промышленности. Преобладает транспортное машиностроение. Около одной третьей капитала, затрачиваемого на производство транспортных средств, принадлежит американским компаниям, которые закрепились на британских островах после 2-ой мировой войны. Предприятия этой отрасли,

имеются практически во всех районах и в большинстве городов Великобритании. Первым крупным районом автомобилестроения стал Западный Мидленд с центром в Бирмингеме. Этому способствовало его центральное положение, которое облегчало не только получение деталей и вспомогательных материалов от расположенных вокруг многочисленных предприятий, но и сбыт готовой продукции на внутреннем и внешнем рынке – через Ливерпуль и Лондон. Вторым районом автомобилестроения стал юго-восток Англии (с центрами в Оксфорде, Лутоне и Данемеге), где имелись в избытке рабочие руки.

Одна из наиболее быстро развивающихся отраслей машиностроения – самолетостроение. Доминирует здесь одна крупная государственная фирма – «Бритиш айрспейс».

По выпуску самолетов Великобритании уступает в зарубежном мире только США. Она выпускает около 22 типов машин: военные, пассажирские, грузовые и несколько типов самолетов небольших размеров для специальных целей. К растущим и развивающимся производствам относятся электротехника, занимающая 2-ое место среди отраслей обрабатывающей промышленности по числу занятых. Господствует в электротехнике несколько крупных компаний. Продукция «тяжелой» электротехники – электромоторы, мощные генераторы, трансформаторы и турбины. Они производятся практически одной крупнейшей монополией – «Дженерал электроник», с которой слились две другие электротехнические фирмы – «Инглиш электрик» и «Ассошиэйтед электрикалиндастриз».

Особенно быстро развивается электроника. Однако число рабочих мест на предприятиях электронной промышленности растет довольно медленно. В Великобритании прочно обосновались американские корпорации электронной промышленности.

Франция. Наряду с Германией и Великобританией крупную роль в мировой экономике и международных отношениях играет Франция. Высокоразвитая промышленность этой страны занимает передовые позиции в мире в атомной энергетике, в некоторых видах транспортного машиностроения, химической промышленности. Она заметно уступает промышленности США, Япония, Германия. Крупнейшие индустриальные центры – Париж, Марсель, Гавр, Дюнкерк, Лилль, Страсбург, Нант, Тулуза.

Особое положение в Западной Европе занимают так называемые малые страны. Их всего 13 (не считая карликовых государств Лихтенштейна, Монако и др.): Австралия, Бельгия, Греция, Дания,

Ирландия, Исландия, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Финляндия, Швейцария и Швеция. Иногда к ним относят Испанию.

Несмотря на то, что удельный вес каждой из этих стран в мировой экономике сравнительно невелик, взятые в совокупности, они представляют мощную силу. Их доля в промышленном производстве Западной Европы составляет около 30 %, а во внешней торговле – 40 %. Большинство из них имеет высокоинтенсивное сельское хозяйство.

Особенно внушительны позиции малых стран Европы в производстве оборудования, станкостроении, судостроении, электротехнической.

Восточная Европа включает Польшу, Чехию, Словакию, Венгрию, Румынию, Болгарию, Словению, Хорватию, Сербию, Черногорию, Боснию и Герцеговину, Македонию, Албанию, а также Литву, Латвию и Эстонию.

Польша – самая крупная из этих стран по экономическому потенциалу. Машиностроение здесь, достигло высокого уровня, однако, оно отличается повышенной металлоемкостью. Здесь производят машины и оборудование для промышленности, строительства и сельского хозяйства, развито также транспортное и тракторостроение. По большинству видов производимой в этой отрасли продукции Польша занимает лидирующие места в Европе. Особое место в машиностроении Польши принадлежит судостроению – отрасли международной специализации. В Польше производят суда различных типов и назначения.

Быстро развивается электротехническая промышленность, в т. ч. производство бытовой техники. Главные центры машиностроения: Варшава, Лодзь, Вроцлав, Познань, Гданьск, Быдгощ.

В Чехии (Прага, Пльзень, Брно и др.), машиностроение наиболее развито. Оно поставляет на внешний рынок станки, комплектное оборудование для предприятий, вычислительную технику, бытовые приборы и т. п.

Третий регион – Восточная и Юго-восточная Азия, в котором лидирует Япония. В него входят и «азиатские тигры», специализирующиеся прежде всего на выпуске бытовой электроники, и Китай.

Япония (столица – г. Токио) – островное государство в Тихом океане у восточных берегов Евразии. Она занимает архипелаг Японских островов, наиболее крупные из них: Хонсю, Кюсю, Сикоку и Хоккайдо. Япония – один из «экономических столпов» современного мира.

Свидетельства бурного роста, разносторонности и высокого технического развития японского машиностроения можно найти почти в любом уголке земного шара. Суда, построенные на японских верфях, бороздят воды всех океанов. Японские фотоаппараты, транзисторные приемники и швейные машины завоевали репутацию изделий самого высокого класса, и спрос на них на мировом рынке очень велик.

Японские автомобили, автобусы, грузовики и железнодорожный подвижной состав осуществляют перевозки на дорогах 5 континентов планеты. Электрогенераторы, сделанные в Японии, обеспечивают светом и энергией дома и промышленные предприятия в Азии, Африке, Австралии, в Северной и Южной Америке. Японское прядильное и ткацкое оборудование является базой развития текстильной промышленности во многих странах Азии и других континентов.

Производство электрических аппаратов представляет собой наиболее быстрорастущую отрасль машиностроения. Фантастически быстрый рост этой отрасли определяется тем, что для развивающейся страны нужны были мощные электроагрегаты, а также тем, что очень быстро рос спрос на бытовые электроприборы. Электрические аппараты, включая продукцию электронной промышленности, направляются на экспорт, в основном, в Северную Америку, Азию и Европу. Одним из основных достижений японского машиностроения за последние годы явился феноменально быстрый рост производства изделий электронной промышленности. Такие изделия электронной промышленности, как телевизоры, магнитофоны, радиоприемники, стереофонические радиолы составляют 46,7% общего выпуска продукции.

Китай – великое древнее государство. Современный Китай – Китайская Народная Республика (столица – г. Пекин) – занимает третье место в мире по размерам территории (9,6 млн. кв. км.) после России и Канады.

Машиностроение отличается разнообразием выпускаемой продукции, причем преобладают не специализированные, а универсальные предприятия, которые размещены рядом с крупными городами, металлургической базой и морскими портами. Уровень используемой КНР техники и технологии пока не очень высок, имеется много изношенного оборудования, все еще низка производительность труда. Однако в последние годы в результате проводимой экономической реформы КНР добилась заметных успехов в изготовлении бытовой электроаппаратуры, приборов, ЭВМ, новейших средств связи и т.д. Широкое распространение получили предприятия с привлечением иностранного капитала.

Главные центры машиностроения – Шанхай, Шэньян, Тянь-цзинь, Харбин, Пекин, Лоян, Чанчунь и др.

Группа новых индустриальных стран Азии, состоит из двух «Эшелонов». К первому из них было принято относить Республику Корею, Сингапур, Тайвань и Гонконг, которые из-за осуществленного ими быстрого экономического скачка стали называть четверкой «Азиатских тигров» (или «Драконов»). Затем их примеру последовали еще три страны – члены АСЕАН, образовавшие как бы «Второй эшелон» НИС Азии, – Малайзия, Таиланд и Индонезия.

В 70-80-х гг. произошла перестройка экономики этих стран по образцу японской модели. В них возникла крупная автомобильная, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, судостроительная и особенно электротехническая и электронная промышленность; ежегодно здесь выпускают десятки миллионов радиоприемников, телевизоров, магнитофонов, видеоманитофонов.

«Экономическое чудо» этих стран объясняется как активностью местных бизнесменов, так и тем, что ТНК избрали их в качестве важной сферы приложения своих капиталов, ориентируясь, прежде всего на выгоды их ЭГП и исключительно выносливую, дисциплинированную и в то же время относительно дешевую рабочую силу. Но почти вся наукоемкая, да и другая продукция предназначена для сбыта на рынках стран Запада.

Тайвань вышел на одно из первых мест в мире по экспорту мониторов, кинокамер, швейных машин; Республика Корея – судов, телевизоров, магнитных дисков; Малайзия – кондиционеров, электронных компонентов и т. д. На внешнем рынке промышленная продукция этих стран обладает высокой конкурентоспособностью.

Четвертый регион – Содружество Независимых Государств (СНГ). Для стран, входящих в этот регион, машиностроение – одна из главных отраслей международной специализации.

В машиностроении Белоруссии ведущее место занимает авто и тракторостроение (Минск, Жодино, Могилёв) и станкостроение (Минск, Витебск, Гомель). Развито – приборостроение и радиоэлектроника.

Главные отрасли машиностроения Украины: тяжелое машиностроение, автомобиле-, вагоно-, судостроение, сельскохозяйственное машиностроение, станкостроение, приборостроение (Киев, Донецк, Запорожье, Днепропетровск).

В России существует около 48 тыс. заводов машиностроительной отрасли. На российских предприятиях производят в основном отдельные детали и узлы машин и механизмов, которые поступают

на головные заводы, где из них собирают уже готовые изделия. На многих машиностроительных заводах изготавливают запасные части или узлы для ремонта уже работающих машин, поломка которых совсем не редкость. Это освобождает от необходимости изготавливать на головном заводе абсолютно все детали и узлы, которые нужны для производства готовой продукции.

Машиностроение выпускает самую разную продукцию: и шагающий экскаватор весом в тысячи тонн, и почти невесомые, по сравнению с ним, ручные часы. Объём производства готовых изделий тоже разный: легковых автомобилей, например, выпускают сотни тысяч, а баллистических ракет – всего несколько штук в год.

Российское машиностроение подразделяется на энергетическое, авиационное, транспортное, сельскохозяйственное.

Энергетическое машиностроение производит различное оборудование для электростанций, а также двигатели для морских и речных судов и др. Такие гигантские и сложные изделия как паровые котлы, весом тысячи тонн и высотой с 10-ти этажный дом выпускают Белгородский, Таганрогский и Бийский котельные заводы. Турбины и генераторы, требующие труда высококвалифицированных рабочих и инженеров, и уникального оборудования производят в Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске. Заводы по изготовлению реакторов для АЭС находятся в Санкт-Петербурге и Волгодонске.

Авиационное машиностроение выпускает технику самого высокого класса. Авиационная техника оснащена различными приборами, имеет электронные устройства, которые помогают управлять летчику машиной, ориентироваться в пространстве, использовать систему вооружения. В мире широко известны российские фирмы «Сухой», «Миг», «Бериев», «Туполев», «Камов», «Миль», «Ильюшин». Центры самолетостроения в Казани, Нижнем Новгороде, Самаре, Саратове, Комсомольске-на-Амуре, Новосибирске, Иркутске, Улан-Удэ, Таганроге.

Транспортное машиностроение имеет для нашей страны стратегическое значение. Производство автомобилей в отечественном транспортном машиностроении занимает первое место. В столице разместились два завода – «Москвич» и «ЗИЛ». В Поволжье – заводы-гиганты в г. Тольятти, Ульяновске, Набережных-Челнах, Горькове. Промышленные автобусы выпускают в Павлове (на Оке), вездеходы – в Заволжье и Арзамасе, самосвалы – в Саранске. Крупнейшие центры морского судостроения – Санкт-Петербург, Выборг, Северодвинск,

Комсомольск на Амуре, Астрахань. Морские и речные суда производят в Рыбинске, Зеленодольске, Волгограде, Навашине, Городце.

Сельскохозяйственное машиностроение ориентированно на производстве техники для больших коллективных хозяйств (колхозов). В России много тракторных заводов, которые производят почти все известные типы тракторов. Самые мощные колесные тракторы «Кировец» изготовленные на Кировском заводе в Санкт-Петербурге, а самые маленькие – во Владимире.

Ведущее место в электронном машиностроении принадлежит Москве и московской области, Зеленограду, Санкт-Петербургу, Пскове, Новгороде, Саратов, Уфа, Пермь, Ижевск, Новосибирск, Красноярск, Владивосток [1].

На момент развала Союза в Казахстане было порядка 50 предприятий оборонного машиностроения, не считая предприятий среднего машиностроения, в целом имелось порядка 3000 предприятий машиностроительной отрасли. Правда, в это число входили и машинно-тракторные станции (МТС). Следует понимать, что МТС того времени, по сегодняшним меркам, – это крепкое среднее предприятие, у которого была своя кузница, возможно, литейное производство, механообработка и даже электротехнический участок.

Машиностроительный комплекс включает 13 подотраслей: железнодорожную, нефтегазовую, горношахтную и металлургическую, автомобилестроение, сельскохозяйственную, электрооборудование и т.д. (таблица 1).

Таблица 1 – Отрасли машиностроительного комплекса



Главными целями машиностроения в Казахстане является удовлетворение потребностей внутреннего рынка и расширение экспорта посредством увеличения сегмента дорогостоящей продукции. Сектор машиностроения включает несколько стратегических подсекторов, а именно: железнодорожный, нефтегазовый, горнопромышленный и металлургический, сельскохозяйственный, автомобильного строительства, электрических систем и т.д.

Нефтегазовое машиностроение. Интенсивная разработка запасов минеральной руды, металлов, нефти и газа в Казахстане способствовала активному развитию тяжелого, нефтегазового, горнорудного и металлургического машиностроения, а также повышению конкурентоспособности выпускаемой в данных сегментах продукции. Так, ведется продуктивная работа по улучшению дизайна, вводятся новые производственные процессы, соответствующие высоким мировым стандартам, увеличивая спектр казахстанской продукции, получающей международное признание.

Производство электрооборудования. Создание крупномасштабных проектов по электрификации и энергосбережению при поддержке правительства страны в значительной степени способствовало развитию электрического машиностроения. Производимая в Казахстане продукция предназначена как для внутреннего, так и для внешнего рынка и представлена такими изделиями, как: конденсаторы, позволяющие значительно уменьшить потери реактивной мощности и частотные колебания в сети, а также габаритные электрические установки, используемые в электросетях.

Сельскохозяйственное машиностроение. Север Казахстана можно назвать хлебодородной житницей страны, и это создало естественные предпосылки для развития сельскохозяйственного машиностроения, в особенности производства тяжелых многофункциональных комбайнов [2].

В соответствии с расчётами по паритету покупательной способности, выпуск машиностроения Казахстана в 2011 году был равен \$11 млрд.

Доля машиностроения в валовой добавленной стоимости Казахстана – 0,6 %, в том числе производство оборудования – 0,3 %, производство электрооборудования – 0,2 %, производство транспортных средств – 0,1 % (по данным за 2010 год).

Доли производства машиностроительной отрасли в Казахстане по группам секторов в стоимостном выражении в 2011 году составили:

тяжелое машиностроение – 46 %; транспортное машиностроение – 20 %; электрооборудование и приборостроение – 36 %.

Среднегодовые темпы роста по секторам машиностроения в период с 2008 по 2011 год составили: станкостроение – 85 %; сельскохозяйственная техника – 36 %; электрическое оборудование – 28 %; транспортное машиностроение – 17 %; ИКТ оборудование – 13 %; тяжелое машиностроение – 12 %; промышленное оборудование – 5 %.

Всего по данным Агентства по статистике РК на 1 января 2012 г. в отрасли машиностроения работает 1504 предприятия. По Карте индустриализации Казахстана реализуется 9 новых крупных проектов в отрасли машиностроения, а именно:

В транспортном машиностроении: АО «Азия Авто», грузовой и общественный транспорт; АО «ЗИКСТО», вагоностроение; АО «Байтерек А», электровозы; ТОО «Камкор Менеджмент», грузовые вагоны.

В нефтегазовом машиностроении: АО «Западно-Казахстанский Машиностроительный Комбинат», разработка и изготовление газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций.

В горно-металлургическом машиностроении: ТОО «Карагандинский машиностроительный завод им. Пархоменко», производство крупного литья для грузовых железнодорожных вагонов.

В производстве сельхозтехники: АО «Агромаш Холдинг», производство комбайнов.

В производстве электротехнического оборудования: ТОО «Кайнар-АКБ», производство промышленных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей; ТОО «EAST INDUSTRY COMPANY Ltd», производство силовых и контрольных кабелей.

Основными экспорт ориентированными секторами машиностроения являются нефтегазовое, горнодобывающее, электротехническое промышленное машиностроение. Доля секторов тяжелого и электротехнического машиностроения в экспорте всей машиностроительной отрасли составляет 65 %.



Объем экспорта в 2011 г. продукции машиностроения Казахстана составил 760 млн. USD о данным Комитета таможенного контроля Министерства финансов РК.



Основным рынком сбыта казахстанской машиностроительной продукции является Россия, другими ключевыми рынками являются Кыргызстан, Азербайджан, Таджикистан, Узбекистан, Китай, Украина и Беларусь. В страны СНГ поставляется 78 % всей машиностроительной продукции Казахстана, в Европейский Союз 17 %, в Китай 2 % и прочие страны 4 % в стоимостном выражении по результатам 2011 г.

Сектор	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	СНГ	ЕС	Другие страны	Итого	СНГ	Другие
Тяжелое и энергетическое оборудование	323	202	214	343	95%	4%	1%	37%	17,7%	15,4%
Электрическое оборудование, ИКТ инструменты	134	71	88	126	92%	3%	5%	3%	21,4%	13,3%
Самолеты и вертолеты	704	63	301	65	10%	81%	9%	3%	23,5%	18,3%
Малолитражные автомобили	40	9	15	49	96%	3%	1%	3%	18,4%	15,7%
Поезда и авиатранспорт	48	37	25	35	70%	8%	2%	1%	40,5%	20,6%
Другое оборудование	35	18	29	148	90%	12%	3%	1%	73,4%	25,3%
Итого	1284	490	475	766	88%	18%	4%	2%	21,4%	14,7%

Источник: Агентство РК по статистике

Тяжелое машиностроение – оборудование для нефтегазовой промышленности.

Поскольку приоритетом для Казахстана является развитие нефтегазовой промышленности, большие перспективы имеет развитие машиностроения для удовлетворения потребностей именно данного сектора. Уже сейчас казахстанские предприятия производят широкий спектр оборудования для бурения и обслуживания скважин, извлечения, транспортировки и обработки нефти и газа. Такая широкая специализация в будущем может найти применение в производстве оффшорных платформ, пользующихся большим спросом. Объем производства оборудования для нефтегазовой и горнорудной добычи и переработки в денежном выражении составила 750 млн. USD в 2011 г. (36 % общего объема продукции машиностроения). Предприятия с экспортным потенциалом:

- АО «Петропавловский завод тяжелого машиностроения» является основным казахстанским производителем нефтегазового оборудования. Предприятие располагает производственными мощностями с наличием всех технологических процессов.

- АО «Казнефтегазмаш» производит устьевое нефтепромысловое оборудование и запорную арматуру, ответные фланцы, крепежные изделия [3].

Таким образом, для обеспечения роста конкурентоспособности машиностроения Казахстана необходим учет ряда условий и факторов, способных заметно повлиять на позиции отраслей в целом, отдельных товаропроизводителей и товаров на внутреннем и внешнем рынках. Сложность развития машиностроения Казахстана состоит в том, что при реализации стратегических целей индустриализации в ближайшей перспективе необходимо решать одновременно три основные задачи:

- 1) Интенсивная модернизация машиностроения и его технического перевооружения.

- 2) Подготовка и переподготовка кадрового потенциала, способного обеспечить инновационное развитие машиностроения.

- 3) Создания условий для повышения инвестиционной привлекательности машиностроительных предприятий и обеспечения притока частных инвестиций. При этом фактор времени приобретает решающее значение, если учесть, что развитые страны перевооружают свою промышленность каждые 7-10 лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://biofile.ru/geo/13935.html>
2. Беклемишев П. И. «Машиностроение в Казахстане есть!» // Общественно-политическая газета Central Asia Monitor. 4 ноября 2016 г.
3. [http://export.gov.kz/ru/page-418-mashinostroyelnaya\\_otrasl](http://export.gov.kz/ru/page-418-mashinostroyelnaya_otrasl)

## СОВРЕМЕННЫЕ СТАНКИ С ЧПУ

КЕНЖЕБЕКОВА А. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЫҚСАН Ж. М.

к.т.н., асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

История развития станков в машиностроении их модернизации и усовершенствования до автоматов и полуавтоматов, станков нового умного поколения оснащенных системами ЧПУ, работающих по заданной управляющей программе выполняя безупречно необходимые операции для изготовления деталей разного типа и точности из материалов различной прочности, при этом используемая управляющая программа сохраняется в памяти станка и при необходимости обработки аналогичных деталей корректируется под них и запускается вновь. Особенно наиболее целесообразным является использования станков с ЧПУ для выпуска продукции массового производства. Точность и соблюдение необходимых размеров гарантировано, что приводит к улучшению качества изготавливаемой продукции и повышению ценны и спроса, а также соответственно снижению затрат на себестоимость единицы изделия, т.к нет необходимости в персональном операторе с высоким уровнем квалификации для каждого станка, одним оператором может обслуживаться до 3х и более станков с ЧПУ.

Сменялись поколения электронных устройств ЧПУ, принципиально изменялись их возможности, что накладывало отпечаток на конструкцию и функциональную связь с самим объектом управления - металлорежущим станком. Основное свойство станков с ЧПУ – это их гибкость, т.е. скорость переналадки, которая на порядок выше гибкости станков автоматов на основе копирования, командаппаратов, путевых выключателей и пр.

В результате развития устройств ЧПУ, построенных по структуре ЭВМ, созданы высокопроизводительные технологические модули, в состав которых входят: многооперационный станок с автоматической сменой инструмента, транспортно накопительная система, позволяющая производить замену детали на заготовку, система контроля и регенерации отходов. Такие модули могут работать в автономном режиме или встраиваться в автоматические линии. Станки с ЧПУ позволяют производить обработку деталей с большой концентрацией инструментальных переходов, что повышает точность деталей. Все эти качества позволяют предположить увеличение объема обработки на станках с ЧПУ в условиях перехода к рыночной экономике.

Тенденции развития станков с ЧПУ: создание УЧПУ с применением микро-ЭВМ на микропроцессорах, применение в электроавтоматике станка с ЧПУ микроэлектроники, введение в систему станка диагностических устройств; широкое внедрение автоматизированных самоприспосабливающихся (адаптивных) устройств, обеспечивающих оптимизацию управления и обработки деталей; создание УЧПУ, управляющих как отдельными станками, так и группой станков [1, с 178].

Из всех станков нового поколения оснащенных ЧПУ наиболее востребованы в машиностроении и сфере металлообработки (изготовления различных деталей типа тел вращения высокой точности, монтажных единиц для сборки в узлы) именно токарные автоматы и полуавтоматы. Токарные станки с числовым программным управлением предназначены для наружной и внутренней обработки сложных заготовок деталей типа тел вращения. Они составляют самую значительную группу по номенклатуре в парке станков с ЧПУ. На токарных станках с ЧПУ выполняют традиционный комплекс технологических операций: точение, отрезку, сверление, нарезание резьбы и др. На рисунке 1 представлен современный токарный станок модели VDF 560 DUS.



Рисунок 1 – Токарный станок VDF 560 DUS

Большой путь модернизаций прошли станки. ЧПУ и Интернет – последние вехи его развития к совершенству. Если посетить музеи посвященные прогрессу индустрии, то невольно вызовет улыбку информация о том, какими были первые станки. ЧПУ и тем более Интернет, дополнившие сегодня эти механизмы, просто восхищают. Объединение в один механизм станок-ЧПУ способны творить чудеса. Без вмешательства человека тандем станок-ЧПУ способны выдать любую деталь с невероятной сложностью исполнения.

Станок ЧПУ это оборудование, которое имеет компьютерную оснастку, и способно по предварительно заданной программе выполнить необходимые операции без непосредственного участия человека. Используемые станки с ЧПУ в промышленном производстве резко повышают производительность труда, благодаря тому, что один оператор может обслуживать сразу несколько машин. Так же используемые станки с ЧПУ значительно повышают эргономические показатели, сокращая число травм на производстве [2, с. 287].

Практически на любом предприятии необходимы обрабатывающие станки. ЧПУ, если данные станки оборудованы этим обеспечением, способны считывать инструкцию процесса работы со специального языка программирования и управлять приводами станка и всей оснасткой.

Станки с ЧПУ основаны на микропроцессорах с оперативной памятью, операционной системой и микроконтроллерах. Работы, где необходима точность до микрона, не способен выполнить ни один простой станок. ЧПУ позволяет производить работу с невероятной точностью, притом, что его работа практически не связана с человеческим фактором.

Современный станок с ЧПУ предусматривает использование жестко заданной схемы управления процессом работы. Хранение программы технологического процесса может осуществляться на разных носителях – от перфорированной бумажной ленты до флэш-памяти. По назначению и по задачам выполняемых процессов бывают разные станки. ЧПУ объединяет их своей электронной начинкой, которая универсальна для программирования любых технологических процессов.

Продаваемые в наше время различными компаниями станки с ЧПУ имеют множество наименований и предназначены для исполнения разных работ на предприятиях по производству определенного вида продукции [3, с. 279].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сосонкин В.Л. Программное управление технологическим оборудованием. – М.: Машиностроение, 1991. – 178 с.
- 2 Евгеньев Г.Б. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 2004. – 287 с.
- 3 Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: Машиностроение, 2012 – 279 с.

## УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВАЯ ОБКАТКА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

МАҚЫБЕК Ы. Қ., БАЙГАЗИНОВА А. Т., БЕКЕНОВ К. Ш.,  
МУСАГАЖИНОВА С. Н.  
студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ОЛЖАБАЕВ Р. О.  
к. т. н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Карагандинским политехническим институтом совместно с Карагандинским металлургическим комбинатом (КарМК) разработаны принципиально новые конструкции устройств для гидроимпульсной упрочняюще-чистой обработки рабочих и опорных валков прокатных станков. Отличительной особенностью их является комбинированное воздействие усилия статического обкатывания, энергии и частоты ударных импульсов, что позволяет значительно снизить усилия обкатки и повысить износостойкость и усталостную прочность валков прокатных станков.

В зависимости от характера эксплуатации валков разработанные гидроимпульсные обкатные устройства (ГИО) могут работать в трех режимах:

- упрочняющая обработка, характеризующаяся высокими давлениями на ролик при обкатке и большой глубиной наклепанного слоя (до 10 мм и выше) в зависимости от диаметра детали, при этом твердость поверхностного слоя повышается на 40-80 %;
- чистовая обработка, характеризующаяся низкой шероховатостью ( $Ra=0,32\div 0,16$ ).

При упрочняюще-чистой обработке валков заготовку устанавливают в центрах токарного станка и приводят во вращение.

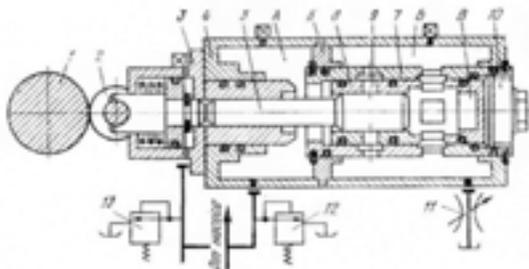


Рисунок 1 – Гидроимпульсное обкатное устройство для упрочняюще-чистой обкатки валков прокатных станков

При достижении рабочего давления, соответствующего усилию статического нагружения ролика (рассчитанного для обкатки валка) и настройки предохранительного клапана 12, включается гидроимпульсный механизм обкатного устройства. Он выполнен в виде цилиндра 4, разделенного перегородкой 6 на две камеры: А – холостого хода, В – рабочего хода. Камера В периодически сообщается через впускные отверстия в цилиндре управления 7 и в гильзе 8 с напорной магистралью и постоянно соединена через отверстия 9 с камерой, а через регулируемый дроссель 11 со сливной магистралью. Камера А постоянно сообщена с напорной магистралью через предохранительный клапан 12. Под давлением жидкости боек 5 совершает обратный холостой ход, сжимает жидкость в камере В рабочего хода, при этом часть жидкости выталкивается через дроссель в магистраль отвода. В конце холостого хода камера В после открытия бойком 5 впускных отверстий в цилиндре управления 7 сообщается с напорной магистралью. В результате давление жидкости в камере 5 повышается до магистрального и боек тормозится. При этом нарушается равновесие сил, действующих на боек.

Начинается рабочий ход. Сначала боек под давлением жидкости, поступающей из напорной магистрали в камеру В рабочего хода, ускоренно движется к штоку деформирующего ролика 2. После перекрытия бойком впускных отверстий в цилиндре управления жидкость из напорной магистрали перестает поступать и дальнейшее движение бойка совершается за счет расширения жидкости в камере В.

Во время рабочего хода потенциальная энергия жидкости при ее расширении в камере В переходит в кинетическую энергию бойка, становится больше энергии, противодействующей его движению и боек в конце рабочего хода наносит удар по штоку деформирующего ролика, затем отскакивает и начинается холостой ход.

Для регулирования частоты ударных импульсов в устройстве предусмотрен регулировочный винт 10, с помощью которого можно перемещать гильзу, тем самым изменяя геометрические параметры впускного отверстия в цилиндре управления и гильзе. По окончании процесса обкатки подача жидкости в камеру А прекращается, гидроимпульсный механизм отключается. Давление в гидроцилиндре механизма статического нагружения сбрасывается, и обкатная головка отходит назад. Данную установку можно использовать для упрочняюще-чистой обработки крупных резьб. Для этого необходимо заменить обкатной инструмент и повернуть головку (поворотный стол) на угол подъема резьбы.

Конструктивные параметры ГИО определяются по разработанной методике расчета, исходя из известных значений энергии удара, усилия статической обкатки, глубины наклепанного слоя.

Используя методику расчета основных режимов процесса обкатки а также конструктивных параметров гидроимпульсных механизмов, можно создавать обкатные устройства различного технологического назначения. Разработанные ГИО позволяют создавать усилия статической обкатки 6-36 кН и более, частоту ударных импульсов 60-120 Гц, энергию удара 30-120 Дж.

По новой технологии обработаны опорные валки диаметром 1500 мм из стали 9ХМФ массой 35 т. В качестве рабочего инструмента применяли деформирующий ролик диаметром 160 мм с профильным радиусом 15 мм из стали ШХ15. В результате обкатки валков шероховатость поверхности составила 0,32 мкм (исходная 6,3 мкм), микротвердость ее увеличилась на 25-30 % (следует отметить, что установка позволяет увеличивать микротвердость поверхности до 60 % – результаты лабораторных опытов).

Применение обработанных по такой технологии валков позволит повысить выпуск продукции и получить значительный экономический эффект.

Обкатка роликов рольгангов и валов ножниц горячей резки

Исследования проведены на Карагандинском металлургическом комбинате применительно к станинным и рабочим роликам рольгангов, работающим в условиях трения качения и трения скольжения, а также эксцентрикового вала нижнего ползуна ножниц горячей резки блюминга 1150, работающих в условиях трения скольжения. Станинные и рабочие ролики рольгангов на блюмингах 1150 и 950 изготавливаются из углеродистой стали 50, а валы ножниц – из легированной стали 50ХФ.

Основной причиной выхода из строя станинных и рабочих роликов рольганга блюминга 1150 является износ зубьев конических шестерен и износ поверхности бочки диаметров. Применение ППД значительно снижает интенсивность износа. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты работы стальных валков станом горячей прокатки до применения механического упрочнения (числитель), и после упрочнения (знаменатель)

Параметры	Блюминг		Стан	
	1150	950	550	1660
Число установок	7/10	4/6	4/6	16/20
Количество проката за установку, т	104325	103480	5880	570
Коэффициент расхода	120000	103410	7490	640
	0,074÷0,054	0,097÷0,07	0,62÷0,256	0,361÷0,209
Повышение стойкости, %	137	137	242	142

Установлено, что наибольшим сопротивлением износу обладает сталь 45 в состоянии нормализации, подвергнутая ППД по следующим режимам упрочнения: нагрузка на ролик P=250 кН, подача S=0,11 мм/об, частота вращения образца n=315 об/мин, радиус ролика R<sub>p</sub>=50 мм, профильный радиус r=3 мм.

## ВЕЛОМОБИЛЬ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

МҰРАТХАНҰЛЫ Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МУСИНА Ж. К.

к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Актуальность природоохранных условий сегодня диктует новые направления в производстве нового поколения техники, которая бы не загрязняла окружающую среду. Агрессия технических средств сегодня лишает человека возможности активно двигаться, поэтому велосипед – идеальный вариант экологически чистого вида транспорта, сочетающее в себе экономичность, удобство, небольшую грузоподъемность и доступность.

Велосипед – транспортное средство с мускульным приводом, обладающее «полезным оздоровительным эффектом». За счет небольшой грузоподъемности и способности развивать относительно высокую скорость, велосипед может стать полноценным транспортным

средством для перемещения на малые и средние расстояния. Низкая цена и мускульный привод делают велосипед самым доступным и экономным транспортным средством. Велосипеды могут использоваться не только для активного отдыха, а также как альтернативное транспортное средство, не требующее использования горючего.

По сравнению с велосипедом, он имеет лучшую обтекаемость, защиту от непогоды и более комфортабельную посадку. Согласно А. Н. Нарбуту, профессору и конструктору велосипедов, основными отличиями велосипеда от мотоцикла, нужно считать: наличие обтекателя (полного или частичного); сиденье, наподобие автомобильного (но не велосипедное седло); и наличие не менее трёх, не установленных в одну линию колёс [1]. Двух из трёх указанных отличительных особенностей достаточно, чтобы назвать мотоцикл велосипедом, а не велосипедом. Это транспортное средство без двигателя, имеющее три или четыре колеса и приводимое в движение мускульной силой водителя с помощью педалей. При скорости 25-30 км/час велосипед требует в два раза меньше энергии, чем мотоцикл [2]. А также многоместный велосипед — отличное средство для коллективного туризма и семейного отдыха, а грузовой велосипед может перевозить груз весом 100 кг и более.

Велосипеды известны издавна, но их распространение зависело от потребности в транспортных средствах, развития техники, и потребности в обществе. В настоящее время проявляется новая волна интереса к велосипедам. В процессе развития велосипедов выработаны принципы их конструирования, учитывающие требования эргономики. Несмотря на это, во многих случаях выполнения велосипедов частным порядком или серийно компаниями, требования эргономики выполнялись не в полной мере. Большинство велосипедов выполняется трехколесными. Колеса в большинстве случаев используются велосипедные со спицами, имеющими малую прочность по отношению к боковым силам. Множество велосипедов выполняется только с ножным приводом.

В новой предлагаемой конструкции велосипеда включено сиденье определенной формы со спинкой, наклон которой зависит от режима движения (скоростной, экономичный и прогулочный), а также расположение педального узла по отношению к человеку. Привод на велосипеде применяется комбинированный: от ножного педального узла до двойного ручного привода с рычагами. При этом ручная передача работает в режиме качания рычагов совместно или

раздельно. Оба привода, ножной и ручной передают вращение на единый вал сбора мощности. С вала сбора мощности трансмиссии, расположенного на правой внешней стороне рамы велосипеда, передаст вращение на правое заднее ведущее колесо. При этом в трансмиссии имеется механизм изменения передаточного отношения велосипедного типа. Наличие комбинированного силового привода позволяет при движении чередовать работу различных групп мышц, что позволяет двигаться длительно и на большие расстояния без общего утомления. В целом, конструкция велосипеда и его силового привода и трансмиссии позволяет разработать велосипед нового поколения с высокими качественными показателями для движения при малом расходе энергии.

Человек любого возраста, даже не имея опыта езды на велосипеде, с легкостью сможет управлять велосипедом. Его можно использовать и на производстве в качестве внутрицехового транспорта, на складах, в учреждениях связи, службах коммунального хозяйства и т. д.

Велосипед — как средство передвижения, удобство которого с каждым годом могут оценивать все больше пользователей. Его экологически чистый двигатель — мускульная сила самого водителя, является самым большим его преимуществом, особенно учитывая сложившуюся в стране экологическую ситуацию. К тому же, устройство просто незаменимо для людей, которые действительно заботятся о своем здоровье и здоровье своих детей. Отдых на природе с таким транспортом принесёт много нового и позитивного в жизнь. К тому же, на сегодняшний день существует много моделей, которыми могут управлять, как и взрослые, так и дети.

Некоторые преимущества велосипедов:

#### 1. Здоровый и активный образ жизни

Являясь мускульным транспортом, велосипед требует от своего владельца ведения здорового образа жизни, так как люди, ведущие нездоровый образ жизни не смогут быть полноценными водителями велосипеда. В то же время темп езды на велосипеде определяется возможностями и желанием водителя, поэтому велосипеды могут способствовать решению некоторых проблем относительно здоровья у своих пользователей.

#### 2. Улучшение экологической ситуации

Известно, что одним из главных источников загрязнения воздуха является именно автотранспорт. Поддержка и распространение велосипедов в городах позволит очистить воздух города от выхлопных газов и шума. Наряду с трамваями велосипеды могут создать

совершенно чистую транспортную систему, гораздо более безопасную для всех участников дорожного движения.

### 3. Решение проблемы пробок

По статистике в городе большинство автомобилей загружены только водителем. Это нерациональное использование транспорта приводит к переполнению улиц, и создаёт пробки и аварийные ситуации.

### 4. Сохранение дорожного покрытия

Любая велотехника приносит несравненно меньше ущерба дорожному покрытию, чем любые автомобили. Кроме того, строительство магистральных велодорог (как, например, в Норвегии), обходится намного дешевле строительства автодорог, так как нагрузка на покрытие гораздо меньше, и ширина магистральной велодороги не превышает 3-х метров.

Хотелось бы отметить, что на Западе веломобили пользуются популярностью еще и потому, что они исключительно безопасны, что вполне немаловажно, особенно когда речь идет о транспортном средстве, которым будет управлять ребенок. К тому же, самые известные производители веломобилей оборудуют свои агрегаты дополнительными приспособлениями, например, у веломобилей Берг это металлические дуги безопасности [1].

Создавая и разрабатывая веломобиль не ставится цель заменить им велосипед, а наоборот ставится цель – разработать веломобили, которые смогут заменить легковые автомобили для езды по городу и пригороду, использовать экологически чистый вид транспорта передвижения, привлечь общественность к активному здоровому семейному виду отдыха.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Нарбут А. Н. Транспорт здоровья // Моделист-конструктор. – 1984, №11, С.3 – 4
- 2 Пополов А. С. Веломобиль – здоровье и экология. - М. : Совестский спорт, 1989. – 48 с.

## ВИДЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЬНОГО АНАЛИЗА АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

ОЧЕРЕДНАЯ В. И.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МУСИНА Ж. К.

к.т.н., асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Развитие и модернизация инфраструктуры определяет растущую потребность промышленной индустрии в высококачественной арматурной стали. При этом особую актуальность приобретает задача обеспечения ожидаемых объёмов производства с учётом обязательного соответствия её качества предъявляемым требованиям.

Эффективность производства во многом зависит от организации контроля качества и степени его совершенства. Система контроля качества арматурного проката представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов и субъектов контроля, используемых видов, методов и средств оценки качества изделий и профилактики брака на различных этапах жизненного цикла арматуры и уровнях управления качеством. Сортной арматурный прокат характеризуется множеством показателей качества, каждый из которых может служить критерием для выбора параметров технологического процесса. В этой связи особенно велика роль лабораторного контроля.

Контроль качества арматурной стали предполагает проведение ряда операций и приемов, обеспечивающих заданный уровень качества металла в процессе его производства, а также оценку соответствия фактических потребительских характеристик и товарного вида готовой продукции требованиям стандартов.

Контроль химического состава проводится с целью установления соответствия качественного и количественного химического состава арматурной стали определенной марке стали. Основная сложность процедуры в том, что сталь в жидком и твёрдом виде различается по своему составу. Поэтому важно соблюдать одно условие: переход из жидкого состояния в твёрдое должен быть очень быстрым. В таком случае результаты исследования будут достоверными.

Химический состав является основной и важной характеристикой качества стали, так как весь комплекс физических, химических, механических и технологических свойств зависит от содержания углерода, вредных, полезных и сопутствующих элементов. Химический состав во многом определяет режим последующей обработки

арматурных сталей давлением, сваркой и термической обработкой, а также структуру и свойства полученного арматурного проката.

Химический состав арматурной стали каждой плавки определяют анализом ковшевой пробы. Состав сплава определяют методами химического и спектрального анализов. Химический анализ позволяет выделить в чистом виде или в виде соединений отдельные элементы сплава и определить их процентное содержание [1, с. 178].

Спектральный же анализ основан на рассмотрении спектра излучений при воздействии дугового разряда на поверхность анализируемого сплава. По сравнению с химическим анализом он имеет следующие преимущества: быстрота анализа; высокая точность определения большинства элементов; универсальность (одно и то же оборудование для разных сплавов); определение химического состава практически без повреждения образца или детали. Спектральный анализ состоит из пяти этапов: превращение пробы в газ, возбуждение свечения газа, разложение светящегося газа в спектр, фиксация спектра, качественная оценка (измерение интенсивности спектральных линий). С использованием современных многоканальных спектрометров можно за 4...6 мин провести полный химический анализ сплавов с содержанием до 20 элементов, при концентрации их от 0,001 до 20,0 %, что особенно ценно в массовом производстве [3, с. 117]. При литье пробу на химический и спектральный анализ обычно выполняют в виде монолита, полученного из пробы, отобранной пробоотборником, с которой берут стружку для химического анализа, а оставшуюся часть образца используют для спектрального анализа.

При выборе метода химического анализа и представления результатов необходимо знать главные характеристики возможностей приборов для химического анализа, к которым относятся точность химического анализа, погрешность определения, правильность и чувствительность анализа, и пределы обнаружения элементов. Кроме того, важной характеристикой является нижний предел определений, или порог чувствительности метода анализа – величина концентрации, меньше которой данным методом определить нельзя.

Чаще всего для химического анализа арматурной стали применяют метод фотоколориметрического анализа, преимуществами которого являются – высокая чувствительность, избирательность и универсальность. Данный метод основан на количественном определении веществ, на основании измерений интенсивности окраски или поглощения окрашенных соединений в видимой области

спектра. Минимальная ошибка измерения возможна при использовании значений оптических плотностей в пределах 0,3-0,7.

Фотоколориметрические методы, в которых измеряется светопоглощение окрашенных растворов, используют сравнительно несложную аппаратуру и при этом обеспечивают достаточную точность измерений ( $\pm 1-2$  % отн.) [2, с. 7]. В большинстве фотоколориметров используется длина волны света в видимой области, монохроматизация осуществляется с помощью светофильтров.

Контроль химического состава арматурных сталей включает различные методы анализа, с помощью которых контролируется качество исходного сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции, а также осуществляется поэтапный контроль технологического процесса производства. Только при наличии правильно организованного контроля качества производства можно обеспечить высокое качество арматурного проката, добиться экономного расходования сырья, материалов, электроэнергии, усовершенствовать технологический процесс. Современное промышленное предприятие не может достигнуть высоких технико-экономических показателей без контроля химического состава в производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. / Булатов М. И., Калинин И. П. – Ленинград : Химия, 1992. - 384 с.
- 2 Повышение эффективности производства арматурного проката в условиях металлургического мини-завода. Учебное пособие / А. В. Наливайко [и др.] – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2013. – 236 с.
- 3 Аналитическая химия. Физико-химические методы. / Дорохова Е. Н., Прохорова К. В. – М. : Высшая школа, 2004. - 255 с.
- 4 Основы качественного и количественного анализа. / Кунце У., Шведт Г. – М. : Мир, 2007. - 424 с.

## КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

СЕЙФУЛЛИНА М. Б.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ИТЫБАЕВА Г. Т.  
к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В данной статье приведен обзор существующих методов комбинированной упрочняющей обработки стальных деталей машин, рассмотрены основные методы комбинированной обработки конструкционных и инструментальных сталей. В современных условиях, производство конкурентоспособной продукции машиностроения невозможно без использования упрочняющих технологий, особенно таких, которые позволяют сформировать на поверхности изделий слои или покрытия, отличающиеся повышенными эксплуатационными характеристиками, в первую очередь повышенной износостойкостью. Примерная классификация основных методов упрочняющей обработки металлических материалов представлена в таблице 1.

Использование того или иного процесса упрочняющей обработки определяется требованиями, предъявляемыми к конкретным изделиям. В современных условиях, когда значительно увеличились нагрузки на детали машин ввиду повышения их мощности и производительности; известные методы уже не всегда обеспечивают требуемые свойства, поэтому возрастает интерес к использованию комбинированных методов упрочнения поверхностей, которые представляют собой сочетание двух или нескольких технологических процессов.

Комбинированные методы должны сочетать широко распространённые и освоенные промышленностью технологии. Для упрочнения деталей из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей наибольший интерес представляют методы, сочетающие нанесение на рабочие поверхности высоколегированных покрытий с последующей упрочняющей обработкой. Главным недостатком практически всех металлических покрытий, наносимых различными методами (наплавкой, гальваническим осаждением, газотермическим напылением и др.) является наличие в них остаточных растягивающих напряжений, которые негативно сказываются на усталостной прочности, износостойкости и других свойствах. Кроме того, покрытия всех видов имеют в структуре поры и другие дефекты, которые заметно снижают их прочность. Способом устранения указанных недостатков и обеспечения высоких эксплуатационных

характеристик изделий с нанесёнными на их поверхности покрытиями может быть их химико-термическая обработка. Насыщение металлических покрытий элементами (главным образом азотом и углеродом) коренным образом изменяет химический и фазовый состав поверхностных слоёв, повышая твёрдость, создавая благоприятные внутренние напряжения, увеличивая прочность сцепления покрытий с основой и устраняя дефекты структуры.

Для деталей, работающих в условиях трения со смазкой, целесообразно использовать низкотемпературные технологии химико-термической обработки, которые позволяют получать на поверхности изделий нитридные и карбонитридные слои, отличающиеся высокой твёрдостью и низким коэффициентом трения. При этом толщина упрочнённых слоёв не имеет решающего значения, поскольку износы таких деталей по большей, части незначительны. В составе покрытий, наносимых на поверхности деталей при их комбинированном упрочнении должны входить нитридо и карбидообразующие элементы (V, Mo, W, Ti, Cr, Al и др.), так как чистые нитриды (карбонитриды) железа имеют недостаточно высокую твёрдость и высокую хрупкость и не могут обеспечить требуемый упрочняющий эффект.

Таблица 1 – Классификация методов упрочнения конструкционных материалов

Класс упрочняющей обработки	Методы	Технологические процессы
1 Упрочнение изменением структуры всего объёма изделия	Термическая обработка	Закалка (обычная, светлая, изотермическая, с самоотпуском, ступенчатая и др.) Отпуск (высокий, средний, низкий)
	Криогенная	Закалка с обработкой холодом
2 Упрочнение изменением шероховатости поверхности	Обработка резанием	Шлифование, хонингование, полирование, суперфиниширование
	Электрохимическое полирование	Обработка в электролизных ваннах, обработка в проточном электролите
3 Упрочнение изменением химического состава поверхностного слоя металла	Диффузионное насыщение неметалла	Азотирование, цементация, нитроцементация, силицирование, сульфидирование, борирование, нитроокислирование, сульфиданирование и др.
	Диффузионная металлизация	Хромирование, титанирование, алитирование, никелирование и др.
	Диффузионное насыщение комплексом элементов	Карбохромирование, хромоазотирование, хромотитанирование, хромосилицирование, борохромирование, цирконсилицирование, бороцирконирование и др.

4 Упрочнение изменением структуры поверхностного слоя	Термическая обработка поверхности	Закалка токами высокой частоты, лазерная закалка, плазменная закалка
	Механическая обработка пластическим деформированием	Накатка, раскатка, дробеструйная обработка, чеканка, вибрационная обработка, обработка взрывом, термомеханическая обработка и др.
	Электрофизическая обработка	Электроимпульсная обработка, электроконтактная, обработка, электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка и др.
5 Упрочнение нанесением покрытий на поверхности	Наплавка легированным металлом	Газопламенная наплавка, электродуговая наплавка, плазменная наплавка, наплавка лазерным лучом, наплавка пучком ионов
	Напыление	Газотермическое напыление, плазменное напыление порошковых материалов, детонационное напыление, электродуговое напыление, лазерное напыление и др.
	Химическое осаждение	Оксидирование, фосфатирование, никелирование, осаждение из газовой фазы, нанесение смазочного материала
	Электрохимическое осаждение	Хромирование, никелирование, борирование, цинкование, меднение, железнение, осаждение электролитических сплавов на основе железа, хрома и др.
	Электрофизические методы	Электроискровое легирование, электроакустическое нанесение покрытий, лазерное легирование, легирование пучком ионов и др.
	Осаждение твёрдых покрытий из паровой фазы	Термическое испарение тугоплавких соединений, катодно-ионная бомбардировка, электронно-лучевое испарение, электрохимическое испарение
6 Упрочнение изменением энергетического запаса поверхностного слоя	Обработка в магнитном поле	Электромагнитная обработка, обработка в импульсном магнитном поле

В качестве комбинированного метода упрочнения деталей, работающих в условиях трения, можно использовать гальваническое осаждение на их поверхности железохромистого покрытия, толщиной ~ 0,3 мм с последующим цианированием в соляной ванне. В результате низкотемпературного цианирования в поверхностном слое гальванического железохромистого покрытия возникают сжимающие напряжения. Это благоприятно сказывается на усталостной прочности упрочняемых деталей. Износостойкость цианированных слоёв в условиях трения в 8...10 раз выше износостойкости закалённой стали.

При цианировании гальванических покрытий возрастает прочность сцепления их с основой, а при достаточно длительном процессе глубина насыщения превышает толщину покрытия и граница между ними исчезает. Низкотемпературной обработкой можно упрочнять гальванические покрытия не только на основе железа, но и чисто хромовые покрытия. Известны работы И. Покорска [1] по упрочнению электрохимических осадков хрома азотированием в тлеющем разряде. Полученные таким методом композиционные покрытия, содержащиеся на поверхности нитриды хрома отличаются очень высокой твёрдостью, до 26 000 МПа. Износостойкость такого покрытия в 3 раза выше, по сравнению с износостойкостью гальванического хрома, кроме того, азотирование повышает коррозионную стойкость хромовых покрытий, так как трещины в слое хрома заполняются в процессе обработки нитридами хрома. Легирование поверхностных слоёв стальных изделий при комбинированном упрочнении можно производить лазерной обработкой. Азотирование после предварительного лазерного легирования поверхности стали дополнительно повышает твёрдость, созданную лазерным легированием, и устраняет недостатки лазерной обработки, главным из которых является большой перепад внутренних напряжений на границе зоны лазерного воздействия с матрицей. Как показано в работах О. В. Чудиной [2] применение такой схемы обработки наиболее эффективно, если при лазерном легировании вводят нитридообразующие элементы. При этом достигается высокая микротвёрдость поверхности на низколегированной стали (до 20 000 МПа), повысить в 1,3...3 раза износостойкость по сравнению с азотированной сталью 38Х2МЮА, а также перераспределить внутренние напряжения в поверхностных слоях и тем самым устранить возможность возникновения трещин на границе легированного слоя матрицы. Известен пример комбинированного упрочнения стальных деталей путем нанесения гальванических железных покрытий с последующим диффузионным борированием [3]. Насыщение бором производится в порошковой смеси: карбид бора – 65 %, оксид алюминия – 35 %. Температура процесса 980 °С длительность – 2...6 ч. В результате получают борированные слои, упрочняющей фазой в которых является Fe<sub>4</sub>B, глубиной от 0,1 до 0,25 мм с микротвёрдостью 14000...16000 МПа. Борирование увеличивает прочность сцепления с основой и значительно повышает износостойкость. Этот метод рекомендуется для восстановления и упрочнения деталей, работающих в абразивных средах. Электроискровые покрытия получают в результате переноса материала электрода на упрочняемые поверхности

при импульсном искровом разряде. В качестве упрочняющих электродов возможно применение любых токопроводящих материалов, в зависимости от ожидаемых результатов. Широко используются твёрдые сплавы, составляющими которых являются карбиды вольфрама и титана, различные ферросплавы, белые легированные чугуны, графит и др. Метод не требует нагрева и последующей термообработки, однако электроискровые покрытия имеют несплошности (раковины, трещины и поры), большую шероховатость и внутренние растягивающие напряжения. Для устранения этих недостатков используется дополнительная обработка – лазерное оплавление, алмазное выглаживание, электромеханическое упрочнение. Электромеханическая упрочняющая обработка (ЭМО) заключается в высокоскоростном нагреве локальных поверхностных объёмов металла импульсным электрическим током высокой плотности ( $108...109 \text{ A/m}^2$ ) при напряжении  $2...7 \text{ В}$  с одновременной пластической деформацией и последующим быстрым охлаждением. Такая обработка ведёт к образованию на поверхности покрытия бесструктурного «белого слоя», обладающего повышенной твёрдостью и износостойкостью, а также повышает усталостную прочность изделий. Эти материалы, с необычной кристаллической решеткой и размерами морфологических элементов менее  $100 \text{ нм}$ , проявляют уникальные свойства, намного превосходящие свойства традиционных материалов [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Покорска И. Свойства композиционных слоев, полученных комбинированной обработкой / Покорска И. // *Металловедение и термическая обработка металлов*, № 11, 2005. – С. 5–7.
- 2 Чудина О. В. Упрочнение поверхности сталей легированием при лазерном нагреве с последующей химико-термической обработкой / Чудина О. В., Боровская Т. М. // *Металловедение и термическая обработка металлов*, №7, 1997. – С. 11–14.
- 3 Казанцев С. П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С.П.Казанцев // *Ремонт, восстановление, модернизация*, № 7, 2003. – С. 30–32.
- 4 Гадалов В. Н. Применение тонкопленочных покрытий для повышения стойкости режущего инструмента / Гадалов В. Н., Болдырев Ю. В., Романенко Д. Н. и др. // *Упрочняющие технологии и покрытия*, № 5, 2007. – С. 22–25.

## 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы

### 2.2 Металлургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы

#### 2.2.3 Көлік инфрақұрылымының жағдайы мен болашағы

## 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала

### 2.2 Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения

#### 2.2.3 Состояние и перспективы транспортной инфраструктуры

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОГРУЗКИ УГЛЯ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ВАГОНЫ

БЕЙСЕНОВА Х. З.

ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЗАРИПОВ Р. Ю.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САРМУРЗИН Г., ГОСМАН Н.

студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На современном этапе развития народного хозяйства большое внимание уделяется проблемам повышения эффективности использования технологического и транспортного оборудования, улучшения качества технологических процессов, повышения достоверности учёта материальных ценностей, и конечно, минимизация вмешательства человека в технологические процессы.

Одной из таких проблем в угольной промышленности является совершенствование углепогрузочных работ на промышленном железнодорожном транспорте. Погрузка угля в железнодорожные вагоны является завершающим звеном в технологической схеме угольного комплекса поверхности шахт, и, очевидно, представляет собой очень важный объект для возможной автоматизации.

Технологические комплексы погрузки угля в железнодорожные вагоны отличаются разнородностью техники и технических схем, что затрудняет решение задачи автоматизации. Технологический комплекс погрузки угля включает три основные группы оборудования: загрузочные устройства, механизмы для передвижения, весы для взвешивания [1, с. 37].

На рисунке 1 показана технологическая схема автоматизированного углепогрузочного комплекса с применением электронных вагонных весов. Уголь со склада транспортируется конвейерной системой 1 на

конвейерные весы 5 через направляющий бункер 3, а из шахты уголь транспортируется конвейерной системой 2 на конвейерные весы 6 через направляющий бункер 4. С конвейерных весов 5 и 6 уголь подается в накопительный бункер 8.

Состав железнодорожных вагонов непрерывно передвигают с помощью электротягача 12, скорость которого регулируется оператором комплекса. При подаче под погрузку очередного вагона 15, выдвижной телескопический желоб 11 устанавливается на высоту, определяемую типом загружаемого вагона, после этого открывается затвор 9 накопительного бункера и уголь из накопительного бункера с подпором загружается в непрерывно перемещаемый вагон. Все затворы комплекса оборудованы гидроприводами 10, обеспечивающими сравнительную быстроту их срабатывания, что необходимо для точного и качественного заполнения вагона.

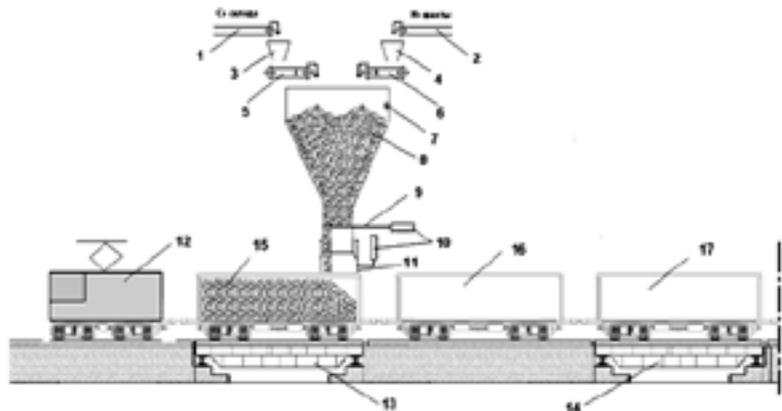


Рисунок 1 – Структурная схема технологического процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны (анимация: 5 кадров, 5 циклов повторения)

Когда первые два вагона 15 и 16 проходят через весы 14, идет автоматическое запоминание тары этих вагонов. Система начинает сравнивать тару взвешенных вагонов с возможной тарой, которая установлена в программе. В зависимости от того, в какой диапазон попадает тара каждого вагона, программа самостоятельно задаёт вес угля, который нужно погрузить в каждый вагон.

Затем первый вагон 15 медленно заезжает на статические вагонные весы 13. Как только вес вагона достигает определённого значения,

происходит автоматическое открытие шибера 9 и начинается погрузка угля в вагон. Когда вес вагона приближается к заданному весу, шибер задвигается до определённой отметки и происходит догрузка хвостовой части вагона, после чего шибер закрывается полностью. В свою очередь вагон 15 уже полностью находится на весах 13. Так как расстояние между двумя весами находится на расстоянии ровно одного вагона, то в это время вагон 17 тоже полностью находится на весах 14, и система в автоматическом режиме снимает показания тары данного вагона. Операции продолжают до полной загрузки состава. В конце углепогрузки система выдаёт информацию о типе каждого вагона, о нетто, брутто и таре каждого вагона и о весе угля в целом, который находится в данном составе.

Принцип работы данной автоматизированной системы заключается в том, что появляется возможность свести к минимуму человеческое влияние на погрузочные работы, ускорить процесс отгрузки, увеличить точность показаний веса отгружаемого угля и облегчить его подсчёт на складе и в составе.

Основная технологическая операция комплексов погрузки угля в железнодорожные вагоны - это равномерное распределение угля в вагоне с прекращением погрузки при заполнении вагона по весу или объему. Железнодорожные вагоны, предназначенные для перевозки угля, имеют грузоподъемность 58, 62, 95, 120 т с разной высотой погрузки. Это создает определенные трудности при автоматизации. Например, при бункерной погрузке угля по объему в движущийся вагон (рисунок 2) для образования первичного и промежуточных конусов необходим телескопический желоб 4. Высота установления желоба зависит от грузоподъемности вагона. Для перемещения вагонов используется тележка 1 на стандартную железнодорожную колею с приводом постоянного тока. Подвод электроэнергии к тележке осуществляется по контактному проводу, в целях безопасности расположенному сбоку. Тележка оборудована стандартной автосцепкой. Основной вид управления – оперативно-диспетчерское с пульта оператора. При этом оператор устанавливает вагон в исходное положение для загрузки, выбирает бункер, из которого производится выгрузка, в зависимости от типа вагона выбирает высоту установления желоба 4, дает первоначальный импульс на запуск комплекса. Затем уголь из соответствующего бункера через один из качающихся питателей 2 подается на конвейер 3 и далее в вагон. Отбирание проб производится на конвейере.

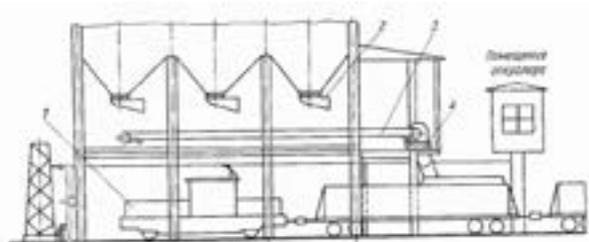


Рисунок 2 – Технологическая схема загрузки железнодорожных вагонов по объему

Для автоматизации данной технологической схемы необходимы датчики положения подвижного состава и желоба, датчики уровня угля в бункерах, комплект датчиков для конвейера 3, датчики скорости для питателя, реле времени или программные устройства.

Для автоматизации бункерной и безбункерной загрузки вагона по весу разработан типовой проект применительно к технологической схеме на рисунке 3. Погрузка производится в два этапа: основной объем угля загружается в движущийся вагон, а догрузка до паспортной грузоподъемности производится на весах 1 с помощью передвижного конвейера 4. Для передвижения вагонов используется маневровое устройство 2 типа МУ-25А. Оно перемещается вдоль железнодорожной колеи по специальной более широкой (4255 мм) колее с помощью привода переменного тока, питаемого по гибкому кабелю. Привод состоит из двух асинхронных электродвигателей с фазным ротором, соединенных по схеме «электрический вал». В средней части балки имеется замок, с помощью которого маневровое устройство соединяется с автосцепкой. Устройство имеет четыре скорости: две рабочих – 0,14 и 0,18, маневровую – 0,33 и пониженную – 0,04 м/с.

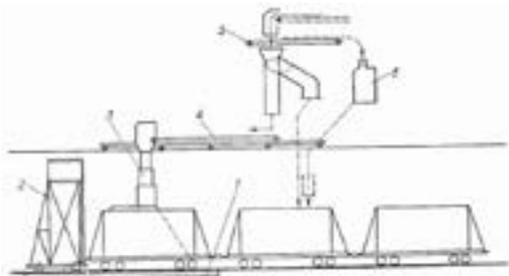


Рисунок 3 – Технологическая схема загрузки железнодорожных вагонов по весу

Автоматизации подлежат следующие операции: опускание поперечной балки маневрового устройства до захвата автосцепки и установление вагона в исходное положение для загрузки; установление телескопического желоба 3 на нужную высоту; включение привода ленты конвейера 4 и образование первоначального конуса; включение маневрового устройства на одну из рабочих скоростей; отключение маневрового устройства при выходе вагона на весы 1; включение привода перемещения конвейера 4 «вперед», после чего вагон догружается до паспортной производительности; остановка привода ленты конвейера по сигналу от весов и подъем телескопического желоба 3; одновременно с этим происходит подъем поперечной балки маневрового устройства; включение МУ-25А на маневровую скорость и перемещение его к межвагонному пространству; спуск поперечной балки маневрового устройства и перемещение следующего вагона до исходного положения; отбирание проб пробоотборником 5 и транспортирование их к анализатору 6.

Для автоматизации данной технологической схемы требуются датчики положения подвижного состава, поперечной балки МУ-25А, телескопического желоба, передвижного конвейера, комплект датчиков для конвейера 4 [2, с. 86].

Для автоматизации технологического комплекса погрузки угля в железнодорожные вагоны разработан автоматизированный комплекс механизмов КПА (рисунок 4). В состав комплекса входят: передвижной загрузочный конвейер-бункер 17 производительностью 2000 т/ч, оснащенный транспортирующим органом скребкового типа и выдвижным желобом на головной части, который перемещается с помощью регулируемого привода по рельсовому пути – маневровое устройство с толкателем 1, взаимодействующим со сцепками загружаемого и предшествующего вагонов; устройство уплотнения 6, с катком, опускаемым с помощью лебедки на поверхность конусной вершины угля и уплотняющим его во время перемещения состава; автоматизированные вагонные платформенные весы 25 типа 699П200А, обеспечивающие управление процессом весового дозирования загружаемого угля и выдачу документов о результатах взвешивания в конце цикла погрузки; аппаратура управления.

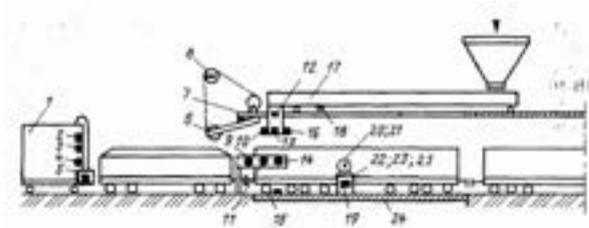


Рисунок 4 – Автоматизированный углепогрузочный комплекс КПА

Система автоматизации технологического комплекса обеспечивает: автоматическое выполнение заданной последовательности технологических операций, автоматическое регулирование процесса заполнения и дозирование вагонов в целях компенсации колебаний веса и интенсивности подачи угля, загрузку вагонов различных типов размеров и расположенных в составе в любой последовательности.

В последнее время при исследовании различных технологических процессов в условиях шахты все чаще прибегают к использованию ЭВМ, при помощи которого возможно, в частности, провести математическое моделирование исследуемого технологического процесса. В отличие от экспериментальных исследований на реальном объекте, математическое моделирование позволит нам без дополнительных затрат смоделировать с определенной адекватностью наш технологический процесс, после чего определенным образом задавать начальные значения, получая тем самым необходимый результат.

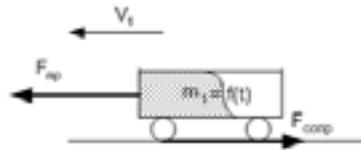


Рисунок 5 – Механическая система исследуемого технологического объекта

Для анализа процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны создана математическая модель (рис. 5), описываемая следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dv}{dt} = \frac{\beta \left( f(m_1(t) < m_{1,2}, 0.1 f(S_1 < 2.5 m_m, 0.1 f(m_1(t) < m_{1,2}, 0.1 f(S_1 < 4.5 m_m, 0)) \right) - V_1 \right)}{f(m_1(t) < m_{1,2}, 0.1 f(S_1 < 2.5 \mu \cdot g \cdot m(t), 1 f(m(t) < m_{1,2}, 0.1 f(S_1 < 4.5 \mu \cdot g \cdot m(t), 0))} \\ m_1(t) \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $F_{тр}$  – усилие, развиваемое тяговым приводом;  
 $F_{сопр}$  – сила сопротивления движению, определяется исходя из суммарной массы вагонов  $m$ !;  
 $m_n, m_k$  – начальное и конечное значение массы вагонов с учетом времени моделирования ( $t_n-t_k$ ), веса пустых и погруженных вагонов;  
 $\mu$  – коэффициент сухого трения качения колес вагонов о рельсы;  
 $\beta$  – жесткость механической характеристики привода;  
 $V_m$  – максимальная приведенная линейная скорость привода;  
 $m_{11}, m_{12}$  – условные массы, определяющие начало движения вагона.

Данная система представляет собой одностепенную модель, с изменяющейся во времени массой, на которую действует сила тяги привода поезда и сила трения качения, пропорциональная массе вагонов.

В результате моделирования получены следующие зависимости, показанные на рисунках 6-8.

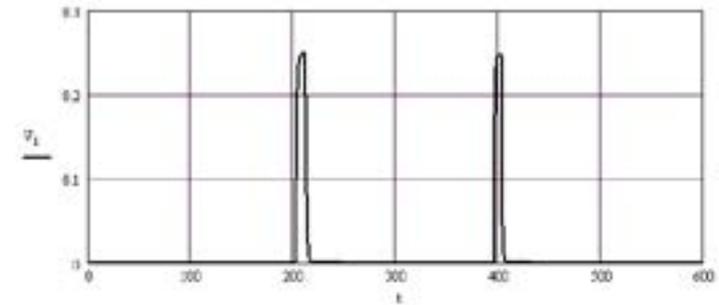


Рисунок 6 – Зависимость скорости движения вагона от времени погрузки

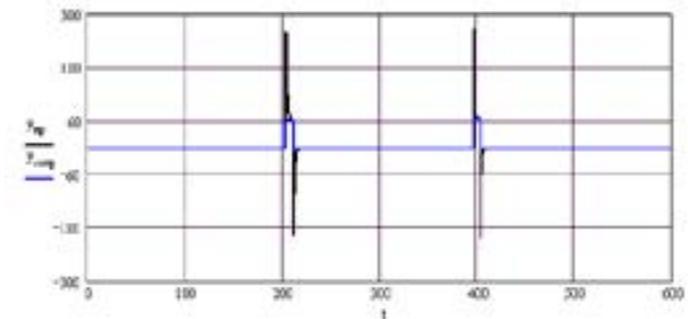


Рисунок 7 – Зависимость усилий на приводе и сопротивления от времени

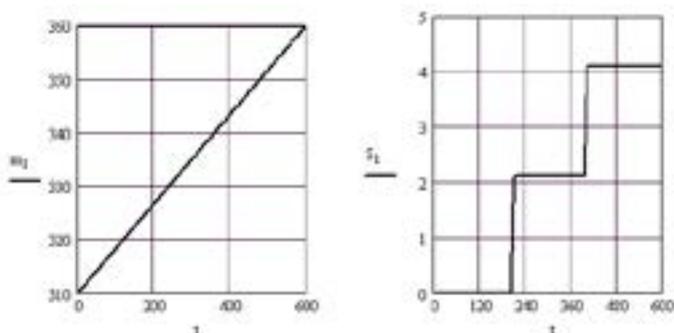


Рисунок 8 – Зависимости массы вагона (веса угля) и перемещения вагона от времени погрузки

Таким образом, был выполнен анализ исследуемого процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны как объекта автоматизации, произведен критический обзор известных технических решений по автоматизации технологического процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны, а также разработана математическая модель процесса погрузки угля, проведена оптимизация математической модели.

Разработанное устройство автоматической загрузки и полученная в результате моделирования математическая модель могут быть использованы в дальнейшем при написании дипломной работы.

Основными направлениями дальнейших исследований будет разработка и совершенствование структурной, функциональной и принципиальной электрической схем разрабатываемого устройства, а также добавление новых функций к системе автоматизации технологическим процессом погрузки угля, что приведет к повышению его эффективности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. – Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М.: Недра, 2001. – 303 с.

2 Попович Н.Г., Данильчук Г.И., Лисовский В.С., Янчук Г.М. – Автоматизация производственных процессов угольных шахт – К.: Высшая школа, 2003 – 336 с.

#### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ (ИНСО)

ДУРМАГАМБЕТОВА А. А., ГОСМАН Н. Н.,  
ҚАСЕНӘЛІ Ә. Д., ТАПЕЛОВ Т. М.

студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАПУСТА Я. Я.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н. РФ и РК, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Духовная жизнь как результат творческой интеллектуальной деятельности (ТИД) людей является важнейшей для каждого общества наряду с производственной деятельностью в материальной сфере. Продуктивность ТИД граждан напрямую влияет на науку, образование, индустрию, оборону, медицину, сельское хозяйство и другие сферы деятельности людей, использующих интеллектуальные достижения и зависит от множества факторов, главным из которых является степень защищенности творческих результатов. Вот почему правовая охрана прав интеллектуальной собственности (ИНСО) представляется важнейшей задачей любого государства. К ИНСО относятся: промышленная собственность (ПС), авторские права (АП) и смежные права (СП).

ИНСО собирательное понятие, применяемое для обозначения прав на: результа-ты ТИД в области литературы, искусства, науки и техники, а также в других областях творчества; средства индивидуализации участников гражданского оборота, товаров или услуг; защиту от недобросовестной конкуренции. Конвенция об учреждении Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), принятая в Стокгольме 14 июля 1967 г., трактует понятие ИНСО максимально широко, а к объектам прав ИНСО относит: литературные, художественные произведения и научные труды, которые охраняются АП; исполнительную деятельность артистов, фонограммы и радиопередачи, которые охраняются СП; изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, знаки обслуживания, фирменные наименования, коммерческие наименования и обозначения, а также пресечение недобросовестной конкуренции, которые охраняются патентным правом (ПП) и правом ПС.

К объектам ИНСО относятся также следующие результаты ТИД: программы для ЭВМ и базы данных; топологии интегральных микросхем; селекционные достижения.

Объекты ПС: изобретения, полезные модели, промышленные образцы; селекционные достижения и базы данных; топологии интегральных схем; товарные знаки (ТЗ), знаки обслуживания и наименования мест происхождения товаров.

Объекты АП: литературные произведения (литературно-художественные, научные, учебные, публицистические и тому подобные); драматические и музыкально-драматические произведения; сценарные произведения; произведения хореографии и пантомимы; музыкальные произведения с текстом и без текста; аудиовизуальные произведения (кинофильмы, телефильмы и видеофильмы, диафильмы и другие кинопроизведения и телепроизведения), радиопроизведения; произведения живописи, скульптуры, графики и другие; произведения изобразительного искусства; произведения прикладного искусства; произведения архитектуры, градостроительства и садово-прикладного искусства; фотографические произведения и произведения, полученные способами, аналогичными фотографии; карты, планы, эскизы, иллюстрации и трехмерные произведения, относящиеся к географии, топографии и другим наукам; программы для ЭВМ. К объектам АП также относятся: переводы, обработки, аннотации, рефераты, резюме, обзоры, инсценировки, оранжировки и другие переработки произведений науки, литературы и искусства; сборники (энциклопедии, антологии, базы данных) и другие составные произведения, представляющие результаты творчества.

Смежные права распространяются на постановки, исполнения, звукозаписи и видеозаписи исполнения, (записи исполнения), фонограммы, передачи эфирного и кабельного вещания независимо от их назначения, содержания и достоинства, а также от способа и формы их выражения.

Произведения литературы любое произведение, в котором выражение мыслей, чувств и образов осуществляется посредством слова в оригинальной композиции и посредством оригинального изложения. В этом значении литературное произведение охватывает собой не только литературно-художественные, но и научные, учебные, публицистические работы. При этом само литературное произведение может находиться в устной, письменной или иной объективной форме, допускающей возможность восприятия его третьими лицами. Оно может быть зафиксировано как на бумаге, плёнке, грампластинке, компакт-диске или ином материальном носителе, так и выражено в устной форме, в частности, публично произнесено или исполнено.

Под интервью понимается встреча, в процессе которой писатель, репортёр получает от собеседника информацию для опубликования. Но значение интервью не в простом выяснении сведений, для получения которых имеются другие источники информации, а в живом общении с людьми, позволяющем узнать их мнения, оценки тех или иных событий, причины поступков. Интервью становится охраняемым законом объектом интеллектуальной собственности, если оно приобретает оригинальную форму благодаря тщательно продуманной композиции и своему индивидуальному стилю.

Самостоятельным видом литературных произведений, охраняемых АП, является перевод произведения на другой язык. При этом происходит творческое воссоздание переводимого произведения в новой языковой форме. Уровень перевода определяется умением переводчика максимально точно передать специфику образного стиля автора оригинального произведения. Если труд переводчика не является творческим и сводится лишь к дословному переводу без надлежащей научной и литературной обработки, такой перевод не является объектом ИНСО, защищаемым авторским правом.

Музыкальным признается произведение, в котором художественные образы выражаются с помощью звуков. Охраняемыми являются любые публично исполненные произведения, включая и те, которые не имеют какой-либо материальной формы.

К объектам ИНСО, охраняемым авторским правом, относятся сценарии, по которым ставятся фильмы, балетные спектакли, массовые представления. Сценарий, независимо от того, является ли он оригинальным или созданным в результате переработки чужого повествовательного или драматического произведения, должен считаться объектом ИНСО, охраняемым законом.

Аудиовизуальные произведения охватывают собой широкий круг кино-, теле- и видео произведений, которые рассчитаны на одновременное слуховое и зрительское восприятие аудиторией. К ним относятся кино-, теле- и видеофильмы, независимо от их жанра и назначения (художественные, документальные, научно-популярные, мультимедийные), объёма (полнометражные, короткометражные, многосерийные) и вида (звуковые, немые, черно-белые, цветные, широкоэкранные) исполнения, слайд-фильмы, диафильмы, другие кино- и телепроизведения. Практически все аудиовизуальные произведения представляют собой органическое соединение разных видов искусств в единое художественное целое, несводимое к сумме составляющих его компонентов. Так, творческий вклад в создание

такого комплексного произведения, как кино- и телефильмы, вносят сценарист, художник, композитор, оператор, актёры и иные лица, труд которых синтетически объединяется искусством режиссера в новое художественное целое.

Произведения изобразительного и декоративного искусства. К ним относятся произведения живописи, скульптуры, графики, дизайна, комиксы, графические рассказы, произведения монументального искусства, декоративно-прикладного искусства. Важнейшей особенностью произведений изобразительного искусства является тесная неразрывная их связь с материальными носителями, в которых они воплощены. Последние существуют в единичном экземпляре, а потому для них особенно важно разграничивать право собственности на картину или скульптуру как вещь и авторское право на само произведение.

Характерными признаками произведений декоративно-прикладного искусства являются утилитарность (полезность) и художественность их исполнения. Иными словами, предметы декоративно-прикладного искусства решают одновременно практические и художественные задачи. Они могут быть уникальными, фактически неповторимыми, но большинство из них тиражируются в массовом количестве. Произведения декоративно-прикладного искусства, которые предназначены для использования в промышленности, должны быть приняты и оценены художественными советами, созданными на предприятиях. Само произведение рассматривается в качестве объекта ИНСО, охраняемого авторским правом с момента его создания.

Объекты интеллектуальной собственности признаются изобретениями, если они обладают новизной, имеют изобретательский уровень и промышленно применимы. Они представляют собой: устройство; способ; вещество; штаммы микроорганизма, культуры клеток растений и животных; а также применение известного устройства, способа, вещества по новому назначению. К устройствам как объектам изобретения относятся конструкции и изделия. Например, к устройствам, как объектам изобретений, относятся машины, приборы, механизмы, инструменты, транспортные средства, сооружения, оборудование.

Полезными моделями признаются новые и промышленно применимые решения, относящиеся к конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Понятием «полезная модель» охватываются такие технические

новшества, которые по своим внешним признакам хотя и напоминают изобретения, однако являются менее значительными с точки зрения их вклада в уровень техники. Полезная модель так же, как изобретения и другие объекты ИНСО, должна быть результатом самостоятельного изобретательского творчества, обладать новизной и промышленной применимостью.

Промышленным образцом признаётся художественно-конструктивное решение изделия, определяющее его внешний вид. Как и изобретение, промышленный образец представляет собой нематериальное благо, результат творческой умственной деятельности, который может быть воплощён в конкретных материальных объектах. Если изобретение является техническим решением задачи, то промышленным образцом признается решение внешнего вида изделия, является решением задачи, содержащее указание конкретных средств и путей реализации творческого замысла дизайнера.

Топология интегральной микросхемы представляет собой зафиксированное на материальном носителе пространственно-геометрическое расположение совокупности элементов и связей между ними. Материальным носителем выступает кристалл интегральной микросхемы. Правовая охрана этого вида ИНСО особенно важна, так как практически любая топология может быть быстро и относительно дешево скопирована заинтересованными лицами.

Селекция представляет собой эволюцию растений и животных, направляемую волей человека. В отличие от изобретателей, в основном имеющих дело с объектами неживой природы, селекционеры работают с природными системами. Результатом деятельности селекционеров является решение конкретной практической задачи, состоящей в выведении нового сорта растения или породы животного с необходимыми для человека качествами.

Секрет производства (ноу-хау) техническая, организационная или коммерческая информация, которая защищается от незаконного использования третьими лицами, при условии, что: эта информация имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности её третьим лицам; к этой информации нет свободного доступа на законном основании.

Фирменные наименование должно содержать соответствующее действительности указание на организационно-правовую форму предприятия (ООО, ОАО, ЗАО), его тип (государственное, муниципальное, частное), профиль деятельности (производственное, научное, коммерческое).

Товарный знак обозначение, способное отличить товары одних юридических или физических лиц от однородных товаров других. Товарным знаком признается условное обозначение, символ, который помещается на выпускаемой продукции, её упаковке или сопроводительной документации, и заменяет собой длинное и сложное название (наименование) изготовителя товара.

Знаком обслуживания признается обозначение, способное отличить услуги одних юридических или физических лиц от однородных услуг других. Иными словами, обозначение может быть признано знаком обслуживания, если оно носит характер символа, является новым и зарегистрированным. К знакам обслуживания предъявляются такие же требования, как и к товарным знакам.

Наименование мест происхождения товара это наименование страны, населённого пункта, местности или другого географического объекта, используемое для обозначения товара, особые свойства которого определяются характерными для данного географического объекта природными условиями или человеческими факторами, либо тем и другим одновременно. Наименования мест происхождения товара, несмотря на сходство с товарными знаками и знаками обслуживания, обладают особенностями. Прежде всего, обозначения товаров в данном случае должно содержать прямое или косвенное указание на то, что товар происходит из конкретной страны, области или местности.

Особую роль в развитии научно-технического прогресса играют фундаментальные исследования. Они не только дают новые знания об окружающем нас материальном мире, но и являются основой для создания принципиально новых средств воздействия на природу. Наиболее значительным результатом фундаментальных исследований являются научные открытия. Под открытием подразумевается обнаружение того, что объективно существует, но ранее не было известно. Иными словами, это понятие тесно связано с областью познания и может выражать, с одной стороны, процесс научного познания, а с другой стороны его результат.

Познания в области патентного права и патентоведения необходимы каждому будущему специалисту, будь он юрист, инженер, технолог, врач, техник, зоотехник, агроном или представитель других профессий для эффективной интеллектуальной творческой деятельности в условиях рыночной экономики, предполагающей активное использование новейших достижений науки и техники [1. – С. 331342], [2. – С. 278286]. Построение высокоэффективной системы охраны ИНСО возможно только в результате использования

скоординированных организационных, финансовых и законодательных мер. На это были направлены Общественные слушания по проекту закона РК «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты РК по вопросам совершенствования законодательства в сфере ИНСО», организованные Министерством юстиции РК в Доме дружбы г. Павлодара (приняли участие представители местных и территориальных органов, Палаты предпринимателей Павлодарской обл., НИИС, научных учреждений, ВУЗов, судьи и нотариусы Павлодара и всех районов области, патентные поверенные, субъекты предпринимательства) и ПГУ им. С. Торайгырова (по инициативе проректора ПГУ по инновациям и новым технологиям Ержанова Н. Т.). Общественные слушания на казахском и русском языках открыл и прекрасно провёл модератор, директор Департамента по правам ИНСО Министерства юстиции РК Естаев А. К. Законопроект презентовала на казахском и русском языках заместитель директора Департамента по правам ИНСО Министерства юстиции РК Нуримбетова С. М. С экспертным заключением выступила Тагбергенова М. М. (Патентный поверенный № 1 РК, как отметил модератор Естаев А. К.). С комментариями в процессе обсуждения законопроекта выступала не раз руководитель управления экспертизы изобретений и полезных моделей РГП «НИИС» Ильясова Г.К.

Основными новеллами проекта Закона являются :

– создание одноуровневой системы регистрации объектов ИНСО путём делегирования экспертной организации (РГП «НИИС») полномочий по регистрации прав на объекты ИНСО, что даёт возможность осуществлять регистрацию непосредственно экспертной организацией;

– расширение возможности досудебного рассмотрения споров по регистрации, по наделению Апелляционному совету полномочий по рассмотрению споров по сходству фирменных наименований и товарных знаков, по регистрации ТЗ на имя дистрибьютера;

– обеспечение прав потребителей на получение компенсации за незаконное использование ТЗ от 500 месячных расчётных показателей (МРП) до 10000 МРП по аналогии с компенсацией за нарушения в сфере авторского права;

– опубликование заявок на ТЗ с момента их поступления в экспертную организацию, сокращение количества споров за счёт обеспечения ранней осведомлённости любых заинтересованных лиц;

– упрощение порядка регистрации договоров, исключение необходимости представлять в экспертную организацию подлинник договора.

В целом законопроект был принят участниками Общественного слушания с некоторыми предложениями участников.

Профессор Каракаев А. К. предложил совершенствовать законопроект :

– в сторону уменьшения цен на работы и услуги, реализуемые РГП на ПХВ «НИИС» МЮ РК при приёме заявок на охранные документы, при проведении их экспертизы, а также размера оплат за поддержание охранных документов в силе;

– по вознаграждению авторов охранных документов при получении их (в советское время согласно закону при получении одного авторского свидетельства вознаграждение соавторов составляло 200 руб., но не более 50 руб. для одного автора). Реализация этих предложений способствовала бы подъёму изобретательского творчества в РК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Каракаев А. К. Необходимость познания будущему специалисту основ патентного права и патентоведения: доклад / Проблемы инновационного развития нефте-газовой индустрии: Сборник трудов международной научно-практической конференции (г. Алматы, 23-24 февр. 2012 г.). – Алматы: КБТУ, 2012. – Т.2. – С. 331-342.

2 Смаилова Д. Б., Каракаев А. К. Бренд как элемент имиджа // Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных, студентов и школьников «Х Сатпаевские чтения «Стратегический план 2020: Казахстанский путь к лидерству». Т.10. Серия «Студенть». Павлодар. ПГУ им. С. Торайгырова, 2010. С. 278-286.

#### ВЗАИМОСВЯЗАННОСТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА, ЭРГОНОМИКИ, ДИЗАЙНА И ДРУГИХ ДИСЦИПЛИН

ДУРМАГАМБЕТОВА А. А., АДильБЕКОВА К. Б.,  
КАЕРБЕКОВ Д. Ж., МЕДВЕДЕВ А. С.

студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАПУСТА Я. Я.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н. РФ и РК, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Высокий уровень культуры определяет постоянно растущие требования к качеству промышленной продукции. При этом на первый план неуклонно выдвигаются требования к технико-эстетическим свойствам, относящимся к внешнему виду, форме изделий, так как именно форма первая информирует потребителя о содержании и внутренней сущности предмета, о наличии в нём необходимых потребительских свойств, а следовательно, о качестве в целом.

Художественное конструирование (ХК) – род деятельности человека в сфере материального производства, направленный на повышение качества промышленной продукции путём гармонизации её средствами технической эстетики (ТЭ). В свою очередь ТЭ научная дисциплина, изучающая закономерности формирования и развития предметной среды, предметных условий процессов деятельности людей во всех сферах жизни. Употребляется и более широкое название ХК в более широком смысле дизайн (< англ : desing замысел, проект, конструкция, рисунок, композиция), который включает в себя наряду с творческим процессом теорию, являющуюся его основой. ТЭ родилась не просто на грани искусства и техники, а в среде общения человека со средствами производства. Без знаний внутренних закономерностей развития техники, машино-строительных материалов, прогрессивной технологии, оптимальных условий обработки, основ экономики ТЭ была бы голой абстракцией, лишенной практического смысла, т. е. ТЭ тесно связана не только с искусством (именно из искусства проникли в конструирование такие понятия как пропорции, масштабность, композиция, контраст, ритм, нюанс, симметрия и многие другие, которые составили в целом теорию ХК), но и с технико-экономическими дисциплинами. Задача предельного приспособления машины с человеком обязательно базируется на достижении анатомии, физиологии и гигиены труда, психологии, т. е. выделяется связь ТЭ с медицинскими науками, особенно с инженерной психологией. ТЭ

связана также с проблемами воспитания, с морально-этическими проблемами, так как художественное начало одухотворяет труд, украшает быт и облагораживает человека и окружающую среду. Особое место в системе знаний, присущих дизайну, занимает эргономика. ХК – неотъемлемая составная часть процесса проектирования промышленных изделий, предназначенных для непосредственного пользования человеком. ХК связывается и с изобретательским творчеством.

С апреля 2015 г. на изобретение, полезную модель (ПМ) и промышленный образец (ПО) выдаются патенты, а на товарные знаки, знаки обслуживания и наименования мест происхождения товаров – свидетельства.

Патенты на изобретения выдаются на техническое решение задачи в любой области человеческой деятельности, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. К ПМ относится конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей, патенты на которые выдаются, если ПМ является новой и промышленно применимой. К ПО относятся художественно-конструкторские решения, определяющие внешний вид изделия. ПО предоставляются правовая охрана, если он является новым, оригинальным и промышленно применимым. ПО признается новым, если совокупность существенных признаков, обуславливающих эстетическое и эргономические особенности изделия, ранее не была известна. ПО признается оригинальным, если его существенные признаки определяют творческий характер эстетических особенностей изделия. Для защиты изобретений, ПМ и ПО, ТЗ, знаков обслуживания и наименований мест происхождения товаров охраняемыми документами специалист должен знать основы права, законодательные акты, т. е. ХК и ТЭ тесно связаны и с юридическими дисциплинами.

Таким образом, вопросы эргономики, дизайна и изобретательской деятельности тесно взаимосвязаны, знание основ которых необходимо современному специалисту, причём изобретательская деятельность при создании новой техники является важным и даже высшим проявлением не только инженерной и художественно-конструкторской, но и научной, и инновационной деятельности.

Об этом свидетельствует и Постановление Правительства РК [1. – 16 с.], согласно которому инновационные гранты предоставляются на : 1) выполнение ОКР и (или) рискованных исследований прикладного характера; 2) подготовку технико-экономического обоснования

инновационного проекта; 3) патентование объекта ИНСО в иностранных государствах и (или) международных патентных организациях; 4) приобретение инновационных технологий, причём по 3) срок освоения не более 3 (трёх) лет и по сумме финансирования до 10 (десяти) миллионов тенге.

Сложность и многогранность процесса конструирования (ХК) требуют от инженера (художника-конструктора или дизайнера) наряду с художественным мастерством достаточно глубоких знаний в самых различных областях науки и техники.

Особое место во всей системе знаний занимает эргономика [24].

Эргономика – наука, изучающая функциональные возможности и ограничения человека в трудовых процессах с целью создания для него оптимальных условий труда, т. е. таких условий, которые, делая труд высокопроизводительным и надёжным, в то же время обеспечивают человеку необходимые удобства и сохраняют его силы, здоровье и работоспособность. Слово эргономика образовано из двух греческих слов: «эргос» работа и «номос» закон, т. е. эргономика это закон работы! При этом эргономика как наука: рассматривает человека-оператора как звено в системе «человек-машина-окружающая среда (ЧМОС)»; базируется на данных антропометрии, био-механики, физиологии, гигиены труда и инженерной психологии; разрабатывает на этой основе рекомендации и предложения. Решающее влияние на развитие эргономики оказали процессы, вызванные научно-техническим прогрессом, в ходе которого со всей остротой поставлена проблема взаимодействия человека, машины и окружающей среды. Сфера приложения эргономики очень широка: она охватывает все виды человеческой деятельности, все области науки и техники. Поэтому основные принципы эргономики распространяются не только на орудия труда, но и на весь ассортимент бытовых изделий. Совершенно очевидно, что на современном уровне развития науки и техники создание совершенных изделий (будь то пульт управления, ручной инструмент или бытовой прибор) немислимо без учёта основных психофизиологических свойств человека независимо от того, выступает ли человек в роли производителя или потребителя товаров. В соответствии с приведенным выше определением требования эргономики к конструкции оборудования в системе ЧМОС можно условно (для удобства рассмотрения) подразделить на антропометрические, биомеханические, физиолого-гигиенические и инженерно-психологические требования.

Согласно требованиям эргономики последовательность их использования в конструкторской практике представим с помощью таблицы.

Отраженная в таблице последовательность (снизу вверх) отдельных направлений и входящих в каждое направление мероприятий отвечает принятой в конструкторской практике последовательности стадий создания изделия.

Таблица 1 – Последовательность использования требований эргономики в конструкторской практике

Основные требования эргономики к конструкции оборудования	Инженерно-психологические	Эстетическая обработка конструкции, включая внешнее цветовое оформление изделия.
		Предупреждение или ликвидация монотонно повторяющихся операций или приёмов.
		Рациональный выбор, проектирование и компоновка органов управления.
		Рациональный выбор, проектирование и компоновка органов контроля.
	Физиолого-гигиенические	Отработка конструкции с ликвидацией или с максимально возможным снижением шума и вибраций.
		Обеспечение нормальных условий получения информации при использовании слуховых (акустических) индикаторов.
		Обеспечение нормальных условий обзора органов контроля и органов управления без напряжения зрения оператора.
	Биомеханические	Малая механизация, ликвидация или сокращение повторяющихся подъёмно-транспортных элементов трудового процесса.
		То же, по величине усилий, прилагаемых к органам управления.
		То же, по скорости движений.
		Определение рациональных трудовых движений по их траектории и направлению.
	Антропометрические	Проектирование рациональной рабочей позы.
		Определение рабочей зоны с оптимальными и предельными границами.
Определение пропорциональных соотношений размеров конструируемого оборудования и рабочих органов человеческого тела.		

В комплексе работ по изготовлению, испытанию и доводке опытных образцов вновь создаваемых конструкций в отличие от обычной практики должны найти видное место вопросы обеспечения нормальных и наиболее благоприятных условий труда в физиолого-

гигиеническом и инженерно-психологическом отношениях. Именно на этой стадии необходимо добиваться ликвидации или максимально возможного снижения уровней шума и вибраций, отрабатывать все элементы конструкции и компоновки органов контроля и управления, выверять эстетическую характеристику изделия. Для этого предлагается следующий вопросник по оценке рабочего места оператора, конструкций машин, изделия, оборудования, агрегата, что будет полезным для специалистов, работающих в самых различных областях и отраслях человеческой деятельности, для оптимизации любого рабочего места оператора, любых конструкций машин, изделия, оборудования, агрегата.

Вопросник для оценки рабочего места оператора, конструкций машин, изделия, оборудования, агрегата [2].

1. Соответствует ли расположение рабочей зоны агрегата антропометрическим данным оператора?

2. Легко ли оператор достаёт до органов управления? Насколько сокращены, облегчены, упрощены движения оператора по манипулированию органами контроля и управления? Насколько эти трудовые движения целесообразны, экономичны и отвечают требованиям биомеханики?

3. Предусмотрено ли конструкцией место для ног оператора?

4. Удобна ли высота пульта для ведения записей?

5. Перемещаются ли рукоятки, рычаги и другие органы управления в привычном и естественном направлениях?

6. Имеется ли соответствие в расположении функционально связанных между собой органов управления и индикаторов, на показания которых эти органы воздействуют?

7. Соответствует ли порядок размещения приборов и органов контроля и управления логике и последовательности выполнения операции по контролю и управлению?

8. Правильно ли распределена нагрузка между обеими руками оператора?

9. Приняты ли меры по всемерному сокращению повторяющихся подъёмно-транспортных операций при обслуживании данной машины?

10. Приняты ли меры по замене ручных операций по подъёму и перемещению изделий в процессе их загрузки и выгрузки с помощью средств «малой механизации», в частности, с помощью лотков, наклонных спусков, «механических рук», роботов и других вспомогательных устройств?

11. Какова частота приложения и величины прилагаемых усилий к органам контроля и управления?
12. Видны ли оператору в нормальном рабочем положении необходимые контрольно-измерительные приборы и сигнальные индикаторы?
13. Обеспечивают ли размеры и градуировка шкал считывание показаний приборов на данном расстоянии с требуемой точностью?
14. Отмечены ли на приборах границы различных режимов работы оборудования?
15. Исключена ли необходимость выполнения сложных пересчётов или интерполяции значений измеряемых параметров?
16. Соответствует ли освещение конкретным условиям работы?
17. Не будет ли оператор ослеплён прямыми лучами от источников света или бликами на отражающих поверхностях оборудования или приборов?
18. Имеются ли ручки или иные устройства для выёмки блоков или узлов при наладке и контроле оборудования? Соответствуют ли они размерам рук и прилагаемым усилиям?
19. Предусмотрено ли достаточное освещение, имеются ли приспособления для закрепления блоков или узлов при их осмотре и наладке?

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Постановление Правительства РК от 6 августа 2009 г. № 1202 «Об утверждении Правил предоставления инновационных грантов и предоставления отчётов о мерах, принятых по внедрению объектов интеллектуальной собственности (с изменениями от 14.01.2009 г.)». 16 с.
- 2 Каракаев А. К. Необходимость познания будущему специалисту основ патентного права и патентования : доклад / Проблемы инновационного развития нефте-газовой индустрии : Сборник трудов международной научно-практической конференции (г. Алматы, 23-24 февр. 2012 г.). – Алматы : КБТУ, 2012. – Т.2. – С. 331342.
- 3 Каракаев А. К. Основы патентования и научных исследований : конспект лекций (раздел : Основы эргономики). – Павлодар : Кереку, 2012. – 33 с.
- 4 Каракаев А. Қ. Патенттану және ғылыми зерттеулер негіздері: Дәрістер конспекті (тарау : Эргономика негіздері). – Павлодар : Кереку, 2014. – 32 б.

## ШЫҒАРМАШЫЛЫҚТЫҢ, ЭРГОНОМИКАНЫҢ, ДИЗАЙННЫҢ ЖӘНЕ БАСҚА ПӘНДЕРДІҢ ТЫҒЫЗ БАЙЛАНЫСЫ

ЖАСҚАЙРАТОВА А. Е., МЕЙРАМ М. Д., ҚАЙЫРГЕЛДІ А. Б.  
 БЕЛЬГИБАЕВА А. А., НУРУМЖАНОВ А. С.  
 студенттер, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.  
 ҚАРАҚАЕВ А. Қ.  
 РФ и ҚР т.ғ.д., профессор, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Мәдениеттің жоғары деңгейін өнеркәсіпті өнімнің сапасына үнемі өсетін талаптар анықтайды. Осы кезде бұйымдардың сыртқы түріне, пішініне жататын, техникалық-эстетикалық қасиеттеріне талаптар тапжылмай бірінші орынға шығарылады, өйткені дәл осы форма заттың құрамы және ішкі мәні туралы, ондағы қажетті тұтынушылық қасиеттер, яғни, бүтінде сапасы туралы тұтынушыны бірінші ақпараттандырады.

Көркем конструкциялау (КК) материалдық өндіріс саласындағы адамның әрекет тегі, өнеркәсіптік өнім сапасын оны техникалық эстетика (ТЭ) құралдарымен үндестіру жолымен жоғарылатуға бағытталған.

Өз кезегінде техникалық эстетика ғылыми, заттық ортаның, өмірдің барлық салаларындағы адамдар әрекет үрдістерінің заттық шарттарын қалыптастыру және даму заңдылықтарын зерттейтін пән. КК одан әрі кең атауы одан әрі кең мағынада қолданылады дизайн (ағылш. desing түпкі ой, жоба, конструкция, сурет, композиция), ол өзіне шығармашылық үрдіспен қатар, оның негізі болып келетін теорияны қосады. ТЭ өнер және техника шегінде жай ғана туындаған жоқ, ал адамның өндіріс құралдарымен қарым-қатынас ортасында туындаған. Техниканың, машинажасау материалдарының, үдемелі технологияның, өндеудің тиімді шарттарының, экономика негіздерінің дамуының ішкі заңдылықтарын білмей, ТЭ тәжірибелік мағынасынан айырылған, жалаңаш абстракция болушы еді, яғни ТЭ тек қана өнермен емес (дәл айтқанда өнерден кон-струкциялауға пропорция, масштаб, композиция, контраст (қарама-қарсылық), ритм (ырғақ, қалып), нюанс (азғана өзгешілік, реңк, түр), симметрия және көптеген басқалары енген, олар бүгінде КК теориясын құрастырған), сонымен бірге техникалық, экономикалық пәндермен тығыз байланысты. Машинаның адаммен шекті икемделу міндеті міндетті түрде анатомияның, физиологияның және еңбек гигиенасының, психологияның жетістіктерінде негізделеді, яғни ТЭ медициналық ғылымдармен, әсіресе инженерлік психологиясымен байланысы басым

көрінеді. Сонымен бірге ТЭ тәрбиелеу мәселелерімен, моральдық-этикалық мәселелермен байланысты, өйткені көркем бастаманы еңбек жандандырады, тұрмысты әшекелейді және адамды және қоршаған ортаны жоғары дәрежеге жеткізеді. Дизайнға сипатты, білімдер жүйесінде ерекше орынды эргономика алады.

Конструкторлық тәжірибеде эргономика талаптарын пайдалану. Эргономиканың қарастырылған төрт талабының әрбіреуі бойынша эргономиканың маңызды талаптарымен танысып және зерттеп, 8-кесте көмегімен конструкторлық тәжірибеде оларды пайдалану тізбектілігін ұсынайық. Кестеде бейнеленген жеке бағыттардың және әрбір бағытқа енетін шаралардың тізбектілігі (төменнен жоғары қарай) конструкторлық тәжірибеде қабылданған бұйымды жасау кезеңдерінің тізбектілігіне сәйкес келеді. Агрегаттың жалпы түрін жинақтаған кезде эскиздік жобалау кезеңінде алғашқы кезекте антропометриялық талаптарын есепке алу қажетті. Осымен еңбек үрдісінің «макроқұрылымы» жасалады, келесіде биомеханикалық талаптарды есептеу негізінде оның «микроқұрылымына» айналады. Сонымен, енді конструктор өзі жасайтын техникаға қызмет көрсету бойынша өзіне барлық еңбек үрдісін ұсына алады. Бірақ конструктордың міндеті еңбек үрдісін зерттеумен немесе талдаумен ғана шектелмейді. Физиологиялық-гигиеналық және инженерлік-психологиялық көзқарастан оның қалыпты өтуін қамтамасыз ету одан кіші емес мағынаға тең болады. Міне, неліктен конструкцияның эргономикалық өңделуі техникалық және жұмыс жобалаудың кезеңдерінде жалғасады, ғылыми-зерттеулік және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды (ФЗТКЖ) қосу керек.

Кесте 1 – Конструкторлық тәжірибеде эргономика талаптарын қолдану тізбектілігі

Құрал-жабдықтың конструкциясына эргономиканың негізгі талаптары	Инженерлік-психологиялық	Бұйымның сыртқы түсті бейнеленуін қоса, конструкцияның эстетикалық өңделуі.
		Монотонды қайталанатын операциялар мен тәсілдердің алдын алу немесе жою шаралары.
		Басқару органдарының тиімді таңдалуы, жобалануы немесе жіктелуі.
		Бақылау органдарының тиімді таңдалуы, жобалануы немесе жіктелуі.
	Физиологиялық-гигиеналық	Шу мен дірілді ең үлкен мүмкін төмендетуімен немесе жоюымен конструкциялардың өңделуі.
		Есіту (акустикалық) индикаторларын қолдану кезіндегі аппараттарды алудың қалыпты жағдайларын қамтамасыз ету.
		Оператордың көру қабілетінің кедергісіз басқару және бақылау органдарын көруді қалыпты жағдайларын қамтамасыз ету.
	Биомеханикалық	Еңбек үрдісінің қайталанатын көтері-көліктік элементтерінің кіші механизациялануы, жойылуы немесе қысқаруы.
		Дәл соның өзі, басқару органдарына жанасатын, күштер шамасы бойынша.
		Дәл соның өзі, қозғалу жылдамдығы бойынша.
		Тиімді еңбек қозғалысын олардың траекториясы және бағыты бойынша анықтау.
	Антропометриялық	Тиімді жұмыс позасын жобалау.
Жұмыс аймағын тиімді және шекті шекараларымен анықтау		
Адам денесінің жұмыс органдарының және конструкцияланатын құрал-жабдық өлшемінің пропорционал қатынасын анықтау.		

Оператордың жұмыс орнының сапасын, машиналар, бұйымдар, құрал-жабдықтың бағалауына арналған сұрақтар. Қайтадан жасалатын конструкциялардың тәжірибелік үлгілерін дайындау, сынау және келтіру бойынша жұмыс кешенінде әдеттегі тәжірибеден ерекше, физиологиялық-гигиеналық және инженерлік-психологиялық қатынастағы ең жағымды және қалыпты еңбек жағдайларын қамтамасыз ету сұрақтары көрнекті орынға ие болуы керек. Дәл осы кезеңде шу мен дірілдің деңгейін максималды мүмкін төмендету немесе жоюға тырықсу қажетті, конструкцияның барлық элементтерін және бақылау тағы басқару органдарының жіктелмесін өңдеу, бұйымның эстетикалық сипаттамасын теңестіру. Ол үшін оператордың жұмыс орнын бағалау үшін, машиналар, бұйымдар, құрал-жабдықтар,

агрегаттарды бағалау үшін келесі сұраулар тізімін ұсынамыз, не оператордың кезкелген жұмыс орнын, машиналардың, бұйымның, құрал-жабдықтың, агрегаттың кез келген конструкцияларын белсендіру үшін, адам әрекетінің әртүрлі салаларында және облыстарында жұмыс істейтін мамандар үшін пайдалы болады.

Оператордың жұмыс орнын, машина, бұйымдар, жабдықтардың, агрегаттың конструкцияларын бағалау үшін сұрақтар тізімі.

1. Агрегаттың жұмыс аймағының орналасуы оператордың антропометриялық мәліметтеріне сәйкес келеме?

2. Оператор басқару органдарына оңай жете ме? Оператордың басқару және бақылау органдарымен іс әрекет жасау бойынша қимылдар қаншалықты қысқартылған, жеңілдетілген, оңайлатылған? Осы еңбек қимылдары қаншалықты мақсатқа сай келеді, тиімді және биомеханика талаптарына сай келеме?

3. Конструкциямен оператордың аяқтары үшін арнайы орын қарастырылған ба?

4. Жазбаларды жүргізу үшін пульттің биіктігі ыңғайлы ма?

5. Тұтқаның, иіннің және басқарудың басқа органдары үйреншікті және табиғи бағытта орын ауыстыра ма?

6. Басқару органдарының және индикаторлардың өзара функционалды байланысқан орналасуында сәйкестік бар ма, қайсысылардың көрсеткіштеріне осы органдар әсер етеді?

7. Бақылау және басқару бойынша операцияларды орындау тізбектілігіне және басқару логикасына және бақылау органдарының және аспаптардың орналасу реті сәйкес келе ме?

8. Оператордың екі қолы арасындағы жүктеме дұрыс үлестірілген бе?

9. Берілген машинаға қызмет көрсету кезінде қайталанатын көтеру-көліктік операциялардың барлық өлшемді қысқартуы бойынша шаралар қабылданды ма?

10. «Кіші механизация» құралдары көмегімен, дербесінде, лотоктар, көлбеу құла-малар, «механикалық қолдар», роботтар және басқа көмекші құралдар көмегімен бұйымдарды жүктеу және түсіру үрдісінде оларды көтеру және орын ауыстыру бойынша қол операцияларын ауыстыру бойынша шаралар қабылданды ма?

11. Қосымшаның, бақылау және басқару органдарына қосатын күштер шамасының жиілігі қандай?

12. Қалыпты жұмыс жағдайда операторға қажетті бақылау-өлшеуіш аспаптары және дабыл индикаторлары көріне ме?

13. Шкалалардың градуустау (бөліктеу) және өлшемдері қажет етілетін дәлдікпен берілген арақашықтықта аспаптар көрсеткіштерінің оқылуын қамтамасыз ете ме?

14. Аспаптарда құрал-жабдық жұмысының әртүрлі режімінің шекаралары белгіленген бе?

15. Өлшенетін параметрлердің мағыналарын интерполяциялау немесе күрделі қайта есептеулердің орындау қажеттілігі жоққа шығарылды ма?

16. Жарықтану жұмыстың нақты жағдайларына сәйкес келе ме?

17. Оператор жарық қайнарларынан шығатын тура сәулелермен, құрал-жабдықтар немесе аспаптардың беттерінде бейнеленетін дақтармен көз жанарынан айырылмайды ма?

18. Құрал-жабдықты бақылаған және жөндеу кезінде блоктарды немесе түйін-дерді шығару үшін тұтқалар немесе басқа құрылғылар бар ма?

19. Жеткілікті жарықтану қарастырылды ма? Блоктарды немесе түйіндерді бақылау және жөндеу кезінде оларды бекіту үшін қондырғылар бар ма?

КК зияткерлік меншік, өнертапқыш шығармашылықпен де байланыстырылады.

Өнертабысқа, пайдалы үлгіге (ПҮ) және өнеркәсіптік үлгіге (ӨҮ) патенттер беріледі, ал тауар таңбаларына, қызмет көрсету белгілеріне және тауарлардың шығу орнының атауларына – куәліктер беріледі.

Өнертабысқа патенттер адам әрекетінің кез келген облысындағы есептің техникалық шешіміне беріледі, егер ол жаңа болып келсе, өнертабыстық деңгейге ие болса және өнеркәсіпті қолданбалы болса.

ПҮ өндіріс құралдарының және тұтыну заттарының конструкциялық орындалуы, сонымен қатар олардың құрама бөліктері жатады, оларға патенттер беріледі егер ПҮ жаңы және өнеркәсіпті қолданбалы болса.

К ӨҮ бұйымның сыртқы түрін анықтайтын, олардың көркем-конструкторлық шешімдері жатады. ӨҮ құқықтық қорғауға ұсынылады, егер ол жаңа, өзіндік және өнеркәсіпті қолданбалы болса.

ӨҮ жаңа деп танылады, егер бұйымның эстетикалық және эргонометриялық ерекшеліктерін негіздейтін маңызды қасиеттерінің жиіні бұрын белгілі болмаса. ӨҮ өзіндік деп танылады, егер оның маңызды қасиеттері бұйымның эстетикалық ерекшеліктерінің шығармашылық сипатымен анықталса.

Өнертабыстарды, ПҮ және ӨҮ, тауар белгілерін, қызмет көрсету белгілерін және тауарлардың шығу орнының атауларын қорғау құжаттарымен қорғау үшін маман құқық негіздерін, заң шығару

актілерін білу керек, яғни КК және ТЭ заң пәндерімен де тығыз байланысты.

Сөйтіп, эргономика сұрақтары, дизайн, ғылым және шығармашылық әрекет сұрақтары өзара тығыз байланысты, олардың негізін білу қазіргі маман үшін қажетті, сонымен қатар жаңа техниканы жасау кезінде шығармашылық әрекет тек қана инженерлік және көркем-конструкциялық әрекеттің ғана емес, сонымен бірге ғылыми әрекеттің маңызды және де жоғары көрінісі болып келеді.

Ағымдағы жылғы 14 қазанда Павлодар қаласында ҚР Әлілет министрлігімен ұйымдастырылған «Қазақстан Республикасының кейбір заңнамалық актілеріне зияткерлік меншік саласындағы заңнаманы жетілдіру мәселелері бойынша өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы» Қазақстан Республикасы Заңының жобасы бойынша қоғамдық тыңдау өткізілді.

Қоғамдық тыңдаудың жұмысына Павлодар облысының жергілікті және аумақтық органдарының, Кәсіпкерлер палатасының, Ұлттық зияткерлік меншік институтының, мекемелердің өкілдері, судьялар, патенттік сенім білдірілген өкілдер және кәсіпкерлік субъектілері қатысты.

Қоғамдық тыңдауды модератор, ҚР Әлілет министрлігінің Зияткерлік меншік құқықтары департаментінің директоры А. Қ. Естаев ашты, Павлодар облысының кәсіпкерлік, сауда және туризм басшысы А. Е. Досанов, Павлодар облысының Кәсіпкерлер палатасының директоры С. Б. Байсейітов алғы сөз сөйледі.

Заң жобасын ҚР Әлілет министрлігінің Зияткерлік меншік құқықтары департаменті директорының орынбасары С. М. Нұрымбетова таныстырды.

Сараптамалық қорытындымен патенттік сенім білдірілген өкіл М. М. Тағбергенова сөз сөйледі.

Талқылау барысында енгізілген өзгерістер мен толықтыруларға қатысты сұрақтар қойылды, сондай-ақ құқықты тауысу қағидасының, авторлық құқық, селекциялық же-тістіктерді патенттеу сұрақтар қозғалды.

Заң жобасының міндеті – Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымының зияткерлік меншікті қорғау саласындағы стандарттарына жүйелі түрде өту.

Заң жобасының негізгі жаңалықтары :

– зияткерлік меншік объектілеріне құқықтарды тіркеу бойынша өкілеттіктерді сараптама ұйымына («Ұлттық зияткерлік меншік

институты» РМК) беру арқылы зияткерлік меншік объектілерін тіркеудің бір деңгейлі жүйесін құру;

– тіркеуге қатысты дауларды сотқа дейінгі қарау мүмкіндігін кеңейту;

– құқық иелерінің тауар таңбасын заңсыз пайдаланған үшін өтемақы алу құқығын

– қамтамасыз ету;

– тауар таңбаларына өтінімдерді сараптама ұйымына түскен сәттен бастап жариялау;

– шарттарды тіркеу тәртібін жеңілдету.

Жалпы заң жобасы қолдау тапту.

Профессор Каракаев А. К. заң жобасын жетілдіру үшін ұсынды :

– өтінімдерді қабылдағанда, оларға сараптама жасағанда, қорғау құжаттары күшін сақтағандағы төлем бағасын азайтқан дұрыс;

– авторларға қорғау құжаттарын алғанда сыйақы берілгені дұрыс.

Осы ұсыныстар іске асса өнертабыстық шығармашылықтың деңгейін көтерер еді.

## HYDROGEN CARS – THE FUTURE OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

ZARIPOV R.

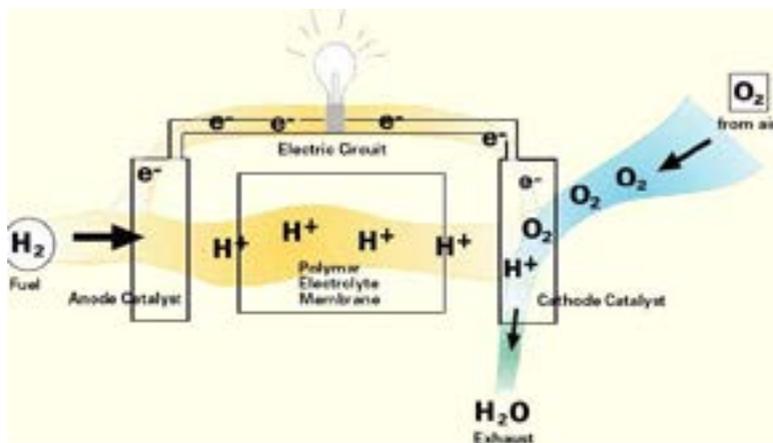
undergraduate student, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

The car of the future is here today. Of course, you can't buy one yet; but if you live in California you can lease one. It doesn't use gasoline and it doesn't pollute the air. In fact, it produces steam instead of exhaust. So what's the mystery fuel? Hydrogen - the simplest and most abundant element in the universe. And some people think that in 20 to 30 years, we'll all be driving these hydrogen-powered, fuel-efficient vehicles.

Although hydrogen-powered cars have a science fiction quality to them, the idea isn't really new. Actually, the technology for using hydrogen to generate power has been around since the first part of the 19th century - that's longer than cars have been around. What's new is that you might actually see a hydrogen-powered car on the road, with steam coming out of its exhaust pipe instead of foul-smelling gases. Several hydrogen cars are now in existence, but most of them are concept cars. These eco-friendly driving machines include the Chevrolet Equinox, the BMW 745h and the one that's currently available for lease in California, the Honda FCX.

Because it's non-polluting, hydrogen seems like the ideal fuel for the 21st century. A lot of people in the government and the auto industry are excited about its potential. Hydrogen cars have the potential to be fuel-efficient and offer the hope of eco-friendly, green driving. But there are still a lot of problems that need to be overcome and questions that need to be answered before hydrogen becomes the fuel of choice for enough people to make much difference in our current use of fossil fuels. For instance, where will we get the hydrogen? How expensive will these fuel-efficient cars be to purchase? Will you be able to find a hydrogen fuelling station to refill your tank? And, perhaps most importantly, as a fuel, is hydrogen really as non-polluting as it seems?

A hydrogen car is an automobile which uses hydrogen as its primary source of power for locomotion. These cars generally use the hydrogen in one of two methods: combustion or fuel-cell conversion. In combustion, the hydrogen is "burned" in engines in fundamentally the same method as traditional gasoline cars. In fuel-cell conversion, the hydrogen is turned into electricity through fuel cells which then powers electric motors. With either method, the only byproduct from the spent hydrogen is water.



Picture 1 – Principle of operation

A Fuel cell vehicle or Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) is a type of hydrogen vehicle which uses a fuel cell to produce electricity, powering its on-board electric motor. Fuel cells in vehicles create electricity to power an electric motor using hydrogen and oxygen from the air.

In principle, a fuel cell operates like a battery. Unlike a battery, a fuel cell does not run down or require recharging. It will produce energy in the form of electricity and heat as long as fuel is supplied.

The first practical fuel cell system was developed in the early 1960s by General Electric for use in orbital space capsules. And then, in the 1990s fuel cells began appearing in city buses. so we know that powering vehicles with fuel cells is feasible.

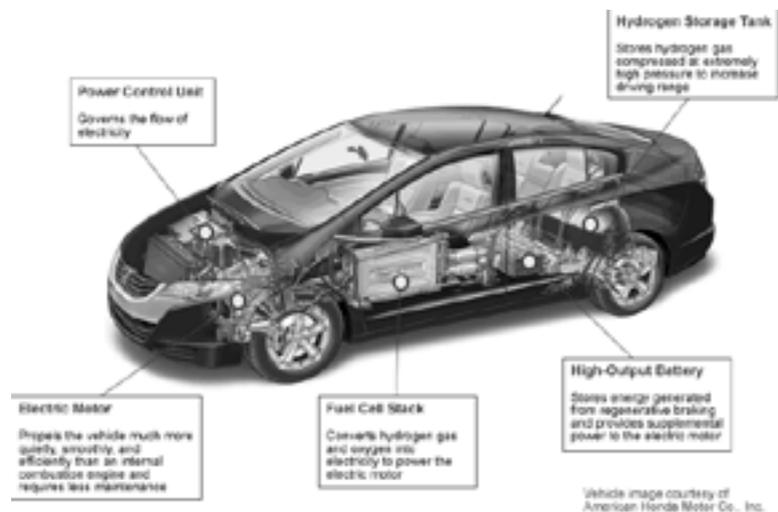
A fuel cell consists of two electrodes sandwiched around an electrolyte. Oxygen passes over one electrode and hydrogen over the other, generating electricity, water and heat.

Hydrogen fuel is fed into the «anode» of the fuel cell. Oxygen (or air) enters the fuel cell through the cathode. Encouraged by a catalyst, the hydrogen atom splits into a proton and an electron, which take different paths to the cathode. The proton passes through the electrolyte. The electrons create a separate current that can be utilized before they return to the cathode, to be reunited with the hydrogen and oxygen in a molecule of water.

A fuel cell system which includes a «fuel reformer» can utilize the hydrogen from any hydrocarbon fuel - from natural gas to methanol, and even gasoline. Since the fuel cell relies on chemistry and not combustion, emissions from this type of a system would still be much smaller than emissions from the cleanest fuel combustion processes.

Fuel cell vehicles (FCVs) have the potential to significantly reduce our dependence on foreign oil and lower harmful emissions that cause climate change. FCVs run on hydrogen gas rather than gasoline and emit no harmful tailpipe emissions. These vehicles are in the early stages of development, and several challenges must be overcome before these vehicles will be competitive with conventional vehicles. However, the potential benefits of this technology are substantial.

FCVs look like conventional vehicles from the outside, but inside they contain technologically advanced components not found on today's vehicles. The most obvious difference is the fuel cell stack that converts hydrogen gas stored onboard with oxygen from the air into electricity to drive the electric motor that propels the vehicle. The major components of a typical FCV are illustrated below.



Picture 2 – Honda FCX Clarity

A hydrogen internal combustion engine vehicle (HICEV) is a type of hydrogen vehicle using an internal combustion engine. Hydrogen internal combustion engine vehicles are different from hydrogen fuel cell vehicles (which use hydrogen + oxygen rather than hydrogen + air); the hydrogen internal combustion engine is simply a modified version of the traditional gasoline-powered internal combustion engine.

Hydrogen internal combustion engine (HICE) vehicles are an exciting lower cost alternative to fuel cell vehicles. Like fuel cell vehicles, HICE vehicles enable zero or near zero emission transportation by using clean hydrogen fuel, but HICE vehicles utilize modified internal combustion engines to generate electric power instead of fuel cells.

By using hydrogen as a fuel, greenhouse gases (carbon monoxide and carbon dioxide) are almost completely eliminated in HICE vehicles. Future improvements may also reduce the small amounts of oxides of nitrogen (NOx) produced by HICE engines to near-zero levels. The HICE system also eliminates particulate matter – a dangerous byproduct of both diesel and natural gas engines. HICE therefore provides 99 % of the emission reduction benefits of a fuel cell system at a fraction of the cost.

One of the benefits of hydrogen-powered ICEs is that they can run on pure hydrogen or a blend of hydrogen and compressed natural gas (CNG). That fuel flexibility is very attractive as a means of addressing the widespread lack of hydrogen fueling infrastructure in the near term. Hydrogen-powered

ICEs also have many operating advantages. They perform well under all weather conditions, require no warm-up, have no cold-start issues (even at subzero temperatures), and are highly fuel efficient — up to 25% better than conventional spark-ignition engines.

There are two types of hydrogen internal combustion engine vehicles: conventionally-driven HICE vehicles and hybrid HICE vehicles. In conventionally-driven HICE vehicles, the hydrogen-burning engine mechanically drives the vehicle's wheels, just as engines using gasoline or other fuels operate in conventional vehicles. In hybrid HICE vehicles, the hydrogen engine is used to run an electric generator, in a similar manner to series hybrid drive systems operating on other fuels. Power from the electric generator is then used to drive the vehicle's wheels, and is generally augmented by power from a battery or ultra capacitor pack.

Honda introduced its fuel cell vehicle in 1999 called the FCX and have since then introduced the second generation FCX Clarity. Limited marketing of the FCX Clarity, based on the 2007 concept model, began in June 2008 in the United States, and it was introduced in Japan in November 2008. The FCX Clarity is available in the U.S. only in Los Angeles Area, where 16 hydrogen filling stations are available, and until July 2009, only 10 drivers have leased the Clarity for US\$600 a month. Honda stated that it could start mass producing vehicles based on the FCX concept by the year 2020.

BMW's Clean Energy internal combustion hydrogen car has more power and is faster than hydrogen fuel cell electric cars. A limited series production of the 7 Series Saloon was announced as commencing at the end of 2006. A BMW hydrogen prototype (H2R) using the driveline of this model broke the speed record for hydrogen cars at 300 km/h (186 mi/h), making automotive history. Mazda has developed Wankel engines to burn hydrogen. The Wankel uses a rotary principle of operation, so the hydrogen burns in a different part of the engine from the intake. This reduces pre-detonation, a problem with hydrogen fueled piston engines.

The other major car companies like Daimler, Chrysler, Honda, Toyota, Ford and General Motors, are investing in hydrogen fuel cells instead. VW, Nissan, and Hyundai/Kia also have fuel cell vehicle prototypes on the road. In addition, transit agencies across the globe are running prototype fuel cell buses. Fuel cell vehicles, such as the new Honda Clarity, can get up to 70 miles (110 km) on a kilogram of hydrogen (roughly equivalent to a gallon of gasoline.)

A lot of people believe that hydrogen fuel cells are the most important alternative fuel technology currently under development. It is not, however, without problems, and it may be decades before fuel cell technology

is in wide use. We can roughly group the problems with hydrogen into three categories: the costs of developing the technology, difficulties and dangers with hydrogen storage and the possibility that this «non-polluting technology» isn't so non-polluting after all.

The costs of developing hydrogen technology are high. Not only do we have to design and develop the fuel cells and the cars, but we have to develop an infrastructure to support these fuel-efficient vehicles.

The cost of the cars is high, too. Few people are in a position to afford such an expensive car. Other catalysts are being developed which will probably be less expensive than platinum, but nobody knows how soon they'll be available for large-scale use.

The storage problem is also a thorny one. Hydrogen is a gas and it likes to spread out. Putting it in a car means squeezing it down to a reasonable size, and that isn't easy. Furthermore, hydrogen gets warm while it's sitting in the tank of a parked car, which causes the gas to expand. This means that the tanks have to vent the hydrogen periodically from the car. Leave a hydrogen car sitting around for more than a few days and all the fuel will be gone. Hydrogen is also highly flammable – the spectacular explosion of the dirigible Hindenburg in the 1930s is believed by some to have been the result of a hydrogen fire – so, if the hydrogen gets out of the tank, it has the potential to be dangerous. Fortunately, hydrogen fires aren't as hot as gasoline fires and are less likely to start secondary fires. And because hydrogen rises, most escaped hydrogen will float away before it can actually do any harm.

And is hydrogen really non-polluting? A fuel cell produces only heat and water as exhaust, but the processes used to create the hydrogen are not necessarily as clean. Electrolysis uses electricity and that electricity will often come from plants that burn coal, a highly polluting source. And when hydrogen is extracted from natural gas, it produces carbon emissions, which is exactly what we're trying to avoid by using hydrogen in the first place.

Recent technological advances, particularly in fuel cell design, have made hydrogen-powered cars a practical proposition, and car makers expect to start mass-producing them within the next decade or so. Their power and acceleration should match those of today's petrol-powered vehicles, but they may have to be refuelled more often.

The best ways to produce, distribute and store the hydrogen still have to be sorted out. In the short term fossil fuels may remain in demand as a hydrogen source. However, the idea that in the not too distant future most of us will be driving non-polluting cars fuelled by hydrogen from a clean, renewable source is no longer a flight of fantasy.

## REFERENCES

- 1 The Future of the Automotive Industry: informational portal. [Electronic resource] – Access mode. – URL: <http://techblog.cosmobic.com>, 2014 – 1p.
- 2 Waksman SA Problems of environmental pollution// Social and economic problems of development of transport systems of cities and regions of their influence / Proceedings of the VIII International scientific-practical. Conf. – Ekaterinburg: AMB Publishing, 2002. – S.10-15.
- 3 VV Donchenko Problems and ways to ensure the sustainability of urban transport systems: Monograph. - M.: IKF «Catalogue», 2005. – 184 p.
- 4 Hook VI Elements of the theory of traffic flow and design of streets and roads: Training. manual for schools – K.: UMK VO, 2011. – 254.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАГОНОВ ГРУЗОВОГО ПАРКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

ЗАРИПОВ Р. Ю.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Развитие конкуренции в сфере оперирования грузовыми вагонами и стремительный рост количества собственников грузовых вагонов привели к переходу от управления по принципу «единым парком» к самостоятельному построению логистических цепочек частными компаниями – операторами. Это приводит к ухудшению качества и эффективности использования грузовых вагонов (в частности из-за того, что под погрузку подается вагон собственника, с которым заключен договор на услуги, а не ближайший вагон). Ухудшение эксплуатационных показателей работы вагонного парка потребовало увеличения его размеров, т.к. для вывоза того же объема грузов, предъявленных к перевозке, нужен больший парк вагонов. Увеличение количества вагонов на сети создает дополнительную нагрузку на железнодорожную инфраструктуру и, как следствие, – ведет к снижению скорости движения поездов и замедлению товародвижения в национальной экономике. При этом динамично меняющиеся условия работы железнодорожного транспорта в условиях реформирования (разделения функций оператора, перевозчика и владельца инфраструктуры), регулирование рынка оперирования

грузовых вагонов, меняющаяся модель бизнес - отношений между организациями железнодорожного транспорта не позволяют решить проблему повышения эффективности использования вагонного парка на базе существующих методов. Это определило выбор темы исследования и круга рассматриваемых вопросов.

Рассмотрим подробнее экономические показатели работы железнодорожного транспорта. Продукцией железнодорожного транспорта является перевозка, при росте объемов перевозок темпы увеличения доходов транспортных компаний выше чем эксплуатационных расходов, т.к. увеличение объема перевозок позволяет повысить технологическую эффективность управления перевозочным процессом, а пропорционально объемам перевозок грузов изменяются только переменные расходы. При росте объемов перевозок себестоимость относительно снижается, что с учетом роста доходов ведет к увеличению прибыли и рентабельности деятельности транспортных компаний. Необходимо учитывать, что увеличение объемов перевозок требует дополнительных инвестиций в развитие железнодорожной сети.

Если объем перевозок грузов сокращается, то доходы сокращаются, а себестоимость растет опережающими темпами, что ведет к снижению прибыли и рентабельности. Разработан ряд технологических мер, позволяющих снизить эксплуатационные затраты, при резком падении объемов перевозок, однако для эффективности реализации необходима слаженная работа всех участников рынка железнодорожных транспортных услуг.

Можно сделать вывод, что динамика объемов перевозок является определяющим фактором для экономической динамики транспорта.

Структура вагонного парка отечественного железнодорожного транспорта во многом определяется структурой промышленности. По объему погрузки и выручки основными клиентами железнодорожного транспорта являются крупные промышленные холдинги нефтяной, горно-металлургической, строительной и других системообразующих отраслей.

Крупнейшими по грузообороту видами грузов являются сырьевые товары:

- 30-32 % грузооборота приходится на перевозку угля;
- 17-20 % грузооборота приходится на перевозку нефти и нефтепродуктов;
- 10-12 % приходится на перевозку строительных материалов;
- 8-9 % приходится на перевозку металлов;
- 7-8 % приходится на перевозку железной руды.

Кроме того, перевозятся иные виды сырьевых грузов: удобрения, лесные грузы, лом черных металлов и др. Следует отметить, что три крупнейших вида грузов обеспечивают примерно 60 % грузооборота.

Учитывая, что общее количество клиентов железной дороги превышает 75 тыс. грузоотправителей, очевидно, что значительную по количеству долю составляют средние мелкие предприятия, каждое из которых предъявляет груз к перевозке повагонными отправками.

Проанализировав парк грузовых вагонов можно сделать следующие выводы:

средний возраст грузового вагона снизился в последние годы благодаря активному привлечению инвестиций в отрасль, но остается высоким и превышает 75 % от назначенного срока службы;

самый высокий износ наблюдается по полувагону, что связано меньшим по сравнению с другими типами подвижного состава сроком службы (22 года), возраст каждого третьего эксплуатируемый на железнодорожной сети полувагона превышает срок службы. Объемы закупок новых полувагонов не в состоянии удовлетворить постоянно растущий спрос на данный вид подвижного состава, и для перевозок массовых грузов полувагонов не хватает. Одним из возможным путей решения данной проблемы является применение работ по продлению срока службы, модификации и модернизации вагонов.

Рассмотрим эффекты для экономики, возникающие при модификации грузовых вагонов:

– мультипликативный эффект для предприятий машиностроительной отрасли (новые конструкторские разработки и рабочие места) за счет формирования спроса на дополнительное оборудование

– улучшение эксплуатационных показателей использования грузового вагона, снижение порожнего пробега, что ведет к более полному удовлетворению спроса на перевозки грузов;

– повышение грузоподъемности и грузоподъемности вагонов за счет увеличения объема кузова, что позволяет снизить нагрузку на железнодорожную инфраструктуру и как следствие - увеличения пропускной способности железных дорог.

Повышения эффективности и качества использования вагонов грузового парка в современных условиях можно добиться используя следующие механизмы :

1. Воссоздание общего парка вагонов через механизм привлечения частных вагонов в единую систему управления и использования парка грузовых вагонов (ЕСУ ПГВ). Предусмотренная форма привлечения

вагонов - это долгосрочная аренда от полугода и более или публичная оферта, или аукцион. Преимущества функционирования ЕСУ ПГВ:

Для перевозчика/владельца инфраструктуры:

- Снижение непроизводительной нагрузки на инфраструктуру;
  - Использование технологии общего парка и его обезличенность;
  - Повышение эффективности работы парка локомотивов;
  - Простота планирования и администрирования.
- Для пользователя транспортных услуг:
- Для пользователя транспортных услуг:
  - Публичные условия предоставления вагонов под перевозку;
  - Обезличенность грузовых вагонов.
  - Для собственника вагона:
  - Гарантированная доходность вагона
  - Создание электронной торговой площадки.

В качестве одного из механизмов удовлетворения потребностей грузоотправителей в перевозках может быть использована электронная система обмена информацией о спросе и предложении на вагоны – электронная торговая площадка грузовых вагонов. Электронная площадка представляет собой логически выстроенную единую организационную, информационную, правовую и финансовую среду (электронный сетевой ресурс) со многими встроенными производственными процессами, которые ежедневно выполняют сотрудники компаний (операторов, экспедиторов, перевозчиков, грузоотправителей), имеющих доступ к ее ресурсам.

Оборот вагона состоит из груженого рейса, порожнего, и простоев на станциях погрузки и выгрузки, в последнее время доля последнего элемента значительно возросла и в связи с наличием на сети железных дорог большого количества «лишних вагонов» можно ожидать дальнейшего увеличения среднего времени простоя вагонов на станциях погрузки и выгрузки.

Замедление оборота вагона порождает мультипликативный эффект: сокращение числа путей на участковых и сортировочных станциях, увеличение потребного парка маневровых локомотивов, увеличение эксплуатационного штата рабочих ведет к резкому увеличению эксплуатационных расходов на фоне снижения доходов, что негативно сказывается на прибыли и рентабельности транспортной компании.

Одной из возможностей снижения неравномерности перевозок является внедрение «Единого сетевого технологического процесса железнодорожных грузовых перевозок» (далее ЕСТП ).

В документе впервые определяются обязанности оператора подвижного состава, оговорены вопросы, связанные с планированием перевозок с позиции железнодорожной инфраструктуры и перевозчика, произведено разделение: когда действуют инфраструктурные ограничения, а когда - перевозочные. Предполагается, что грузовладелец, подавая заявку, уже имеет для этого вагон. Хотя есть возможность обратиться и к перевозчику напрямую. ЕСТП предлагает ряд прямых и косвенных решений, по повышению эффективности организации перевозочного процесса:

- введение системы месячного планирования, предусматривающей предоставление заявок на перевозку порожних вагонов «не позднее, чем за 10 суток до начала календарного месяца»;

- установление ответственности операторов за отправку «излишнего количества» порожних вагонов;

- согласование с владельцами подвижного состава полигонов курирования вагонов;

- установление штрафов за отклонение от установленного месячным планом количества предъявляемых оператором (владельцем) подвижного состава к перевозке порожних вагонов в течение календарного месяца.

Косвенным эффектам являются: операторам подвижного состава будет предоставляться информация о станциях (формируемый исходя из загрузки ёмкостей станций), на которых возможен отстой вагонов с указанием ставок платы за отстой на них, что позволит снизить нагрузку на инфраструктуру.

В целом введение в действие ЕСТП позволит снизить нагрузку на инфраструктуру, повысить эксплуатационные показатели работы железных дорог и эффективность управления парками грузовых вагонов.

График движения поездов обеспечивает равномерное отправление, пропуск и переработку поездов на грузовых станциях, при условии минимизации простоев локомотивов в пунктах оборота.

Под «твердыми нитками графика», я понимаю комплекс технологических мер по скоростной доставке грузов точно в определенные, заранее оговоренные сроки, т.е. использование «твердых» ниток графика невозможно без маршрутизации, а маршрутизированный вагонопоток может следовать и не по «твердой» нитке графика.

Фактический средний вес неполновесных поездов до 15 % меньше нормы, если использовать резерв мощности локомотива, то

скорость следования состава будет выше предусмотренной графиком, но на практике эта возможность редко реализуется из-за отсутствия взаимодействия в реальном времени между локомотивными бригадами и диспетчерским аппаратом .

Добиться ускорения пропуска поездов можно используя свободные нитки графика, что позволяет сократить время нахождения состава на станциях и число скрещений поездов. Однако ключевым фактором сокращения задержек поездов является оптимизация регулирования загрузки станций.

Проанализировав опыт применения указанной технологии в зарубежных странах можно сделать вывод, что использование твердого графика позволит увеличить участковую скорость, сократить время нахождения грузовых вагонов на сортировочных станциях, увеличить суточный пробег локомотивов при сокращении потребности в локомотивных бригадах, уменьшить убытки транспортной компании, связанные штрафными санкциями за несвоевременную доставку грузов, сократить оборот вагона и высвободить парк грузовых вагонов.

Представим графически экономические эффекты от управления перевозочным процессом на основе «твердых ниток графика» движения поездов. Разработка графика движения поездов производится на основе системы организации вагонопотоков. Обеспечение достоверной информацией о потребностях в транспортных связях (скорость доставки, регулярности, объемам перевозок, маршрутам) позволяет сформировать график движения грузовых поездов с выделением до 80 % доли твердых расписаний.

Маршрутизация перевозок – система организации отправления грузов маршрутами (целым составом поезда) с одной или нескольких железнодорожных станций назначением в пункты выгрузки расположенные в одном районе

Для оптимизации загрузки инфраструктуры и снижения сортировочной работы, грузёные и порожние вагонопотоки, не охваченных отправительской маршрутизацией, организуются в технические маршруты в направлении морских портов, пограничных переходов и крупных промышленных предприятий. Эффекты от маршрутизации грузовых перевозок представим графически (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эффекты от маршрутизации перевозок

Увеличение количества вагонов на сети создает дополнительную нагрузку на железнодорожную инфраструктуру и, как следствие, ведет к снижению скорости движения поездов, что в свою очередь негативно сказывается на эффективности работы вагонного парка в целом и ведет к увеличению требуемого парка вагонов.

Грузовой вагон является ключевой бизнес-единицей компаний – операторов железнодорожного подвижного состава, эффективность использования которой формирует доходы и расходы, прибыль и рентабельность, непосредственно влияет на эффективность деятельности всех участников рынка железнодорожных транспортных услуг -перевозчика, владельца инфраструктуры и грузоотправителей. Одним из способов повышения эффективности использования грузовых вагонов является расширение номенклатуры перевозимых грузов для каждого типа вагона, одним из технических решений, позволяющее этого добиться является модификация.

Эффективность структуры парка грузовых вагонов транспортной компании определяется соответствием технологических характеристик наличного парка грузовых вагонов и типов грузов, предъявленных к перевозке

Сформируем основные принципы маршрутизации перевозок, сформированы критерии оценки эффективности организации маршрутизированного вагонопотока

Снижения неравномерности перевозок, в том числе за счет организация поездной работы на основе «твердых ниток» графика.

Совершенствование конструкции вагонного парка. Проанализировано состояние отрасли отечественного транспортного машиностроения и потребностей транспортных компаний. Выделены основные методы совершенствования конструкции вагонного парка, в том числе повышение грузоподъемности и грузовместимости, и способы модернизации грузовых вагонов.

Использование вагонов повышенной грузоподъемности, грузовместимости позволяет снизить себестоимость перевозки за счет:

- упрощения организации перевозочного процесса (один поезд вместо двух);
- сокращения заработной платы локомотивных бригад.

Твердые нитки графика - технология движения поездов по четкому расписанию, которое не подлежит изменению. Использование этой технологии позволит снизить межоперационные простои вагонов и поездов на участковых и сортировочных станциях за счет ускорения оборачиваемости тягового подвижного состава на технических станциях, а также за счет стабилизации работы локомотивных бригад. Это ведет к улучшению использования подвижного состава как по мощности, так и по времени.

При использовании «твердых» ниток графика ускорение производственного цикла достигается за счет следующих факторов:

- снижения отказов в работе технических устройств, позволяет до 10 % увеличить наличную пропускную способность участков железных дорог;
- сокращение времени простоя составов на станциях технического обслуживания;
- использование свободных ниток графика для ускорения пропуска поездов.

Использование предложенных в работе методик и механизмов позволит снизить издержки транспортных компаний и грузовладельцев, повысить их доходность прежде всего за счет ускорения оборота, сокращения простоев и порожнего пробега грузовых вагонов полносоставности поездов, из-за нестабильности накопления поездов на сортировочных станциях. Однако эта задача может быть решена если управление перевозочным процессом будет строиться не на статистических данных, а на достоверной текущей информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Анненков, А.В. Организация производства и управление транспортной компанией в условиях конкуренции на транспортном рынке // А.В. Анненков // М.: РГОТУПС, 2003. – 311 с.

2 Анненков, А.В. Управление транспортной компанией // А.В. Анненков // Монография. – М.: ВИНТИ РАН, 2003. – 280 с

3 Белов И.В. Моделирование экономических процессов на железнодорожном транспорте. /И.В. Белов, А.М. Макаровичкин // М.: Транспорт, 2007. – 246 с.

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

КУСАИНОВ А. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СТАВРОВА Н. Д.

ст., преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Двигатели с воспламенением от сжатия по праву считаются наиболее экономичными из существующих на сегодняшний день. По этой причине они получили широкое распространение на коммерческих автомобилях, тракторах, строительных и дорожных машинах. Однако современная экономическая ситуация в Республике Казахстан поставила организации, эксплуатирующие подобную технику, в сложное положение из-за снижения рентабельности, обусловленного в том числе и большой долей затрат на топливо в общих затратах на эксплуатацию техники. Одним из эффективных путей снижения издержек производства является уменьшение затрат на топливо. До недавнего времени этот вопрос применительно к дизельным двигателям был не столь актуален. Однако в настоящее время цены на дизельное топливо растут и уже сравнялись с ценой на бензин АИ-80, значительно выросли требования к топливной экономичности и экологичности силовых установок дорожных машин. Обычно эта проблема решается ещё на стадии проектирования и производства дизелей, однако в настоящее время организации не имеют возможности для полного обновления автомобилей, тракторов и дорожных машин, и в эксплуатации находится значительное количество далеко не новой техники [1, с. 17].

Экологические параметры двигателей внутреннего сгорания наряду с экономическими имеют огромное значение по причине быстрого роста автомобильного парка. Таким образом, имеется необходимость снижения эксплуатационных затрат на топливо и токсичных выбросов путём, не требующим изменения конструкции двигателя и значительных капиталовложений. Такую возможность предоставляет использование разного рода альтернативных топлив для двигателей с воспламенением от сжатия. В связи с этим рассмотрим возможности применения нетрадиционных топлив для дизельных двигателей.

История развития дизельных двигателей насчитывает уже более 100 лет. За это время двигатели с воспламенением от сжатия значительно эволюционировали. Обращаясь к истории дизелестроения, мы видим, что ещё при создании первых дизельных двигателей среди их достоинств видное место занимали их большие возможности как многотопливных двигателей, среди возможных топлив упоминались сырая нефть, угольная пыль и т.д. Действительно, известно об эксплуатации в 20-е годы калоризаторных двигателей, работавших на сырой нефти, их производство продолжалось достаточно долгое время.

Следующим этапом развития многотопливности дизелей стали 50-е годы. В это время инициаторами исследований в этой области стали военные, которых интересовали возможности эксплуатации танковых дизелей на высокооктановых бензинах. К этому периоду относится создание специализированных двигателей, которые могли работать не только на смесях дизельного топлива и бензина, но и на чистом бензине, в том числе и авиационном. Другим направлением исследований в эти годы было использование водотопливных эмульсий в качестве топлив для дизелей. В этой области были получены положительные результаты: при работе двигателя на эмульсиях с содержанием воды до 30 % фиксировалось улучшение эффективных показателей двигателей по причине улучшения распыливания топлива. Широкого распространения такие топлива не получили, главным образом, из-за нарушения подачи водотопливной эмульсии при низких температурах окружающего воздуха. Для снижения дымления дизелей преимущественно использовались антидымные присадки, такие как тетраэтилсвинец (ТЭС), метилциклопентадиенилтрикар-бонилмарганец (МЦТМ), бариевые присадки, например Шелл SSA, SLD, A- 2, однако их применение оказалось экономически невыгодно; кроме того, некоторые из этих присадок вызывали повышенный износ топливной аппаратуры [2, с. 18].

Современный мировой автомобильный парк насчитывает более 700 млн. единиц автомобилей и продолжает быстро расти. При этом подавляющее большинство автомобилей оборудуются либо бензиновыми двигателями с принудительным воспламенением бензино-воздушной смеси, либо дизельными двигателями с воспламенением рабочей смеси от теплоты сжатия.

Все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Зарубежные автомобилестроительные фирмы при этом меняют дизели не только на грузовых автомобилях большой и средней грузоподъемности, автобусах, которые традиционно оснащаются такими двигателями, но и расширяют применение дизелей на легковых и малотоннажных грузовых автомобилях. Сектор транспортных средств с дизельными двигателями в ближайшей перспективе также будет возрастать – их доля к 2007 г. составила около 50 %. При этом следует отметить, что действительный рост числа легковых автомобилей с дизелями в Европе превышает прогноз увеличения их количества. В целом в настоящее время в мире ежегодно производится около 13 млн. автомобилей с дизельными двигателями и их выпуск продолжает увеличиваться.

Такие темпы дизелизации автомобильного транспорта обусловлены более низкой стоимостью дизельного топлива по сравнению с автомобильными бензинами, а также лучшей топливной экономичностью дизелей и меньшей токсичностью их отработавших газов (ОГ) по сравнению с бензиновыми двигателями. [3, с. 19]

Штатное дизельное топливо по ГОСТ 30582 представляет собой многокомпонентную смесь индивидуальных углеводородов, выкипающих при различных температурах и имеющих различные физико-химические свойства. Оптимизация диапазона температур перегонки нефти при производстве дизельного топлива и его фракционного состава позволяет получить топливо, в наибольшей степени адаптированное для использования в дизельных двигателях. Дизельное топливо среднего состава имеет диапазон температур выкипания 160 – 360 °С, цетановое число – 45 единиц, температуру самовоспламенения – 250 °С, что обеспечивает его хорошее воспламенение в цилиндрах дизеля, сравнительно плавное сгорание, хорошие топливно-экономические показатели и приемлемые характеристики токсичности ОГ [5, с. 65].

Нетрадиционные (альтернативные) топлива обычно имеют физико-химические свойства, отличные от свойств дизельного топлива. Поэтому при их использовании возникают проблемы адаптации этих

топлив к транспортировке, хранению и заправке на существующих автомобильных заправочных станциях (АЗС), использованию в дизельных двигателях. Дизельное топливо, являющееся слабо испаряющимся нефтепродуктом, практически не изменяющим своих свойств при хранении, хорошо адаптировано к транспортировке и хранению. Функционирует сеть АЗС, обеспечивающих заправку транспортных средств этим видом топлива. Однако использование дизельного топлива имеет и ряд указанных выше недостатков, основными из которых являются ограниченность нефтяных ресурсов и их невозобновляемость. Особую значимость в настоящее время приобретает сокращение выбросов в окружающую среду углекислого газа (диоксида углерода)  $\text{CO}_2$ . В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млрд. т углекислого газа, а к 2020 г. ежегодные выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу достигнут 35 млрд. т. Углекислый газ не оказывает токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению. С этой точки зрения важным фактором является невозобновляемость запасов нефти, природного газа и других полезных ископаемых. Поэтому более предпочтительны топлива, вырабатываемые из возобновляемого источника энергии – сырья растительного происхождения. Использование топлив из этого сырья не нарушает баланс между кислородом и углекислым газом в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество  $\text{CO}_2$ , которое было потреблено из атмосферы растениями за период их жизни [4, с. 47].

Применение некоторых нетрадиционных топлив позволяет устранить и еще ряд недостатков, присущих нефтяным топливам. Так, несмотря на невозобновляемость ресурсов природного газа, они существенно больше, чем запасы нефти. Кроме того, производство компримированного природного газа (очищенного от механических примесей и сжатого на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях) и его сжигание в дизелях весьма экологичны. Снижение токсичности ОГ дизеля при его работе на природном газе вызвано существенным улучшением процесса смесеобразования, поскольку топливо (природный газ) и окислитель (воздух) находятся в одном агрегатном состоянии. В результате топливоздушная смесь оказывается гомогенной и наблюдается ее более полное сгорание по сравнению с дизельным топливом.

Значительное влияние на показатели дизеля оказывает процесс топливоподачи. Особенно жесткие требования к процессу топливоподачи (по продолжительности подачи, давлению впрыскивания, качеству распыливания) предъявляются в двигателях с объемным и объемно-пленочным смесеобразованием. При работе таких двигателей на облегченных топливах, отличающихся меньшими плотностью и вязкостью и большей сжимаемостью, уменьшается производительность топливоподающей аппаратуры, что приводит к значительному уменьшению мощности дизеля. Уменьшение давления впрыскивания облегченных топлив, приводящее к ухудшению параметров процесса смесеобразования, и увеличение неравномерности цикловой подачи топлива по секциям. В частности, при работе дизельного двигателя на бензинах и сохранении неизменным активного хода плунжера наблюдается снижение цикловой подачи на 20-35 %, запаздывание начала впрыскивания на 2–3° поворота коленчатого вала (п.к.в.), снижение максимального давления впрыскивания на 30–40 %, уменьшение длины и увеличение угла раскрытия топливного факела, увеличение среднего диаметра капель топлива – на 50-60 %, увеличение неравномерности подачи по секциям в 1,5-2 раза. Поэтому в таких дизелях появляется необходимость корректирования процесса топливоподачи, как по величине подачи, так и по моменту начала подачи – углу опережения впрыскивания топлива (УОВТ) [6, с. 7].

Аналогичные проблемы возникают и при использовании спиртовых топлив. Для предотвращения падения мощности двигателя из-за меньшей весовой подачи спирта (вызванной, в основном, его меньшей плотностью) и его пониженной теплотворной способностью, требуется увеличение количества подаваемого топлива: метанола – примерно в 2,3 раза, этанола – в 1,7 раза, т.е. корректирование топливоподачи.

В топливной аппаратуре «многотопливного» дизеля ЯМЗ-238М применена вентилируемая система низкого давления. Эта аппаратура отличается от системы питания серийного дизеля наличием топливоподкачивающего насоса с электроприводом и дренажной трубки, предназначенной для перепуска топлива, просочившегося через плунжерные пары ТНВД.

Большое значение для работы дизеля на нетрадиционных топливах имеет процесс смесеобразования. Качество смесеобразования можно повысить путем улучшения характеристик распыливания топлива при увеличении давления впрыскивания или организацией вихревого движения воздуха в цилиндрах двигателя. Интенсификация

впрыскивания является эффективным средством улучшения качества смесеобразования. Но необходимо учитывать, что чем выше уровень давления впрыскивания, тем больше утечки облегченного топлива, больше ход плунжера, затраченный на сжатие топлива до требуемого давления, и тем значительно уменьшается подача при переходе на облегченное топливо.

Одним из важных факторов обеспечения работы дизеля на нетрадиционных топливах является организация вихревого движения воздушного заряда в цилиндрах. Такое движение воздуха способствует более равномерному распределению топлива по объему КС, его лучшему испарению и многоочаговому характеру воспламенения. Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при работе дизелей на низкоцетановых нетрадиционных топливах, является обеспечение их самовоспламенения. Эта проблема усугубляется многорежимностью транспортного двигателя и достаточно большой долей режимов с невысокой нагрузкой и, соответственно, с пониженным уровнем температур топливовоздушного заряда.

Эффективным способом улучшения воспламеняемости низкоцетановых нетрадиционных является позднее впрыскивание и управление моментом начала впрыскивания – УОВТ. При позднем впрыскивании топливо подается в камеру сгорания с воздушным зарядом, имеющим более высокие температуру и давление. Это создает более благоприятные условия для надежного воспламенения топлива. При работе на альтернативных топливах целесообразное уменьшение УОВТ может достигать 10-15° поворота коленчатого вала (п.к.в.). Такая задержка подачи топлива позволяет также снизить период задержки воспламенения и жесткость сгорания низкоцетановых топлив. Поскольку тепловое состояние воздушного заряда зависит и от режима работы двигателя необходимо организовать управление УОВТ в соответствии со скоростным и нагрузочным режимами.

Кроме рассмотренных методов обеспечения надежного воспламенения нетрадиционных низкоцетановых топлив в КС дизелей разработаны также различные схемы двухстадийного впрыскивания. Этот способ улучшения воспламеняемости топлива заключается в том, что предварительно впрыснутая часть топлива успевает пройти необходимые перед воспламенением стадии физической и химической подготовки с образованием активных центров, от которых воспламеняется основная часть топлива. В результате основная часть топлива воспламеняется с минимальной задержкой. Причем, предварительная, доза топлива может воспламеняться еще до основного

впрыскивания. Одним из возможных способов осуществления двухстадийного впрыскивания является впрыскивание небольшой части заряда топлива во впускной трубопровод дизеля. Такие схемы топливоподачи позволяют расширить диапазон режимов с устойчивой работой двигателя на низкоцетановых топливах, снизить жесткость работы и дымность ОГ [7, с. 50].

Одним из наиболее простых и распространенных методов улучшения воспламеняемости топлив в КС дизелей является применение присадок к топливу. Для увеличения цетанового числа (ЦЧ) в топливо вводят различные органические нитраты, наиболее известными из которых являются циклогексилнитрат (ЦГН)  $C_6H_{13}NO_3$ , более дешевый этилгексилнитрат  $C_8H_{17}NO_3$ , а также изопропилнитрат и изоамилнитрат.

Указанные выше мероприятия, обеспечивающие работу дизелей на нетрадиционных топливах, использованы в разработанных конструкциях «всядных» («многотопливных») двигателей.

Таким образом, практическое использование нетрадиционных топлив в дизельном топливе возможно; решает проблему утилизации отходов производства, не требует больших капитальных вложений, не ухудшает эксплуатационные показатели дизельного двигателя, а следовательно, способно в значительной мере повысить экологическую безопасность двигателей с воспламенением от сжатия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Анискин В.И. Внедрение в сельскохозяйственное производство техники, работающей на компримированном природном газе // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2005. – №1. – С. 17–18.
- 2 Будзуляк Б.В. Перспективы использования природного газа в качестве моторного топлива // Газовая промышленность. – 2005. – №4. – С. 17–19.
- 3 Звонов В. А., Козлов А. В., Теренченко А. С. Оценка традиционных и альтернативных топлив по полному жизненному циклу // Автостроение за рубежом. – 2001. – №2. – 12. – С. 14–20 с.
- 4 Каменев В., Фомин В., Хрипач Н. Водород - альтернативный энергоноситель для автотранспорта: проблемы и решения // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2004. – №1. – С. 43–48.
- 5 Кусаинов А. А., Жанайдаров Ж. К., Василевский В. П. Использование этилового спирта в качестве компонента автомобильного

бензина и анализ нормативной документации // Материалы Международной научной конференции молодых учёных, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения».-Т.15. Серия «Студенты». – Павлодар. ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – С. 64–68.

6 Лapidус А. Л., Крылов И.Ф. Природный газ как моторное топливо //Химия и технология топлив и масел.– 2005. – №2. – С. 3–8.

7 Результаты испытаний дизеля, использующего в качестве топлива диметилвый эфир I Л.Н. Голубков, Т.Р. Филипосянц, Г. А Иванов и др. 11 «Автомобили и двигатели»: сб. науч. трудов НАМИ. – М. : 2003. – Вып.231. – С. 41–51.

### **ЖАҒАНДЫҚ ЭКОНОМИКАДАҒЫ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЛОГИСТИКАНЫҢ БҮГІНІ, ЕРТЕҢІ ЖӘНЕ АҒЫМДЫҚ КЕДЕРГІЛЕР**

ҚҰСАЙЫНҚЫЗЫ А.

аға оқытушы, LL.M, «Нархоз» Университеті, Алматы қ.

Франция логистика тиімділігінің индексі көшбасшы мемлекеттердің бірі болып табылады. Бұл Францияның бәсекеге қабілеттілігін көрсететін фактор болып табылады. Бұл, Францияның ЖІӨ-дің 10 пайызына жетіп, 200 миллиард еуро көлеміндегі қаржыны құрап, 1,8 млн. адамды жұмыспен қамтып отыр. Бірақ, бұл тек логистикалық көрсеткіш индексінен 13 орынды иеленетін мемлекеттің көрсеткіші. Осы көрсеткіштің өзі мемлекет дамуы үшін логистиканың маңыздылығын көрсетке керек. Ал, Қазақстандағы логистикалық көрсеткіш индексі қандай?!

2007 жылы Бүкіләлем банкімен және Турку қ. (Финляндия) университетімен алғашқы рет түрлі елдердегі логистика дамуының деңгейін бағалау әдіснамасы әзірлеген болатын. Сол уақыттан бері зерттеулер екі жылда бір мәрте өткізіліп, бүгінгі күні LPI индексі 2007, 2010, 2012 және 2016 жж. қорытындылары бойынша жарияланып отыр [1, 16].

LPI (Logistics Performance Index) логистика тиімділігінің индексі халықаралық, ұлттық немесе өңірлік логистикалық және қоймалық операторлардың, көліктік-экспедиторлық компаниялардың сауалнамасы негізінде есептеледі. Аталмыш сауалнама екі бөліктен құралған: LPI халықаралық индексі (бесбалдық шкала бойынша сауалнама қатысушылары логистикалық компания қызмет жүргізетін 8 ел

қатынасында логистикалық жүйенің тиімділігін көрсететін белгілерін бағалайды) және ішкі индекс (бесбалдық шкала бойынша сауалнама қатысушылары жұмыс істейтін елдегі логистикалық жүйені бағалайды) анықталады. Осылардың негізінде LPI индексінің интегралдық көрсеткіші мен рейтингке қатысатын әлем елдері ішіндегі орын есептелеп шығарылады. Логистика тауарлар қозғалысын ғаламдық, аймақтық және жергілікті ауқымда ұйымдастырып қана қоймай, еңбек өнімділігі мен тауар жеткізілімінің тиімділігін арттыруға тікелей әсер ететін құралдардың бірі. Тәжірибе көрсетіп отырғандай, логистиканың сала ретінде жеке дара дамуы мүмкін емес, қоғамның даму деңгейімен қатар жүріп, тұтынушының қолындағы тауар бағасын төмендету үшін қызмет ететін саланың өзге салаларға тәуелділігі әлі де жоғары. Саясаткерлердің өзі мемлекетаралық та, ішкі сауданы да дамытудың алғашқы сатасы тауар айналысы мен тауар жөнелтілімін ұтымды ететін сала логистика екеніне көздері жеткеннен болар, мемлекет тарапынан бұл салаға көңіл қоймайтын мемлекет кемде-кем. Әлемдік банктің Логистиканың көрсеткіш индексі елдің даму болашағы мен стратегиялық шешімдер қабылдауда басшылыққа алынатын құжаттардың біріне айналып үлгерді.

Логистикасыз сауда болмайтыны анық, ал төмен деңгейдегі логистикалық төмен сападағы саудаға әкелетіні сөзсіз. Сондықтан да, логистика тиімділігінің индексіне жүгіну осы саланың кем тұстарын анықтауға мүмкіндік береді. Логистика ұғымы тауарды бір шекарадан екінші шекараға жөнелтуді ғана емес, көптеген көліктік, кедендік, саудалық әрі тасымалдау мәселелерін қамтиды. Ішкі де сыртқы да сауданың логистикалық көрсеткіші мемлекеттің экономикалық өсімі мен бәсекеге қабілеттілігін анықтаудағы маңызды сала. Логистика саласы жиырма бірінші ғасырда экономикалық өсімнің басты көрсеткіштерінің бірі ретінде танылып үлгерді.

Әлем бойынша қолданыстағы логистикалық стратегиялардың 2 объективті тұсы: логистикалық ұлттық экономикаға тигізер әсері зор (өндіріс, сауда, көлік) және өзге салаларға жанама әсерін экономикалық есептеу мүмкін еместігі. Яғни, логистиканың орташа бағасы түрлі факторға тәуелді. Логистика саласындағы ғасырлық көшбасшылар, өздерінің «күн астындағы» орындарын өзге мемлекеттермен бөлісуге ынталы емес. Мысалы, ол Еуропадағы Голландия мен Азиядағы Сингапур әлемдік логистикалық және сауда орталығы болып отыр.

Әлемдік Банк мемлекеттердің Логистикалық қарқынын төмендегі 6 көрсеткіш бойынша бағалайды:

- Кедендік және шекаралық ресімдеу тиімділігі;
- Сауда және көлік инфрақұрылымының сапасы;

– Бәсекеге қабілетті бағалар бойынша халықаралық тасымалдауларды ұйымдастыру оңайлығы;

– Логистикалық қызметтің күзiреттiлiгi мен сапасы;

– Жүктер өтуін қадағалау;

Жөнелтілімдердiң жиілігі мен уақытында жеткізілуі [2, 2 б.].

2016 жылы Қазақстан Логистикалық көрсеткіш индексі бойынша 160 мемлекеттің ішінен 77-і орынды иеленіп, 2015 жылмен салыстырғанда 11 орынға көтеріліп, ТМД мемлекеттері арасында көшбасшы атанып отыр, атап сайтсақ, Ресей Федерациясы (99), Украина (80), Өзбекстан (118), Беларус Республикасы (120), Қырғызстан (146) орындарды иеленген [2, 2 б.].

Соңғы 5 жылда Қазақстанның инфрақұрылым сапасы 41 сатыға, кедендік тиімділігі 35 сатыға, халықаралық жөнелтілімдерді ұйымдастыру бойынша 18 сатыға, жөнелтілімдерді қадағалау бойынша 10 сатыға көтерілсе, қалған 3 көрсеткіш бойынша төмендеу байқалған. [3, 2 б.].

Логистика арқасында ЕурАзЭҚ елдерінде ІЖӨ 10-12 % (көліктік сектор – 7,8 % ІЖӨ) қалыптастырып отыр. ЕО мемлекеттерінде аталмыш көрсеткіш 20-25%-ды құрайды.

Өнімнің соңғы бағасындағы логистикалық шығындардың үлесі ЕурАзЭҚ елдерінде орташа алғанда, 20-25 %-ға теңеледі. Кей жағдайларда бұл көрсеткіш 35 %-ға дейін де жетеді. Бұл ретте, орташаәлемдік көрсеткіш 11 %, Қытайда 14 %, ЕО елдерінде 11 %, ал АҚШ пен Канадада 10 % деңгейінде орналасқан [4, 2 б.].

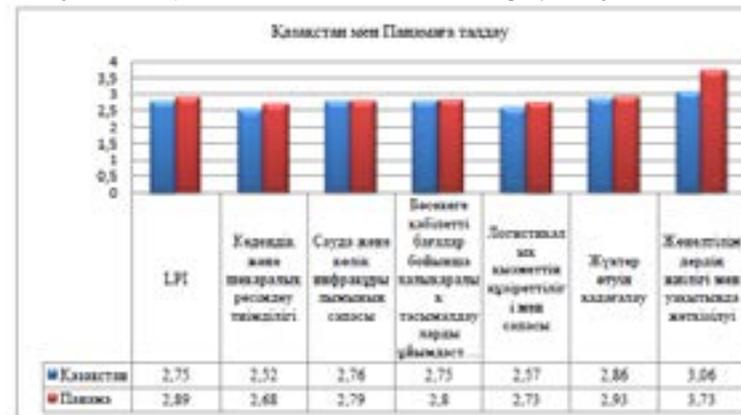
Қазақстанның бүгінгі логистикалық ахуалын Бүкіләлем банкінің әдіснамасына сәйкес логистика тиімділігін бағалаудың 6 маңызды белгілері бойынша қарастырып өтейік.

Қазақстанның көрсеткіштері «сауда және көлік инфрақұрылымының сапасы», «бәсекеге қабілетті бағалар бойынша халықаралық тасымалдауларды ұйымдастыру оңайлығы», «жүктер өтуін қадағалау» және «жөнелтілімдердiң жиілігі мен уақытында жеткізілуі» тараулары бойынша төмендеп отырса керек. Бұл орайда, «кедендік тиімділік пен шекаралық ресімдеу тиімділігі» және «логистикалық қызметтің күзiреттiлiгi мен сапасы» бойынша айқындамаларының жақсарғанын атап өтуге болады.

Қазақстанның мақсаттарының бірі 2020 жылға дейін 40 мемлекеттің қатарына ену болғандықтан, 2016 жылы 40 орынды иеленген Панама мен 77 орынды иеленген Қазақстанның ағымдық логистикалық ахуалын салыстыру (1-диаграмма төменде көрсетілген),

бүгінгі көрсеткішке талдау мен ертеңгі көрсеткішке болжам жасауға мүмкіндік береді [4, 3 б.].

1 диаграмма – Қазақстан мен Панамаға талдау. (Автормен жасалған).



Қазақстан өз мақсатына 2020 жылы емес, 2018 жылы бүгінгі Панаманың көрсеткішіне қол жеткізе алады деп сеніммен айтуға болады. Бірақ, ол үшін келесідей кедергілерді ескерген жөн.

Логистика тиімділігін зерттеудің белгілі бір субъективтілігіне қарамастан, ЕурАзЭҚ елдерінде логистиканы дамытудың бірқатар негізгі мәселелерін таңдауға болады. Олардың ішінде — инфрақұрылымды дамытуға арналған инвестициялардың жетіспеушілігі, персонал біліктілігінің төмен деңгейі, сыртқы шекарадағы кедендік және өзге де бақылау түрлерінің жетілмегендігі, нормативтік құқықтық реттеудің қалыптаспауы, логистиканы дамыту көрсеткіштерінің ұлттық деңгейінде статистикалық есептің жоқтығы және Еуразиялық логистикалық жүйеге әлсіз бірігу [2, 3 б.].

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы //ҚР Президентінің 2013 жылғы 13 қаңтардағы №725 бұйрығы, 2013 ж.

2 Full Report 2016, Survey questionnaire 2016

3 Искалиев Е. Развитие транспортно-логистической системы Республики Казахстан // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www//«kazlogistics».

4 <http://www.tradingeconomics.com/kazakhstan/logistics-performance-index-competence-and-quality-of-logistics-services-1-low-to-5-high-wb-data.html>B.

5 Қазақстан Республикасының статистика Агенттігінің сайты [Электронды қор]. – Кіру тәртібі: [stat.gov.kz](http://stat.gov.kz)

6 <https://strategy2050.kz/en/news/36709/>

### ЭКСПЕРТИЗА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ (ДТП)

ТАНИРБЕРГЕНОВА Ж. Р., АСАЙНОВ А. А.,  
КУСАИНОВ А. А., САУБЕНОВ А. Г., САРЫБАЙ А. М.  
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н. РФ и РК, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Экспертиза ДТП – это научно-техническое исследование обстоятельств происшествия, которое выполняется специалистами, владеющими знаниями в различных областях науки и техники.

Организация и производство экспертизы ДТП. Целью автотехнической экспертизы ДТП является научно обоснованное восстановление обстоятельств процесса происшествия и установление объективных причин ДТП. Экспертиза ДТП позволяет выявить фактические данные, которые могут явиться доказательством для установления истины по гражданскому или уголовному делу. Такие фактические данные могут иметь значение для проверки данных, полученных на основе других доказательств.

Наиболее часто экспертизу проводят по делам об автотранспортных происшествиях (преступлениях) и о выпуске в эксплуатацию технически неисправных транспортных средств (ТС). В результате экспертизы лица, расследующие данное происшествие, должны ответить на основной вопрос: «Имел ли место несчастный случай или событие произошло в результате неправильных действий его участников, пренебрегших требованиями безопасности?» Для достижения этой цели эксперт должен решить несколько частных задач :

- выяснение, систематизация и критический анализ факторов, сопутствующих ДТП (техническое состояние ТС и автомобильной дороги, организация движения, параметры движения ТС и пешеходов и др.);

- отбор факторов, которые могли способствовать возникновению и развитию ДТП, их теоретическое и экспериментальное исследование;

- установление технических причин исследуемого ДТП и возможности его предотвращения отдельными участниками;

- определение поведения участников рассматриваемого ДТП и соответствия их действий требованиям ПДД и других нормативных актов.

Эксперт решает специальные вопросы, возникающие в процессе следствия и при рассмотрении дела в суде, помогает следователю и суду разобраться в механизме ДТП, дать правильную юридическую оценку действиям участников происшествия.

Порядок назначения экспертизы. Судебную экспертизу (СЭ) ДТП проводят по поручению следователей и судов в законодательно предусмотренном порядке. СЭ производится государственными и судебными экспертами из числа лиц, обладающих специальными знаниями. Государственным судебным экспертом является аттестованный работник государственного судебно-экспертного учреждения (ГСЭУ), производящий экспертизу в порядке исполнения своих должностных обязанностей. ГСЭУ – это специализированные учреждения органов исполнительной власти, а также субъектов, созданные для обеспечения исполнения полномочий судов, судей, органов дознания, следователей и прокуроров посредством организации и производства судебной экспертизы. К производству судебных экспертиз допускаются специалисты, прошедшие специальную подготовку и сдавшие экзамен экспертно-квалификационной комиссии.

В крупных городах РФ имеются НИИ или региональные лаборатории судебной экспертизы, а также экспертно-криминалистические подразделения (управления, отделы) в органах внутренних дел РФ. При отсутствии штатных сотрудников, а также для разрешения некоторых специальных вопросов к экспертизе привлекаются сотрудники НИИ, работники ВУЗов, автотранспортных предприятий и другие лица.

Руководитель судебно-экспертного учреждения (СЭУ) знакомится с материалами дела, поступающего на экспертизу, проверяет их соответствие нормативным актам, определяет вид и число экспертиз, устанавливает сроки их проведения. Обычно по сложным делам срок экспертизы доходит до 20 дней, простым – до 10 дней. Руководитель СЭУ письменно поручает производство экспертизы эксперту и разъясняет его обязанности, права и ответственность, по окончании экспертизы проверяет полноту исследования и обоснованность выводов, направляет все материалы органу, назначившему экспертизу. Руководитель СЭУ может отказаться от выполнения экспертных работ в следующих случаях: отсутствует объект, подлежащий исследованию;

в постановлении отсутствуют вопросы, относящиеся к предмету экспертизы; экспертиза назначена по вопросам, решение которых в данном экспертном учреждении невозможно.

Если на проведение экспертизы требует более 20 дней, руководитель СЭУ может продлить этот срок, согласовав его с назначившим экспертизу органом

Виды судебных экспертиз. По составу участников экспертизы подразделяют на единоличные, комиссионные и комплексные. Единоличную экспертизу проводят в сравнительно простых случаях, когда характер ДТП не вызывает разногласий в толковании отдельных его обстоятельств. Комиссионную экспертизу назначают при разборе сложных происшествий с большим числом участников и ТС, а также при наличии обстоятельств, которые вызывают сомнения или разногласия в их толковании. В состав комиссии входят несколько экспертов одной специальности. Члены комиссии исследуют одни и те же объекты и отвечают на одни и те же вопросы. Комиссия экспертов представляет общее заключение, согласованное со всеми её членами. При возникновении разногласий каждый член комиссии может представить письменно своё особое мнение, обосновав его. Комплексную экспертизу назначают в случаях, когда возникшие вопросы не могут быть решены специалистами одного рода и требуются эксперты разных специальностей. При комплексной экспертизе в состав комиссии кроме эксперта-авто-техника могут быть включены судебно-медицинские эксперты, эксперты-криминалисты и др. Комиссия исследует одни и те же объекты и решает вопросы, общие для специалистов различных отраслей знания.

По очередности проведения различают первичную, дополнительную и повторную экспертизы. Проводя первичную экспертизу, эксперт-автотехник отвечает на конкретные вопросы, содержащиеся в постановлении следователя или определении суда. Дополнительную экспертизу назначают при недостаточной ясности или неполноте заключения эксперта. Дополнительное исследование разъясняет данные ранее заключения, уточняет процесс исследования ДТП и смысл выводов. Дополнительно аргументируются выводы на поставленные ранее вопросы. Повторную экспертизу могут назначить, если имеется сомнение в квалификации эксперта, правильности проведенной экспертизы, объективности её выводов или в достоверности исходных данных, положенных в основу заключения, а также при нарушении требований УПК. Необходимость в повторных экспертизах возникает также при выявлении дополнительных материалов, неизвестных при

первичной экспертизе и поновому освещающих обстоятельства дела. Повторная экспертиза чаще всего бывает комиссионной и назначается только в новом составе. В состав новой комиссии не могут быть включены эксперты, участвовавшие в первичной и дополнительной экспертизах.

Исходные материалы для экспертизы. Эксперт-автотехник устанавливает определённые доказательства путём исследования других установленных ранее доказательств, которые предоставляются судебному эксперту следователем или судом и являются основным исходным материалом, базируясь на котором эксперт-автотехник формулирует своё заключение. Кроме того, часть исходных данных эксперт определяет самостоятельно на основании материалов дела, представленных на экспертизу.

Для производства судебной автотехнической экспертизы в распоряжение эксперта-автотехника должны быть предоставлены материалы, достаточные для полного и объективного исследования: постановление следователя о назначении автотехнической экспертизы; протокол осмотра места ДТП; схема ДТП; протокол осмотра и проверки технического состояния ТС; справка по ДТП.

Этот перечень может быть дополнен протоколом следственного эксперимента и другими материалами, а также протоколом допросов свидетелей.

Назначение экспертизы следователем и судом должно быть оформлено процессуально. Если документ о назначении отсутствует, экспертиза утрачивает своё юридическое значение. Постановление о назначении автотехнической экспертизы состоит из трех частей: вводной; описательной; резолютивной (заключительной).

В вводной части указывают вид экспертизы, дату и место составления постановления, наименование органа или фамилию должностного лица, назначившего экспертизу, номер дела, фамилию и инициалы подозреваемого.

В описательной части излагают фактуру ДТП и характеризуют обстоятельства, связанные с объектами экспертизы. Особое значение для автотехнической экспертизы имеют технические данные, необходимые для восстановления механизма ДТП: координаты места и время ДТП; характеристика проезжей части и её состояние; тип и техническое состояние ТС; скорость движения ТС и пешехода; длина и характер следов торможения или качения колес; расположение ТС, других объектов и предметов на проезжей части; характеристика видимости и обзорности с места водителя в момент ДТП. В

постановлении должно быть указано : применял ли водитель экстренное торможение, какой частью ТС был сбит пешеход или нанесён удар другому ТС, неподвижному препятствию. В конце описательной части постановления перечисляют статьи УПК, которыми руководствовался следователь, назначая экспертизу.

В резолютивной части постановления указывают вид назначаемой экспертизы, учреждение или лицо, которому она поручена, перечисляют вопросы, поставленные на разрешение эксперта, описывают направляемые на исследование объекты и материалы.

Протокол осмотра места ДТП содержит описание и характер всех элементов места происшествия, обнаруженные в процессе осмотра. По существующему положению в состав комиссии, выезжающей на место ДТП, должны входить сотрудники ГИБДД, следователь органов внутренних дел, эксперт оперативно-технического аппарата, судебно-медицинский эксперт или врач, сотрудник уголовного розыска. Необходимость в обязательном присутствии всех перечисленных специалистов, как правило, отсутствует, поэтому первичное расследование ДТП и оформление документации обычно возлагают на дежурного по подразделению ГИБДД или инспектора ДПС ГИБДД.

Протокол осмотра места ДТП содержит дату осмотра, должности и фамилии лиц, участвующих в осмотре, фамилии, имена и отчества водителей и понятых, характеристики всего, что было обнаружено в процессе осмотра, предметы, изъятые с места ДТП, заявления по существу осмотра, время осмотра. Протокол подписывают все лица, производившие осмотр и участвовавшие в осмотре.

Схема ДТП представляет собой план местности с графическим изображением обстановки происшествия и является приложением к протоколу осмотра места ДТП. На схеме фиксируют не только координаты ТС и пешеходов после происшествия, но и их примерное расположение перед происшествием, а также направление (траекторию) движения. Для наглядного и точного представления о размерах предметов и расстоянии между ними схема ДТП должна быть выполнена в масштабе. Иногда графическое изображение сопровождается пояснительной таблицей с указанием климатических условий, состояния освещения и видимости. Особое внимание обращают на положение предметов, ограничивающих обзорность дороги с места водителя. Эксперт может точно восстановить расположение ТС на проезжей части только в том случае, если его изображение на схеме ДТП правильно привязано к постоянным неподвижным ориентирам: километражному указателю, зданию и т. п. Схема и протокол осмотра

места ДТП должны содержать четкие характеристики следов колёс на дорожном покрытии.

Протокол осмотра и проверки технического состояния ТС фиксирует технические неисправности и повреждения, выявленные при осмотре этих средств. Неисправности могут быть причиной ДТП, а повреждения – его следствием. В протоколе указывают вид повреждений, их месторасположение и размеры. Особое внимание уделяют техническому состоянию агрегатов и систем ТС, влияющих на безопасность: тормозной системе, рулевому управлению, шинам, подвеске, системам освещения и сигнализации.

Справка по ДТП содержит сведения о времени, месте происшествия, краткое его описание с указанием места жительства пострадавших и адреса лечебного учреждения, в которое они направлены, информацию о ТС, участвовавших в ДТП, и их водителях.

Справка по ДТП содержит сведения, относящиеся не только к моменту осмотра места происшествия, но и к моменту события, т. е. самого ДТП. Справку по ДТП заполняет должностное лицо, осматривающее место ДТП.

Этапы экспертизы. Производство экспертного исследования ДТП осуществляется на основе определённых методов и приёмов. Экспертные исследования представляют собой сочетание логического анализа и инженерных расчётов. В зависимости от вида ДТП, его сложности и вопросов, поставленных на разрешение, исследования могут иметь различный характер. В большинстве случаев процесс производства судебной автотехнической экспертизы можно подразделить на следующие этапы: ознакомление с постановлением, изучение материалов дела, уяснение предстоящей задачи; экспертиза и оценка исходных данных; построение информационной модели исследуемого ДТП; проведение расчётов, составление графиков и схем; оценка проведённых исследований, уточнение первоначальной модели ДТП; формулирование выводов; составление и оформление заключения эксперта-автотехника.

Получив постановление о назначении экспертизы, эксперт-автотехник знакомится с его содержанием, изучая фабулу ДТП в том виде, в каком она установлена следствием (судом), и вопросы, на которые предстоит ответить. Затем эксперт-автотехник анализирует материалы уголовного дела и систематизирует их в последовательности, удобной для предстоящего исследования. Особое внимание при изучении материалов дела обращается на их полноту и взаимную согласованность. Если, изучив представленные материалы, эксперт-

автотехник придёт к выводу, что их недостаточно для производства экспертизы или что в них имеются неустранимые противоречия, он должен известить об этом орган, вынесший постановление, и запросить новые материалы.

Исследованию подлежат все возможные версии. Исследуя ДТП, эксперт-автотехник прибегает к расчётам для определения параметров движения пешеходов и ТС. Необходимые исходные данные он частично берёт из постановления следователя и других материалов, предоставленных в его распоряжение. Эти данные эксперт-автотехник не вправе изменять, даже если их достоверность вызывает у него сомнения. При наличии противоречий или сомнений в исходных материалах эксперт-автотехник обязан указать на них в своем заключении.

Как правило, предоставляемых исходных данных недостаточно для детального расчёта и значительную часть параметров эксперт выбирает из справочников, нормативных актов, отчётов, инструкций предприятия-изготовителя, научно-исследовательских работ и других источников: габаритные размеры, колея, база, масса, координаты центра масс ТС, радиусы поворота; показатели тяговой динамичности ТС (максимальные скорость и ускорение, время и путь разгона); коэффициенты продольного и поперечного сцепления шин с дорожным покрытием; коэффициент сопротивления качению; время реакции водителя; время срабатывания тормозного привода; время увеличения замедления при торможении; КПД трансмиссии; фактор или коэффициент обтекаемости.

В отличие от данных, установленных следствием и относящихся только к данному ДТП, выбираемые показатели характеризуют некоторое множество аналогичных явлений. Их значения являются осреднёнными и относятся к данному ДТП лишь косвенно как наиболее вероятные. Чем подробнее в исходных данных охарактеризованы обстоятельства, от которых зависит возможность правильного выбора данных, тем точнее расчёты и достовернее выводы эксперта. При построении первоначальной модели ДТП эксперт выявляет время и место происшествия, дорожную обстановку в зоне ДТП, направления движения ТС и пешеходов и их примерное расположение на проезжей части в различные фазы происшествия. Намеченная модель уточняется путём расчётов, которые позволяют установить состоятельность исходных данных и ответить на поставленные вопросы. При расчётах могут использоваться аналитические, графоаналитические и графические методы. Сопоставление результатов расчёта с другими

обстоятельствами дела подтверждает достоверность исходных данных (или доказывает их несостоятельность) и позволяет установить новые доказательства. Оценивая выводы, полученные на основании расчётов, эксперту иногда приходится изменять первоначальную модель ДТП, а иногда полностью от неё отказываться и разрабатывать новую модель, согласующуюся с результатами проведённых исследований.

В ходе исследования ДТП эксперты используют уравнения движения (математические модели) ТС. Практическая непригодность таких уравнений для экспертных целей очевидна. Во-первых, исходные данные, которыми оперируют эксперты, имеют, как правило, весьма невысокую точность и введение их в самые сложные формулы не может привести к точным результатам. Во-вторых, в настоящее время не существует надёжных способов решения столь громоздких систем, и применение разных алгоритмов может дать различные результаты.

При экспертном исследовании ДТП целесообразно применять модели, достаточно простые и удобные для практического использования и вместе с тем обеспечивающие нужную точность (во всяком случае не меньшую, чем точность исходных данных). Последнее обычно достигается путём введения в расчёты эмпирических поправочных коэффициентов и формул.

Разрабатывая информационную модель ДТП, эксперт-автотехник в качестве основы чаще всего использует фабулу происшествия, содержащуюся в описательной части постановления о назначении экспертизы, однако в ходе исследования может прийти к выводу, что действительный механизм ДТП отличается от описанного в постановлении. Причиной расхождения могут быть неточность свидетельских показаний, ошибка, допущенная при осмотре места ДТП и при освидетельствовании ТС, и т.д. Возможны случаи, когда следствие, несмотря на самое тщательное изучение всех доказательств, не в состоянии описать последовательность событий при ДТП и установить его механизм или считает равновероятными несколько различных версий.

Приходится также учитывать возможность произвольных ошибок следователя, его недостаточную компетентность в специальных вопросах теории и экспертизы ТС, умышленное искажение материалов дела и разработку версии, отличающуюся от истины. Если эксперт-автотехник приходит к выводу, что действительный механизм ДТП отличается от описанного следствием, он излагает свою версию происшествия и даёт объяснение возникшим расхождениям.

## СЛУЖЕБНАЯ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ СЛУЖЕБНОГО И СУДЕБНОГО ЭКСПЕРТОВ

ТАНИРБЕРГЕНОВА Ж. Р., АСАЙНОВ А. А., КУСАИНОВ А. А.,  
ЖАЙЛАУБАЙ Д. С., КАКЕНОВ А. У.  
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КАРАКАЕВ А. К.  
д.т.н. РФ и РК, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Экспертиза ДТП – это научно-техническое исследование обстоятельств происшествия, которое выполняется специалистами, владеющими знаниями в различных областях науки и техники.

Организация и производство экспертизы ДТП. Экспертиза ДТП позволяет выявить фактические данные, которые могут явиться доказательством для установления истины по гражданскому или уголовному делу. Такие фактические данные могут иметь значение для проверки данных, полученных на основе других доказательств.

В результате экспертизы лица, расследующие данное происшествие, должны ответить на основной вопрос : «Имел ли место несчастный случай или событие произошло в результате неправильных действий его участников, пренебрегших требованиями безопасности?» Для достижения этой цели эксперты должны решить несколько задач :

- выяснение, систематизация и критический анализ факторов, сопутствующих ДТП (техническое состояние транспортного средства (ТС) и автомобильной дороги, организация движения, параметры движения ТС и пешеходов и др.);
- отбор факторов, которые могли способствовать возникновению и развитию ДТП, их теоретическое и экспериментальное исследование;
- установление технических причин исследуемого ДТП и возможности его предотвращения отдельными участниками;
- определение поведения участников рассматриваемого ДТП и соответствия их действий требованиям правил дорожного движения (ПДД) и других нормативных актов.

Эксперт решает специальные вопросы, возникающие в процессе следствия и при рассмотрении дела в суде, помогает следователю и суду разобраться в механизме ДТП, дать правильную юридическую оценку действиям участников происшествия.

Цели и порядок проведения служебных расследований ДТП. Цель служебного расследования ДТП – установление обстоятельств, условий

и причин возникновения ДТП, выявление нарушений установленных норм и правил, регламентирующих безопасность дорожного движения (БДД), а также разработка мероприятий по устранению причин ДТП.

Служебное расследование ДТП позволяет выявить организационно-технические причины ДТП : должны быть установлены лица, ответственные за нарушение правил, инструкций и приказов по обеспечению БДД и за выявленные недостатки.

Служебное расследование ДТП возложено на руководителя автотранспортных предприятий, которые своим приказом назначают соответствующую комиссию. Срок служебного расследования – не более 3 сут, если ДТП не связано с ранением или гибелью людей, и 5–7 сут – если в результате ДТП были ранены или погибли люди. Инженеры по БДД автотранспортного предприятия выясняют причины ДТП, оценивают ущерб, разрабатывают и обеспечивают выполнение мероприятий по устранению ДТП.

Компетенция, права и обязанности служебного эксперта. Деятельность лица, проводящего служебное расследование ДТП (служебного эксперта), его компетенция, права и обязанности регламентируются указаниями ведомства, в котором работает служебный эксперт. Согласно указаниям эксперт должен проводить своё расследование в тесном взаимодействии с сотрудниками органов дознания, следствия или ГИБДД, а также организаций, отвечающих за состояние автомобильной (или железной) дороги, речных переправ и других сооружений, и с техническими инспекторами профсоюзов.

Должностные лица, прибывшие на место ДТП раньше представителей ГИБДД, должны принять меры к оказанию доврачебной медицинской помощи пострадавшим, доставить их в ближайшее медицинское учреждение, организовать охрану места ДТП, ТС и груза, принять меры к предотвращению вторичного ДТП и к выявлению его свидетелей. Если движение других ТС невозможно, необходимо освободить проезжую часть, предварительно зафиксировав положение ТС и объектов, относящихся к ДТП.

Проводя расследование, служебный эксперт должен осмотреть место ДТП и ТС; при необходимости сфотографировать общий вид места ДТП, ТС, следы торможения, а также объекты, которые могли повлиять на возникновение ДТП; уточнить необходимые данные у водителей и других лиц, объяснения которых могут иметь значение для конкретизации обстоятельств ДТП. С разрешения сотрудников дознания (следствия) служебный эксперт знакомится с протоколом осмотра и схемой места ДТП, снимает с них копии, проверяет

удостоверение водителя на право управления ТС, талон технического паспорта, путевой или маршрутный листы, товарно-транспортные документы на перевозимый груз. Он должен установить дату, время и место ДТП (улицу, район, дорогу); категорию дороги; в случаях, когда ДТП связано с неудовлетворительными дорожными условиями, – организацию, эксплуатирующую дорогу; модели и номерные знаки ТС, их техническое состояние; численность погибших и раненых (водителей, пассажиров, пешеходов и др.); повреждения ТС и груза; основные сведения о водителях : фамилию, имя, отчество, квалификационный класс, год присвоения квалифика-ции, стаж работы (общий, на данном предприятии, на данном ТС); состояние водителя : здоров, болен, трезв, утомлён (по заключению врача); время работы водителя до ДТП; цель поездки (по наряду); правильность использования ТС по назначению, отсутствие отклонений от маршрута; вид ДТП; погодные условия (дождь, снег, туман и т. д.); условия видимости (степень освещённости) дороги, расстояние видимости, время суток (тёмное, светлое); дорожные условия (характеристика дорожного покрытия, состояние проезжей части, подъём, спуск, закругление дороги, наличие дорожных знаков, сигналов, разметки); очевидные причины ДТП.

Служебный эксперт обязан также выяснить обстоятельства ДТП и все повлекшие ДТП или факторы, способствовавшие его возникновению. В отношении водителя, находившегося в состоянии опьянения, необходимо выяснить, явился ли он в таком состоянии на работу или употреблял спиртные напитки на линии, кто промерял его состояние перед выездом, не связано ли употребление алкоголя с использованием ТС в личных целях. Изучая причины ДТП, служебный эксперт должен оценить действия водителя и их соответствие правилам дорожного движения (ПДД). При этом необходимо выявить лиц, нарушивших требования правил, инструкций и приказов, что яви-лось причиной ДТП. В заключение необходимо выяснить, имеется ли связь между ДТП и упущениями в работе по обеспечению БДД на данном предприятии. С этой целью служебный эксперт проверяет надёжность контроля за работой водителей на линии, за правильным оформлением путевых листов и товарно-транспортных документов. При этом он устанавливает, пресекает ли служба эксплуатации предприятия нарушения по оформлению этих документов и принимает ли меры к определению местонахождения водителей, не прибывших своевременно в гараж. Служебный эксперт проверяет также режим труда и отдыха водителя в период, предшествовавший ДТП, наличие у водителя

случаев ДТП и нарушений трудовой и транспортной дисциплины, число и характер взысканий. Служебный эксперт определяет, как на предприятии организовано обучение водителей для повышения их профессионального мастерства, какие меры принимаются в отношении водителей, нарушивших ПДД, допустивших перегрузку ТС или перевозку пассажиров в грузовых автомобилях. Необходимо выяснить, обследованы ли дорожные условия на маршрутах и что предпринято по устранению выявленных недостатков, проверялись ли установленные нормы скорости движения и выполнялись ли правила перевозки людей в грузовых автомобилях. Служебный эксперт оценивает также техническое состояние ТС перед выездом на линию, устанавливает, кто проводил технический контроль ТС и инструктаж водителя, когда последний раз проводилось техническое обслуживание ТС и кто конкретно его выполнял, какие заявки были сделаны водителем, какие дефекты ТС были обнаружены и как они были устранены.

Кроме того, необходимо выяснить, как на данном предприятии организованы техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, соблюдается ли график обслуживания. Одновременно следует определить, как работает комиссия общественного контроля за безопасностью движения и соблюдается ли порядок стажировки водителей.

Как показывает приведенный перечень обязанностей служебного эксперта, они существенно отличаются от обязанностей судебного эксперта. Сфера деятельности последнего значительно уже и ограничена рамками исследования технического аспекта ДТП. Это подчеркивает важную роль служебного расследования ДТП в профилактическом предупреждении аварийности и повышении безопасности дорожного движения.

Заключение служебного эксперта. Заключение служебного эксперта составляется в произвольной форме. В Министерстве транспорта РФ принята определённая форма заключения служебного эксперта – акта служебного расследования ДТП, который, как правило, состоит из пяти разделов .

Первый раздел содержит указание о составе комиссии, проводящей расследование, сведения о марках, моделях и номерах ТС и их принадлежности, о виде перевозок и водителях, а также о месте, последствиях и обстоятельствах ДТП.

Во втором разделе приводятся сведения о дорожных условиях : ширине дороги и обочин, дорожном покрытии, видимости, наличии

дефектов в обустройстве дороги, а также о средствах регулирования движения.

Третий раздел содержит сведения о водителе : возраст, квалификационный класс, стаж работы на данном предприятии и на ТС данной марки, время переподготовки, состояние здоровья в момент ДТП. В этом разделе указывают, проходил ли водитель медицинский осмотр перед выездом, на каком часу работы произошло ДТП, имел ли он ранее взыскания со стороны ГИБДД и администрации, участвовал ли в ДТП.

В четвертом разделе приводят информацию о ТС : тип, марка, модель, год выпуска, пробег (общий и после очередного технического обслуживания с указанием даты), сведения о техническом состоянии ТС.

Пятый, заключительный раздел содержит выводы, в которых комиссия формирует основные причины ДТП и предлагает меры по устранению недостатков, выявленных в процессе служебного расследования, и указание о возбуждении по факту данного ДТП уголовного дела.

Сведения о причинах и обстоятельствах ДТП должны быть сообщены всем водителям и другим работникам предприятия.

Руководитель предприятия должен лично в течение 5 суток разобрать любое ДТП, в результате которого имеются пострадавшие или причинён значительный материальный ущерб. Исключение составляют случаи, когда водители данного предприятия явно не виновны.

Компетенция, права и обязанности судебного эксперта-автотехника регламентированы законом. Эксперт-автотехник даёт заключение от своего имени на основании лично проведённых исследований в соответствии со специальными знаниями и несёт за своё заключение личную ответственность. Заключение судебного эксперта-автотехника базируется на материалах дела и является доказательством по делу. В процессах по автотранспортным преступлениям на заключении судебного эксперта-автотехника наряду с другими доказательствами базируются обвинительное заключение и приговор. Он исследует только технические аспекты ДТП. Такой анализ подразумевает изучение обстоятельств ДТП на основе физических законов без учёта психофизиологических особенностей участников ДТП и эмоциональных факторов, действующих на них, а также на самого эксперта. Полностью оценивает все доказательства суд.

Под компетенцией эксперта-автотехника понимают его знания и опыт в области теории и методики экспертизы, а также круг полномочий, предоставленных ему законом, и вопросов, которые он может решать на основе своих специальных познаний. В компетенцию судебного эксперта-автотехника входит исследование технического состояния ТС, участвовавших в ДТП, обстановки на месте ДТП, действий участников ДТП, процесса (механизма) ДТП или отдельных его стадий, а также определение технической возможности предотвращения ДТП. Техническое состояние ТС исследуют для установления причины и времени возникновения неисправности и возможности её обнаружить до ДТП. Эксперт-автотехник устанавливает причинно-следственную связь между обнаруженной неисправностью и ДТП и определяет техническую возможность его предотвращения при состоянии ТС в момент ДТП. Применение термина «техническая возможность» обусловлено необходимостью проводить исследование безотносительно к субъективному состоянию водителя и его психофизиологическим характеристикам. Обстановку на месте ДТП эксперт-автотехник исследует для установления параметров, характеризующих движение ТС и других объектов в зоне ДТП (ширину проезжей части и обочин, коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием и сопротивление качению, уклон дороги, радиусы закруглений). В процессе исследования определяют траектории движения ТС, условия видимости и обзорности, а также другие обстоятельства, которые могли способствовать ДТП. Эксперт-автотехник определяет, как следовало действовать участникам ДТП, чтобы выполнить технические требования ПДД, правил эксплуатации ТС и других нормативных документов. Сопоставляя фактические действия участников в процессе ДТП с указаниями нормативных документов, эксперт-автотехник определяет степень соответствия этих действий установленным требованиям.

При исследовании процессов ДТП или отдельных его стадий эксперт-автотехник устанавливает значения и направления действия сил между столкнувшимися ТС или между ТС и препятствием. Эксперт-автотехник устанавливает также момент возникновения опасности для движения, если при этом необходимы специальные знания и опыт, момент, когда какой-либо предмет перестаёт ограничивать обзорность и водитель получает возможность увидеть другое ТС или пешехода. В компетенцию эксперта-автотехника входит также исследование и решение других вопросов, связанных с БДД и эксплуатацией ТС, для ответа на которые необходимы специальные знания.

Судебный эксперт-автотехник имеет право знакомиться с материалами уголовного дела, относящимися к предмету автотехнической экспертизы; присутствовать при допросах и других следственных действиях, задавать вопросы допрашиваемым; заявлять ходатайство о предоставлении дополнительных материалов, необходимых для дачи заключения; осматривать место ДТП и ТС; записывать в протоколе допроса свои ответы на вопросы следователя, поставленные для разъяснения заключения.

Эксперт-автотехник не имеет права исследовать материалы дела, не относящиеся к предмету экспертизы; самостоятельно собирать необходимые для заключения исходные данные, отсутствующие в деле; изымать из дела имеющиеся данные; отвечать на вопросы, относящиеся к правовой оценке действий водителя и других участников ДТП, а также к оценке доказательств и юридической квалификации преступления, к установлению наличия или отсутствия вины; привлекать посторонних лиц к экспертизе.

Эксперт-автотехник обязан:

– действуя в соответствии с уголовно-процессуальным кодексом (УПК), дать заключение по поставленным вопросам на основании полной, всесторонней и объективной оценки результатов экспертизы исследований в соответствии со своими специальными знаниями. Эксперт-автотехник несёт личную ответственность за данное им заключение, за необоснованный отказ и уклонение от дачи заключения, а также за дачу заведомо ложного заключения подлежит уголовной ответственности;

– детально ознакомиться со всеми обстоятельствами ДТП и в случае необходимости поставить вопрос перед следствием и судом о предоставлении ему недостающих данных. В обязанности эксперта-автотехника входит использование научно-технических средств, способствующих полному и всестороннему исследованию обстоятельств ДТП и технического состояния ТС;

– в письменной форме сообщить органу, назначившему экспертизу, о невозможности дачи заключения, если поставленные вопросы выходят за пределы его компетенции, не требуют специальных знаний, носят правовой характер или если представленный на исследование материал недостаточен для дачи заключения, а восполнить его невозможно;

– исследовать представленные на экспертизу материалы, если они позволяют ответить хотя бы на часть поставленных вопросов. В заключении эксперт-автотехник должен сообщить о причинах, сделавших невозможным ответ на другие вопросы;

– обеспечить сохранность материалов дела, полученных для исследования. В указанных законодательно случаях эксперт проводит экспертизу в присутствии прокурора или следователя, а также обвиняемого и представляет ему возможность давать необходимые разъяснения;

– явиться по вызову следователя или суда для разъяснения данного им заключения.

Заключение судебного эксперта. Письменное заключение судебного эксперта состоит из трёх частей : вводной, исследовательской и вывода.

В вводной части указывают наименование экспертизы, её номер, наименование органа, назначившего экспертизу, сообщают сведения об эксперте, дате поступления материалов на экспертизу и подписания заключения, перечисляют обстоятельства дела, имеющие значение для дачи заключения, приводят исходные данные, перечисляют используемые справочно-нормативные документы. В конце вводной части приводят вопросы, поставленные на разрешение. Кроме того, сообщают указанные в постановлении мотивы назначения дополнительной или повторной экспертизы.

Исследовательская часть заключения эксперта содержит описание процесса исследования и его результаты, а также научное объяснение установленным фактам. Каждому вопросу, разрешённому экспертом, соответствует определённый раздел исследовательской части. В исследовательской части приводят результаты следственных действий, имеющих значение для выводов эксперта. Заканчивается исследовательская часть экспертной оценкой полученных результатов.

Выводы эксперта излагают в виде ответов на поставленные вопросы в той последовательности, в которой вопросы приведены во вводной части. На каждый из поставленных вопросов должен быть дан ответ по существу либо указано на невозможность его решения. Если в процессе исследования экспертом установлены какие-нибудь обстоятельства, способствующие ДТП, по которым ему не были заданы вопросы, выводы по этим обстоятельствам излагают в конце заключения.

## ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА

ТАНИРБЕРГЕНОВА Ж. Р., АСАЙНОВ А. А., КУСАИНОВ А. А.,  
САУБЕНОВ А. Г., АБДИРАИМОВ Н. Э.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н. РФ и РК, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Быстрый рост количества транспортных средств (ТС) в стране во много раз опережает темпы дорожного строительства, в связи с чем дорожная сеть работает с перенапряжением. На многих участках дорожная сеть плохо приспособлена к требованиям современных ТС. Состояние автомобильной дороги, качество покрытия, видимость и радиусы закруглений, ширина проезжей части, обустроенность соответствующими знаками, светофорами, наличие разметки, ограждения существенным образом влияют на безопасность дорожного движения (БДД) и определяют в своей совокупности понятие «дорожные условия» (ДУ). При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в большинстве случаев считается, что основными их причинами являются небрежность или ошибки водителя, а также неисправность ТС. Статистические данные показывают, что из-за неудовлетворительных ДУ совершается от 8 до 15 % всех ДТП. По оценке специалистов, реальное влияние ДУ на совершение ДТП значительно выше и составляет от 60 до 80 %. Такая разница в учётных показателях связана с недооценкой влияния дорожных факторов и заведомо неправильным подходом многих сотрудников ГИБДД к рассмотрению обстоятельств совершения ДТП. Очень часто механизм возникновения ДТП рассматривается упрощённо, исходя только из трактовки требований, обязывающих водителя выбирать скорость движения в зависимости от складывающейся на дороге ситуации. И водитель рассматривается как единственный виновник ДТП. При этом игнорируются требования, возлагающие на владельцев дорог обязанности по обеспечению БДД при проектировании, строительстве, реконструкции и содержании дорог. Во избежание принятия необъективных решений сотрудникам ГИБДД, органов следствия и дознания при расследовании ДТП необходимы знания нормативных требований к автомобильным дорогам, чтобы более полно дать оценку дорожным факторам при оформлении первичных материалов по ДТП, обеспечить правовую защиту всех участников дорожного движения.

Основные элементы и транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог должны соответствовать техническим параметрам, допустимым по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

Влияние на безопасность движения состояния дорожного покрытия. Ровность дорожного покрытия должна соответствовать показателям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Ровность дорожного покрытия

Группа дорог	Интенсивность движения, авт/сут.	Состояние по ровности дорожного покрытия	
		Показатель ровности по толкочмеру ПКРС-2, см/км, не более	Количество просветов под рейкой, %, не более
А	Более 3000	660	7
Б	1000–3000	860	9
В	Менее 1000	1200	14

Контроль ровности дорожного покрытия осуществляется на участке дороги длиной примерно 150 м.

Количество просветов рассчитывается по значениям, превышающим предельный показатель : для щебёночно-гравийных покрытий – 30 мм, асфальтобетонных – 10 мм.

Крышки люков смотровых колодцев, дождеприёмные решетки не должны иметь разрушений и трещин и должны располагаться на одном уровне с проезжей частью. Отклонение уровня крышки люка на величину более 2 см, дождеприёмной решетки – 3 см относительно проезжей части не допускается. Не допускается также отклонение верха головки рельса трамвайных и железнодорожных путей, расположенных в пределах проезжей части, относительно дорожного покрытия более чем на 2 см. На железнодорожных переездах не допускается возвышение межрельсового настила над верхом рельсов более 3 см, а глубина неровностей в теле настила – не более 4 см.

Ответственность за несоответствие указанных элементов возлагается на организации, в ведении которых они находятся. Дорожное покрытие (ДП) проезжей части дороги не должно иметь просадок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение ТС с разрешённой правилами дорожного движения (ПДД) скоростью.

Таблица 2 – Предельно допустимые повреждения ДП и сроки их ликвидации

Группа дорог	Повреждения на 1000 м2 дорожного покрытия, м2, не более	Сроки ликвидации повреждений, сут, не более
А	0,3 (1,5)	5
Б	1,5 (3,5)	7
В	2,5 (7)	10

Отступления от этих требований предусматривают временную установку соответствующих дорожных знаков.

При оценке сцепных показателей ДП визуально определяют участок дороги, на котором водителями ТС, причастных к ДТП, применялось экстренное торможение или ТС потеряло управление. Величину коэффициента сцепления ДП определяют с помощью прибора ПКРС-2 или ППК-МАДИ-ВНИИБД.

Если в ходе обследования выявлены участки, на которых коэффициент сцепления шин с ДП меньше нормативных значений, их следует считать опасными и до устранения недостатков обозначить соответствующими дорожными знаками. Нормативами определены следующие значения коэффициента сцепления шин с ДП :

Условия движения	Коэффициент сцепления шин с ДП при скорости 60 км/ч
Легкие	0,23/0,35
Затруднительные	0,30/0,40
Опасные	0,32/0,45

Примечание. В числителе условной дроби приведены значения для гладкой шины, в знаменателе – для шины с протектором.

В зимний период допускается снижение нормативных значений сцепных свойств ДП только на время проведения работ по ликвидации зимней скользкости и снегоочистке, максимальный срок которых приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Максимальный срок в зимний период

Классификация автомобильных дорог	Интенсивность движения, авт/сут	Минимальная толщина рыхлого снега на проезжей части, м	Максимальная толщина рыхлого снега на проезжей части, мм	Допустимая толщина уплотнённого снега на проезжей части, мм	Допустимая толщина уплотнённого снега на обочинах, мм	Максимальный срок ликвидации гололеда и зимней скользкости, окончания снегоочистки, ч
Федеральные	Более 7000	На всю ширину	10	–	–	3
	3000–7000	7,5	20	–	50	4
	1000–3000	7	25	–	60	5
	500–1000	6	30	–	70	6
	200–500	6	35	–	80	8
Территориальные	Более 7000	7,5	20	–	–	3
	3000–7000	7	30	–	60	4
	1000–3000	6	40	–	70	5
	500–1000	5	60	–	80	6
Муниципальные, частные	Менее 500	3	70	50	100	10

Совершение ДТП на скользком ДП до истечения нормативного срока не должно освобождать дорожные организации от ответственности, если меры по ликвидации скользкости ими в это время не принимались.

Отрицательное влияние на БДД оказывают участки дорог с различными покрытиями, особенно тогда, когда торможение начинается на ДП с одним значением коэффициента сцепления (КС), а заканчивается на ДП с другим значением КС. Неровности и присутствие гравия на ДП вызывают подпрыгивание и проскальзывание колёс, что ослабляет сцепление шин с дорожным полотном и может вызвать занос ТС в сторону как встречного движения, так и обочины. Кроме того, частицы гравия при соприкосновении с шинами колёс при торможении вращаются между заблокированной при скольжении шиной и дорогой, что увеличивает тормозной путь ТС.

В летнее время под воздействием солнечных лучей происходит размягчение асфальтобетонного покрытия, что вызывает уменьшение коэффициента сцепления и увеличение остановочного пути ТС.

Влияние на БДД состояния обочины земляного полотна. Состояние обочины следует считать неудовлетворительным, если вынужденный съезд и остановка на них ТС затруднены или представляют опасность из-за наличия колеиности, выбоин, просадок, промоин, валов снега, посторонних предметов и т. д. Если они не укреплены (в населенных пунктах – щебнем или асфальтобетоном, вне населённых пунктов – засевом трав) и при выезде с них происходит вынос грязи на проезжую часть дороги, если уровень обочины более чем на 4 см ниже уровня прилегающей кромки проезжей части. Повышенную опасность представляет несоблюдение поперечного уклона обочин, что влечёт за собой либо съезд ТС с дороги, либо застой воды на обочине или проезжей части. Особенно часто это является причиной ДТП в осенне-весенний период. Поэтому эксплуатация дорог с неисправной системой водоотвода не допускается.

Таблица 4 – Допустимые повреждения обочин

Группа дорог	Повреждения на 1000 м <sup>2</sup> ДП, м <sup>2</sup> , не более	Глубина повреждений, см., не более
А	5	5
Б	7	7
В	15	10

Влияние на безопасность движения видимости на дороге. Видимость – одна из важнейших факторов, определяющая БДД. С недостаточной видимостью чаще всего связаны ДТП при обгонах на кривых в плане и в продольном профилях.

Расстояние видимости определяется согласно таблицы 5.

Таблица 5 – Расстояние видимости определяется с высоты глаз водителя легкового автомобиля (1,2 м) с середины полосы движения

Группа дорог	Минимальное расстояние видимости, м	
	встречного автомобиля	поверхности дороги
А	–	300
Б	450	250
В	350	200

Видимость также считается ограниченной в случаях, когда боковое расстояние видимости придорожной полосы менее 25 м от кромки проезжей части дорог I–III категорий и 15 м – для дорог IV и V категорий.

На неохраняемых железнодорожных переездах водителям ТС, находящимся на удалении не более 50 м от ближайшего рельса, должна быть обеспечена видимость приближающегося с любой стороны поезда на следующем расстоянии:

Скорость движения поезда, км/ч	121...140	81...120	41...80	26...40	Менее 25
Расстояние видимости, м, не менее	500	400	250	150	100

Снежные валы, ограничивающие видимость и сужающие ширину проезжей части, не допускаются : на пересечении всех дорог в одном уровне; вблизи железнодорожных переездов в зоне требуемой видимости; на расстоянии менее 5 м от пешеходного перехода; на расстоянии менее 20 м от остановочного пункта общественного транспорта; на участках дорог, оборудованных транспортными ограждениями или повышенным бордюром; на тротуарах. Расположение любых препятствий на обочинах дорог, в том числе стоек дорожных знаков, не допускается.

Минимальное расстояние от бровки земляного полотна до лесонасаждений должно быть не менее 15...25 м.

При бордюрном профиле дороги опоры линий электропередачи и других воздушных коммуникаций не должны находиться ближе 1 м от края проезжей части.

Дорожные знаки должны быть различимы на расстоянии не менее 100 м. Поверхность знаков должна быть чистой без повреждений, затрудняющих их восприятие. Применение знаков без световозвращающей поверхности не допускается.

Видимость сигналов светофоров и символов на его линзах должна обеспечиваться соответственно с расстояния не менее 150 и 50 м. Износ дорожной разметки по площади не должен составлять более 50 % при выполнении её краской и 25 % – термопластиком. Дорожная разметка в процессе эксплуатации должна быть хорошо различима в любое время суток (при отсутствии снега на дорожном покрытии).

Ограниченная видимость также может быть следствием недостаточной освещённости проезжей части, наличия деревьев (опор)

и наружной рекламы на обочинах, неправильной установки светофоров и дорожных знаков и т.п.

Основные недостатки дорог, влияющих на БДД. Основные недостатки дорог, влияющих на безопасность движения, приведены в таблице 6, где в процентном выражении представлены дорожные условия, явившиеся причиной возникновения ДТП. Видно (таблице 6), что основными дорожными факторами, влияющими на БДД, являются низкие сцепные качества ДП; плохое состояние ДП (неровности, выбоины, колеи и т. д.); плохое состояние обочин; плохое содержание автомобильных дорог в зимнее время; отсутствие дорожных знаков в необходимых местах; сужение проезжей части посторонними предметами.

Таблица 6 – Основные недостатки дорог в РФ [1], влияющих на БДД

Недостатки автомобильных дорог	Автомобильные дороги федерального и территориального значений	Другие автомобильные дороги
Скользкое покрытие	71,9	51,9
Покрытие с неровностями	9,6	22,5
Радиус кривой в плане меньше норм	0,5	0,9
Отсутствие или недостаточная ширина обочины	0,8	1,3
Плохое состояние обочины	5,2	4,8
Отсутствие «карманов» для остановки автобусов	0,3	0,1
Отсутствие тротуаров и пешеходов дорожек	1,1	1,4
Отсутствие обозначений пешеходных дорожек	0,3	0,2
Отсутствие удерживающих, ограждающих устройств	0,9	1,6
Ограничение видимости из-за строений, насаждений и других препятствий	0,5	1,3
Недостаточное освещение проезжей части	0,9	0,7

Сужение проезжей части дорожно-строительными материалами или машинами	1,8	2,9
Отсутствие ограждений в местах проведения работ	0,9	1,5
Отсутствие дорожных знаков в необходимых местах	2	3,7
Плохая видимость знаков днём и ночью	0,3	0,3
Отсутствие разметки	1,3	0,3
Плохое содержание дорог в зимнее время	7,6	4,7
Несоответствие габарита моста ширине проезжей части дороги	0,2	0,5
Несоответствие оборудования железнодорожных переездов требованиям	0,2	0,1
Другие недостатки	5,8	11,2

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Домке Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э. Р. Домке. – 2-изд., стер. – М. : Издатель-ский центр «Академия», 2012. – 288 с.

#### ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

ТАШЕНОВА М. Ж., АДЫЛХАНОВ Ж. С., ЛАВРЕНЧУКОВ Г. Г.,  
АЙДАРХАНОВ Т. Н., СЕРИКПАЕВ Т. М.  
студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КУМАРОВ Т. К.  
доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Развитие экономических отношений в изменившихся условиях между странами Западной Европы и Восточной Азии требует создание нового подхода к обеспечению перевозок грузов и пассажиров

По суше для территории стран СНГ. Несмотря на крупные затраты в создание новых транспортных коридоров, в современных

условиях создалась возможность осуществлять строительство новых параллельных электрифицированных железнодорожных линий. Необходимость строительства новых железных дорог позволяют факторы, появившиеся в последние десятилетия для континента Европа-Азия.

За последние десятилетия эффективно развивался железнодорожный, а также автомобильный транспорт, что обеспечило снятие значительной части пассажирских перевозок с авиации. За счет электрификации возросла эффективность перевозок пассажиров на дальние расстояния железнодорожным транспортом.

В мировой практике были электрифицированы магистральные железнодорожные линии, обеспечивающие за счет более высокой скорости движения поездов передачу значительной части пассажиров с авиации на другие виды транспорта.

Строительство новых железнодорожных линий европейской колеи по территории России и Казахстана, а также ряда других стран СНГ позволит организовать скоростное движение пассажирских поездов. Это дает возможность передать на новые железнодорожные линии значительную часть пассажирских перевозок вместо авиации. Наличие скоростных железных дорог и автомобильного транспорта увеличило эффективную сферу их применения, что позволит передать на них с авиации и морского транспорта значительную часть перевозок грузов и пассажиров.

Железнодорожный транспорт обеспечивает высокую безопасность перевозок по сравнению с авиацией и автомобильным транспортом.

Строительство новых железнодорожных линий в малонаселенной местности позволит осуществлять основание новых районов в промышленном отношении.

При большом количестве параллельных ходов произойдет создание рациональных резервов в пропускной и провозной способности железнодорожных линий, что обеспечивает пропуск грузовых и пассажирских поездов с высокой скоростью движения.

В связи с эффективным экономическим развитием и насыщением территории Европы железнодорожными линиями, появившимися с накоплением богатства, создалась возможность привлечения избыточных денежных средств и материальных ценностей направить в строительство новых железнодорожных линий, обеспечивающих за счет сокращения пробега грузов значительную экономию эксплуатационных расходов, в случае осуществления по ним огромных

перевозок грузов и пассажиров между развитыми странами Западной Европы и Восточной Азии.

Необходимо устранение диспропорции, которые образовались в результате проектирования старых железнодорожных линий, которые построены для провозной тяги, на современные параметры для электрической тяги.

Необходимо осуществлять рационально уровень перевозок за счет создания параллельных железнодорожных линий в случае осуществления роста объемов перевозок при усилении технического оснащения линии полигона, а также рационального распределения грузов и пассажиров за счет увеличения общего числа параллельных железнодорожных линий.

В связи с истощением нефтяного топлива туризм из южных районов с окраин континентов на далекие расстояния будет сдвигаться в центр континента, в районы Байкала, Алтая или Алматы.

На выбор параметров трассы новых железнодорожных линий существенное влияние будут оказывать наиболее важные факторы, влияющие на перевозочный процесс. При усилении технического оснащения и провозной способности сети железных дорог полигона на континенте Европа – Азия становится целесообразным устанавливать основные параметры вновь стоящих линий.

Выбор руководящих подъемов для новых железнодорожных линий .

Выбор рода тяги.

Выбор числа главных путей.

Выбор расстояния между участковыми станциями.

Выбор оптимальной скорости движения грузовых и пассажирских поездов.

Порядок установления распределения грузопотоков по параллельным железнодорожным линиям.

Выбор полезной длины приемо-отправных путей для обеспечения пропуска грузовых поездов повышенной длины.

Оценка целесообразности укладка на отдельных перегонах дополнительных главных путей, например, вторых путей на однопутных железнодорожных линиях.

Выбор ширины колеи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кобдииков М. А., Мусапаев А. Д. Принципы развития мировой сети железных дорог на перспективу. 2015. – 140-142 с.

**2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы**  
**2.3 Энергетика және ЖЭК салаларында өнеркәсіптің дамуы**  
**2.3.1 Энергетиканың дамуы**

**2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала**  
**2.3 Развитие промышленности в области энергетики и ТЭК**  
**2.3.1 Развитие энергетики**

**LABVIEW БАҒДАРЛАМАСЫНДА ТҰРАҚТЫ ТОҚ**  
**ҚОЗҒАЛТҚЫШЫМЕН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ**  
**ВИРТУАЛДЫ ҮЛГІСІН ӘЗІРЛЕУ**

АЙТҚҰЛ Ә. Б.

магистрант, С. Сейфуллин атындағы  
 Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ.

Тұрақты тоқ электр машиналары өнеркәсіптің әр түрлі салаларында кеңінен қолданылып жатыр. Тұрақты тоқ электр қозғалтқыштарының кең таралуы олардың бағалы сапасымен түсіндіріледі: іске қосу, тежеу және қайта жүктеу моменттердің жоғарғы болуымен, қозғалтқыштың айналу бағытын және тежеу реттеуде, салыстырмалы түрде іске тез әрекет етуімен және айналу жиілігін реттеумен ерекшеленеді.

Өндірістік процесстер мен тетіктерді автоматты басқару арқылы қуаты бірліктен жүз ватт болатын, аз қутты жалпылама қолданылатын тұрақты тоқ қозғалтқыштарының қолданылу аясы кеңейіп жатыр. Тұрақты тоқ қозғалтқыштарын басқару үшін автоматтандырылған электр жетегі қолданылады. Электр жетегінің негізгі элементі-электр қозғалтқыш болып табылады, сондықтан оның негізгі қасиеттері-сенімділік және қолдану мерзімі, энергетикалық көрсеткіш, тез әрекет етуі, ыңғайлылық басқаруы, жалпылама электр жетегіні сипаттайды [1].

Энергияны тиімді қолдану халық шаруашылығының заманауи маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Оның шешілуі өнеркәсіптік және ауылшаруашылық өнімнің өндірісі кезінде энергетикалық және материалдық ресурстарының шығынын азайтуға, мемлекет пен халықтың тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығы саласындағы аса өнімді емес шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Электр энергиясын негізгі тұтынушысы болып табылатын, электр жетегі бұл мәселені шешудегі маңызды рөл атқарады.

Жалпы жағдайда энергияны үнемдеу электр жетегінің өзінде де, сонымен бірге оның өндіретін механикалық энергиясы қолданылатын,

қызмет көрсетілетін технологиялық процестерде де жүзеге асырылуы мүмкін.

Электр жетегіндегі энергияны үнемдеу оны жобалау және құрастыру кезеңінде, сонымен қатар, қолданысы кезінде жүзеге асырылуы тиіс. Электр жетегін жобалау кезіндегі энергия үнемдеудің негізгі әдістері келесіден құралған:

1. Жұмыс машинасының немесе өндірістік механизмінің, оның жұмысының барлық жағдайларын ескере отырып, атқару органы қозғалтқышының талап етілетін қуаттылығының негізделген есебі.

2. Жұмыс кезінде энергияның минималды шығындарымен сипатталатын, электр жетегінің компоненті.

3. Электр жетегі координаттарын олардың қолданылуы кезінде қуаттылық пен энергияның шығындары минималды болатын, реттеудің техникалық құралдары мен тәсілдерін таңдау [2].

Коммунистік қоғамның материалдық-техникалық базасын құру, біздің қоғамымыздың жаһандық экономикалық және әлеуметтік міндеттерін шешу халық шаруашылығының барлық салаларын толық электрлендіруге мүмкін емес. Оның негізінде жүргізілетін өндірістік және технологиялық процестердің автоматтандырылуы мен кешенді механизация еңбек өнімділігін арттырып, жұмысшылар мен колхозшылардың өмірі мен еңбек жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді. Мұның салдары ретінде кеңес халқының материалдық әл ауқаты өсіп, олардың рухани әлемі байытылады, қала мен ауыл арасындағы, дене және ақыл ой еңбегі арасындағы қырлары біртіндеп жойылып келеді.

Біздің еліміздің электрлендіру жоспарының жүзеге асыруындағы маңызды рөлді электр жетегі атқарады, ол қазіргі кезеңде түрлі өндірістік және көлік механизмдерінің, тұрмыстық құралдардың, су және газбен жабдықтау құрылғыларының, телевизиялық және ғарыш техникасының, медициналық аппаратураның және т.б. жетегінің негізгі түрі болып табылады. Елдегі өндірілетін электр энергиясының 60 % артығы электр жетегімен тұтынылады.

Өнеркәсіптің металлургия, машина құрылысы, химиялық, кен өндіруші және басқа бірқатар жетекші салаларында, электр қозғалтқыштарының анықталған жалпы қуаттылығының барлық түрлерінің анықталған жалпы қуаттылығына қатысын көрсететін, электрлендіру коэффициенті қазіргі кезде 100 % жақындап келеді. Электр жетегінің басқа мүмкін болатын жетектің жылу, гидравликалық және пневматикалық түрлерінің арасындағы басты орны немен анықталады? Электр энергиясының белгілі артықшылықтары оның өндірілу мен бөлу қарапайымдылығы, энергияның басқа түрлеріне

айналдыру жеңілдігі болып табылады. Сонымен бірге электр жетегі өзінің бірқатар артықшылығы мен белгілерімен ерекшеленеді [3]:

1. электр қозғалтқыштарының түрлі қуаттылық пен қозғалыс жылдамдықтарына жасалу мүмкіндігімен. Заманауи электр жетегінің қуаттылық диапазоны ваттың минутына жүздеген үлесінен он мың киловаттқа дейін ауытқиды, ал айналым жиілігінің шектері – біліктің айналым үлесінен минутына бірнеше жүз мың айналым минутына дейін;

2. агрессивті сұйықтықтар мен газдар ортасында, ғарыш кеңістігі жағдайында, төмен және жоғары температурада және т.б. түрлі жағдайда жұмыс жасауға арналған электр жетектерін жасау мүмкіндігі. Электр қозғалтқыштары конструктивтік орындалуының түрлілігі электр жетегінің жұмыс машинасымен оңтайлы буындасуын жүзеге асыруға мүмкіндік береді;

3. қарапайым құралдардың көмегімен жұмыс машиналарының атқарушы органдары қозғалысының алуан түрлі және күрделі түрлерін жүзеге асыру, сонымен қатар қозғалыс бағыты мен оның параметрлерін, жеделдетуін өзгерту мүмкіндігімен;

4. өндірістік және технологиялық процестерді автоматтандырудың жеңілдігімен, электр жетегінің жалпы автоматтандырылған өндірісті басқару жүйесіне қосылу қарапайымдылығымен;

5. Электр жетегінің жоғары ПӘК, қолданыстағы беріктігімен, қызмет көрсетуші персонал үшін қолайлы жағдайларымен, қоршаған ортаның ластануы болмауымен.

Отандық өнеркәсібімен есептеуіш техника құралдарының, микроэлектрониканың, жартылай өткізгіш түрлендірушілер, электр машиналары, аппараттар және автоматтандырылған электр жетегінің басқа элементтерінің өндірілуі және сериялық шығарылуы оның қарқынды дамуына, жетілуіне және халық шаруашылығындағы барлық салаларын автоматтандыру және кешенді механизациясының негізгі құралына айналдыруына ықпал ететін, маңызды жайтты атап өту керек.

Тұрақты ток қозғалтқыштары бар электр жетектері 1980-ші жылдарға дейін жалғыз реттелуші электр жетектері болып келді және жылдамдықты реттеу қажетті болған агрегаттарда қолданылды: илемдік орнақтар, экскаваторлар, металлкескіш білдектер, қағаз жасайтын машиналар және т.б. Бұл электр жетектерінің негізгі артықшылығы – үздік басқарушылығы, басты кемшіліктері – машинаның жоғары құны, оған қызмет көрсету қажеттілігі.

2000 ж. қарай жиіліктік реттелмелі асинхронды электр жетегінің дамуына байланысты тұрақты ток электр жетегінің үлесі реттелмелі электр жетектері арасында 15 % дейін төмендеп, шамамен осы деңгейде қалып тұр. Қуаттылығы зор агрегаттарда, желімен қолайлы өзара әрекеттестік қажет болған кезде, генератор–қозғалтқыш (Г-К) жүйесі қолданылады, шағын қуаттылығында тиристорлық түрлендіргіштердің түрлі схемалары қолданылады.

Әрі қарай тұрақты ток электр жетегінің энергетикалық тәртібіне жататын кейбір мәселелер ғана қысқаша қарастырылған.

Тұрақты ток қозғалтқыштары бар электр жетектері әдетте, зәкір орамдарының қуаттануын жүзеге асыратын түрлендіргіштердің қолданылуымен орындалады. Электр жетегінің айналымы ток желісінен қуаттану кезінде мұндай түрлендіргіштері Г-К жүйелеріндегі мотор-генераторлық қондырғылары немесе барлық түрдегі басқарылатын түзеткіштер болып табылады – бірфазалық және үшфазалық, реверсивті және реверсивті емес, көпірлі және нөлдік нүктесімен. Статикалық түрлендіргіштер сонымен бірге қозғалтқыштардың қоздыру орамдарын қуаттандыру үшін қолданылады.

Түрлендіргіштер электр жетегінің координаттарын реттеуді қамтамасыз етеді және орныққан және ауыспалы тәртіптерінде энергия үнемдеу мүмкіндіктерін жасайды [4].

Қозғалтқышта бөлінетін қуаттылық шығындарының минимизациясы қоздыру тогын реттеу есебінен қамтамасыз етілуі мүмкін. Келесі екі жорамалда қуаттылық шығындарының минимизациясы жағдайларын қарастырайық: зәкір орамдарының және қоздыру тізбектеріндегі шығындар ескеріліп, қозғалтқыштың магнитті тізбегін қанықтыру есепке алынбайды. Мұндай жағдайда қозғалтқыштың орныққан жұмыс тәртібі теңдеулердің келесі жүйесімен көрсетіледі:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{Я} + \Delta P_{В} = I_{Я}^2 \cdot R_{Я} + I_{В}^2 \cdot R_{В}; \quad (1)$$

$$M = M_{с} = k\Phi \cdot I_{Я}; \quad (2)$$

$$\Phi = k_{\Phi} \cdot I_{Я}. \quad (3)$$

Мұндағы,  $\Delta P_{\Sigma}$ ,  $\Delta P_{Я}$ ,  $\Delta P_{В}$  – зәкір мен қоздыру тізбектеріндегі қуаттылық шығындары сәйкесінше сомалық;  $I_{Я}$ ,  $I_{В}$  – сәйкесінше зәкір мен қоздыру тізбектеріндегі токтар;  $R_{Я}$ ,  $R_{В}$  – зәкір мен қоздыру тізбектеріндегі кедергісіне сәйкесінше;  $M$ ,  $M_{с}$  – қозғалтқыш пен жүктеменің (кедергінің) сәттері, бір біріне белгіленген тәртібінде тең;  $\Phi$  – қозғалтқыштың магнитті ағыны;  $k$  – қозғалтқыштың конструктивтік

коэффициенті;  $k_v$  – магнитті ағын мен қоздыру тогы арасындағы пропорционалдық коэффициенті.

Қазіргі уақытта жүйенің жұмыс істеу тиімділігінің қамтамасыз ететін-автоматты реттеу жүйесінің (АБЖ) жұмыс істеу сапасын бағалау және зерттеу маңызды мақсат болып табылады. АБЖ-ны бағдарламалық ортада зерттеу модельдеу арқылы іске асырылады. Жаңа заманғы қолданбалы бағдарламалардың кең таңдауы ұсынылып жатыр: Matlab, LabView, Mathcad... Classic, бірақ қандай орта өте ыңғайлы және көп қызметті? LabVIEW бағдарламасын қолдануды болжап жатырмыз.

Модельдеу және құрылымдық сұлбалар формадағы бағдармалар жасау үшін арналған бағдарламаларды график түрінде көрсету LabVIEW қолданылады. Автоматты басқару жүйесін және жүйе туралы негізгі мәліметтерді жасау үшін, арналған аспапты құралдардың және көлемді кітапханасының функциясы LabVIEW бағдарламасында орналасқан. Бұл бағдарлама ортасының негізгі артықшылығы АБЖ-ны зерттеуде нақты физикалық элементтердің қолдану мүмкіндігі. АБЖ-ны зерттеу процесінде LabVIEW бағдарламасы нақты объектілерді басқаруға мүмкіндік береді және басқарылатын, өлшегіш аппараттар арасындағы өзара әрекеттесуді ұйымдастыруға, әр түрлі құралдарды мәлімет жинауға және өңдеуге, есептеудің қорытынды нәтижесін мәлімет түрінде көрсетуге, сонымен бірге зерттеулердің дәлдігін және ақиқаттығын қамтамасыз етеді.

Кез келген жағдайды, оның ішінде мүмкін емес немесе апат жағдайды LabVIEW-де жүзеге асыруға болады. Автоматты басқару жүйесін зерттеуде LabVIEW бағдарламасы мынадай артықшылықтары бар:

Өзара әрекеттесудің негізгі заңдылықтарын анықтау, зерттелетін шамалардың тәуелділіктерін бақылау, өлшеп алынған нәтижелердің бақылап отыру мүмкіндігін жоғарылату;

Мәліметтердің кестелік, сандық немесе графикалық формада ұсынып, алдын-ала өңдеуді өндіріп алу мүмкіндігін беріп жатыр;

Мәліметті сақтау және қайта өңдеу ыңғайлылығы, эксперименттердің қайтадан іске асыру қажеттілігінен құтқарып жатыр.

Программалық орта үшін арнайы тағайындау болатын пакеттердің үлкен саны LabVIEW-де игерілген. Олардың санына Control Design and Simulation Toolkit пакет жатады. Функциялардың үйреншікті жиындарын осы пакетті қоядан кейін, басқару жүйелердің модельдеу және жобалау кітапханалары аспаптарымен LabVIEW толықтырып жатыр [5].

LabVIEW-да, бағдарламалар виртуальды құралдар деп аталады, өйткені олардың түрі және функционалды қызметтері және нақты өлшеу құралдарына дәл сәйкес келгендіктен, виртуальды құралдардың функциялары қарапайым бағдарламаның стандартты тіліне ұқсас болып табылады.

Виртуальды құралдың құрылымы келесі элементтермен көрсетіледі:

– беткі панель (беткі панель батырмалар, индикаторлар, ауыстырып қосқыштар, реттегіштер, және басқа басқару индикаторлары мен органдардан тұрады);

– құрылымдық сұлба (құрылымдық сұлба виртуальды құралдың қандай болатынын көрсетіп және есепті шешу үшін виртуальды құралдың бастапқы кодтарынан тұрады).

LabVIEW ортасымен жұмыс істеу АБЖ-ны жобалауға және жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Simulation Interface Toolkit көмегімен нақты объектілермен дәл келтірілетін элементтердің орнын алмастыруға мүмкіндігін беріп, әр түрлі автоматтық жүйелерді зерттеу кезінде уақытты үнемдеуге және жобалауға кететін шығындарды қысқартуға мүмкіндік беріп жатыр [6].

Қазіргі заманғы технологиялар қарқынды дамып келе жатыр, сәйкесінше жүйені зерттеу және жобалау әдістерінің кең таралуына әкеледі. Көптеген автоматты басқару жүйесін алдын-ала өндіріске енгізбей тұрып, алдымен модельдеу керек. LabVIEW студенттерді, инженерлерді, жас мамандарды, қуатты және ыңғайлы қолданыстағы бағдарламалық құралмен қамтамасыз етіп, сонымен бірге бұл бағдарлама модельдеу ғана емес, өндірісте әр түрлі технологиялық процестер мен ғылыми зерттеулерде автоматты басқару үшін пайдаланылады [7].

Зерттеудің мақсаты. LabVIEW виртуалды ортасында тұрақты тоқ қозғалтқышын автоматты басқару жүйесімен виртуальды үлгісін дайындау және динамикалық, статикалық мінездемелердің алуы.

Қойылған мақсат теориялық және қолданбалы есептердің шешілуімен іске асырылады:

– мәселелік сұрақтарды айқындау және олардың концептуалды жағдайларының әдістерін іске асыру;

– технологиялық объектілердің жұмыс тәртіптердің нұсқаулықпен, аналитикалық құрастырулардың ерекшеліктері мен стратегиялық басқаруды есепке алғанда;

– электрмеханикалық жүйені басқаруы арқылы, тиімді есептердің алу тәртібі негізінде аппаратты және программалық құралдарды қолдану инженер-өңдеуші арқылы іске асырылады;

– өткізілетін машиналық және өндірістік тәжірибелер, теориялық зерттеулердің нәтижелерін, қабылданған қателіктердің дұрыстығын және ұсынылатын шешімдердің тиімділігін растайтынын көрсетеді.

Зерттеудің негізгі міндеттері.

1. Тұрақты ток қозғалтқышының түрлерін және жұмыс істеу қағидасын қарастыру

2. Электр жетегінің негізгі элементтерін қарастыру

3. Электр қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасын құрастыру

4. Электр қозғалтқыштың басқару жүйесінің виртуалды үлгісін дайындау

Зерттеудің әдісі. Қойылған талаптар жұмыстың теориялық және практикалық анализі, тұрақты ток қозғалтқышының автоматты басқару жүйесінің электр жетегі негізінде фундаменталды теория арқылы орындалады. Математикалық моделдеу әдісіне сүйене отырып, тұрақты ток қозғалтқышымен автоматты басқару жүйесінің виртуалды үлгісі LabVIEW ортасында құрастыруына негізделген.

Ғылыми жұмыстың жаңалығы.

Labview виртуалды бағдарламасында тұрақты ток қозғалтқышының автоматты басқару жүйесін әзірлеу және электр механикалық жүйесінің статикалық, динамикалық мінездемелерін зерттеу.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 В.В. Москаленко Электродвигателя специального назначения
- 2 Кацман М.М. Электрические машины. -М.: Высш. шк., 1993.
- 3 Копылов И.П. Электрические машины. –М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 4 Тревис Дж. Labview для всех. –М.: ДМК Пресс, 2005. -544 с.
- 5 Васильев В. Г. Моделирование систем автоматического управления в программной среде LabVIEW. – Тверь, 2007. – 25 с.
- 6 P. C. Sen, «Electric motor drives and control: past, present and future», IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. IE37, NO. 6, 1990, pp. 562-575.
- 7 Интернет ресурс: <http://thomsonreuters.com/>

## МОДЕЛЬ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

АЛИНОВ М. Ш.

к.э.н. профессор, Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы

Актуальность и предпосылки создания

Создание центров энергоэффективных технологий, возобновляемых источников энергии (ВИЭ) распространены за рубежом, как механизм воздействия на снижение энергоемкости производства и технологий, размеров использования углеводородных видов топлива и экологического воздействия на окружающей среды, подъема экологической культуры природопользования и потребления энергии в обществе. Высокая актуальность создания такого центра диктуется значительной долей Павлодарского региона в энергетической отрасли, промышленном производстве и потреблении энергии Казахстана. Регион занимает лидирующее положение в республике по запасам энергетического угля (79 %), выработки электроэнергии (42 %), а также по числу наиболее энергоемких предприятий и производств. В республике только 30-ю крупнейшими предприятиями потребляется около 35 % от всего объема потребленной электроэнергии, среди них крупнейшие предприятия Павлодарской области: Аксуский завод ферросплавов (филиал АО «ТНК «КазХром»); АО «Казахстанский электролизный завод» (КЭЗ); АО «Алюминий Казахстана»; ТОО «Богатырь Комир»; Угольный разрез «Восточный» (АО «Евроазиатская Энергетическая Корпорация») [1, с. 14]. По наиболее агрегированному показателю энергоемкости валового регионального продукта (ВРП) Павлодарская область со значением 273,4 млрд.т/тыс. кВтч занимает 8-е место. Основными потребителями энергетических ресурсов является сектор промышленности, в том числе производство электро- и теплоэнергии (36,9 % потребления от общего объема первичных энергетических ресурсов), население (до 30 % потребления от общего объема первичных энергетических ресурсов) и транспортного сектора (до 20 % потребления энергетических ресурсов) [1, с. 8]. При этом анализ свидетельствует о существенной низкой энергетической эффективности производства в регионе по сравнению с средними показателями по Республике и странах Европы. Например, результаты энергоаудита показали существенный потенциал энергосбережения на предприятиях региона, составляющий от 13 % до 40 %, в том числе АО «Аксуский ферросплавный завод» – 15 % [1, с. 7].

Текущий уровень износа электростанций составляет около 70 %, при этом 57 % мощностей электростанций отработали более 30 лет. Значительная составляющая энергоэффективности связана, прежде всего, с технологическим уровнем самих электростанций, уровень энергоэффективности которых по сравнению с зарубежными странами является достаточно низкой. Например, коэффициент полезного действия (КПД) угольных конденсационных электростанций в Казахстане и в регионе составляет в среднем 32 %, в то время как в передовых зарубежных странах – 42 %. Многие из эксплуатируемых в настоящее время высоковольтных линий электропередачи РЭК построены более 40-50 лет назад, и уровень потерь в сетях колеблется от 4,76 % до 18,6 % [2, с. 12].

В регионе существенный износ оборудования приводит к высоким потерям при передаче тепловой энергии по тепловым сетям. Только 75 % произведенной тепловой энергии доходит до конечного потребителя. Аналогичный показатель для стран Прибалтики составляет 85-90 %, для Скандинавских стран – 90 – 95 %. Степень износа теплопроизводящего оборудования оценивается на уровне 70 % [2, с. 5].

Другим немаловажным фактором является устаревшие технологии и, как следствие, низкая энергоэффективность отрасли и большой объем загрязнения электростанциями окружающей среды. На долю объектов электроэнергетики приходится: 43-45 % общих выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, треть из которых составляют выбросы золы, что является также следствием высокой зольности экибастузских углей. Выбросы от ТЭЦ составляют 68-73 % общих эмиссий парниковых газов и 10 % ежегодного объема образования отходов; на территориях Карагандинской (1265,8 тыс. т), На территории сформированы Павлодарской значительные объемы загрязняющих веществ энергетической отрасли (575,4 тыс. т), а города Аксу (149,6 тыс. т), Экибастуз (162,6 тыс. т), Павлодар (154,4 тыс. т), находятся в числе лидеров по загрязнению атмосферного воздуха [3, с. 13].

Большой объем образования отходов приходится на угольные разрезы (90-93 %) и теплоэлектростанции (4-5 %), что создает колоссальную нагрузку на окружающую среду и отрицательно сказывается на здоровье населения. Ежегодный уровень образования отходов производства и потребления в области остается высоким и составляет порядка 130 млн. тонн. На сегодняшний день общий объем накопленных отходов по Павлодарской области составляет 5750,0 млн. т, из которых ТБО составляют около 3,5 млн. т. [3, с. 15].

Также высокая энергоемкость и низкая энергоэффективность экономики обусловлены: в секторе ЖКХ: ветшанием жилищного фонда; плотехническими характеристиками зданий, не отвечающими современным требованиям; отсутствием автоматизации регулирования систем отопления, горячего водоснабжения и систем освещения; слабой пропагандой энергосбережения и повышения энергоэффективности; в транспортном секторе 80 % автомобильного транспорта используется более 10 лет и являются неэкономичными; В Республике определены целевые индикаторы энергоэффективности: ежегодное 10-процентное снижение энергоемкости ВВП; снижение энергоемкости ВВП на 40 % к 2020 году от уровня 2008 года [3, с. 15].

Необходимость и важность создания в условиях Павлодарской области Центра энергоэффективности наиболее убедительно выражается при рассмотрении целевых индикаторов государственной программы энергосбережения (таблица 1). Во всех 9 секторах области сконцентрированы огромный потенциал и возможности энергосбережения.

Таблица 1 – Целевые индикаторы государственной программы энергосбережения к 2020 году

1	Энергоэффективная промышленность	1) повышение энергоэффективности в промышленности в целом на 30 %; 2) повышение энергоэффективности горно-металлургической отрасли на 20 %; 3) повышение энергоэффективности химической отрасли на 32 %; 4) повышение энергоэффективности машиностроительной отрасли на 40 %.
2	Инновационная энергетика	1) снижение удельных расходов энергоресурсов на выработку электроэнергии на 14 %; 2) снижение нормативных потерь в электросетях на 5 %; 3) увеличение доли ВИЭ в общем энергобалансе страны до 3 %.
3	Энергоэффективное ЖКХ	1) снижение удельного энергопотребления на 1 м <sup>2</sup> на 30 %; 2) снижение нормативных потерь в теплосетях на 3,6 %.
4	Энергоэффективное строительство	100 % обеспечение энергоэффективного строительства с 2015 года.
5	Энергоэффективный транспорт	1) снижение потребления топлива автомобильным, железнодорожным и авиационным транспортом на 30 %; 2) обновление автопарка Республики Казахстан до 50 %.
6	Энергоэффективный бюджетный сектор	снижение потребления энергоресурсов бюджетным сектором на 25 %.
7	Энергоэффективное освещение	1) сокращение оплаты электроэнергии на освещение до 60 %; 2) 100 % использование энергосберегающих ламп.
8	Энергоэффективное общество	1) 20 учебных центров по переподготовке и повышению квалификации кадров в сфере энергосбережения; 2) 90 % осведомленность населения в вопросах реализации политики в области энергосбережения.
9	Экономная оплата	1) сокращение энергопотребления в жилом и коммерческом секторе на 20 %; 2) обеспечение 100 % оплаты энергоресурсов.

Источник: Об утверждении Программы «Энергосбережение – 2020». Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904.

Практика создания центров энергоэффективности за рубежом и в Казахстане.

Во многих странах Европы и Америки Центры, представляющие собой самостоятельные организации, оказывают научно-исследовательские, проектные, сервисные, консалтинговые и информационные услуги. распространены при университетах, занимающиеся прикладными исследованиями в области энергоэффективных технологий, материалов, ВИЭ. В развитых странах такие Центры часто объединяются в местные сети (штатов, округов и т.д.). Например, Центр энергоэффективности Университета штата Орегон (OSU EEC), США является научно-исследовательским центром, нацеленным на продвижение возобновляемых источников энергии и энергоэффективности в промышленном, сельскохозяйственном, коммерческом, институциональном и жилищном секторах [4, с. 4]. В развивающихся странах Центры учреждаются в рамках международных программ различных финансовых институтов. Например, региональный Центр энергоэффективности в зданиях, (Ахмедабад, Индия), занимается вопросами повышения осведомленности об энергоэффективности и среди проектировщиков зданий, в академической среде, среди соответствующих правительственных чиновников, в строительной индустрии и т.д. Здесь созданы объекты моделирования, предназначенные для обучения, и лаборатория по энергетическому моделированию здания для тестирования теплопроводных свойств строительных материалов.

Наибольший интерес для казахстанских условий представляет Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ) в России (Москва) [4, с. 5]. ЦЭНЭФ – некоммерческая независимая российская организация, в целях продвижения энергоэффективности, защиты окружающей среды в России, работает на самоокупаемости. Центр оказывает услуги по доработке и корректировке программ энергосбережения на региональном и муниципальном уровнях, а также в разработке Единого топливно-энергетического баланса как инструмента для оценки энергоемкости ВРП, анализа, прогноза и индикативного планирования развития энергетики региона.

В Казахстане при содействии международных организаций (ПРООН; Представительство ЕС в РК; ЮСАИД) создается первый национальный Центр энергоэффективности, учредителями которого выступают Государственные органы и ведомства, ответственные за внедрение политики энергосбережения и энергоэффективности, а также представляющие энергопроизводящие и основные

энергопотребляющие отрасли экономики [4, с. 12]. Основной целью деятельности Центра является обеспечение благоприятных условий для повышения энергетической эффективности и защиты окружающей среды посредством оказания управленческих, консультационных, образовательных и иных общественно-полезных услуг.

Единственный региональный Центр энергоэффективности и чистого производства (ЦЭЧП) существует в Алматы, созданный при содействии международных организации [5]. Центр предоставляет услуги в сфере энергосбережения и энергоэффективности: проведение энергетических и технических обследований жилых, административных, общественных и производственных зданий и сооружений (энергоаудит, сканирование); разработка энергосберегающих мероприятий для зданий и сооружений различного назначения; внедрение системы контроля энергопотребления (энергомониторинг); разработка программы энергосбережения.

Предмет деятельности и организационная модель Центра в Павлодарской области

Для Павлодарского региона подобный Центр востребован также в целях привлечения инвесторов, трансферта инновационных технологий, а также как мощный инструмент замещения традиционной энергетики низкоуглеродной и альтернативной. Юридический статус Центра рекомендуется в форме корпоративного фонда компаний. Базовым учредителем должен выступить ПГУ им. С. Торайгырова, на базе которого и должен быть создан Центр. Соучредителями и основными донорами Центра могут стать главные стейкхолдеры (заинтересованные стороны) предприятия: государственные органы и ведомства, ответственные за внедрение политики энергосбережения и энергоэффективности, а также представляющие энергопроизводящие и основные энергопотребляющие субъекты экономики региона. В числе заинтересованных учредителей могут быть: Управление индустриально-инновационного развития и Управление энергетики и жилищно-коммунального хозяйства области, а также крупные субъекты энергетики: АО «Евроазиатская энергетическая корпорация», АО «Алюминий Казахстана», ТОО «Богатырь Комир», АО «Павлодарский нефтехимический завод», Павлодарский государственный университет Павлодарский государственный педагогический институт.

В качестве основных направлений деятельности рекомендуется следующее:

– содействие государственным органам региона в развитии инструментов, направленных на повышение энергетической

эффективности, а также их практической реализации, включая оказание управленческих, консультационных, образовательных, технологических и иных услуг;

- консультативная и экспертная помощь предпринимателям и субъектам энергетического и энергопотребляющих секторов в вопросах, связанных с энергетической эффективностью;

- содействие развитию регионального сотрудничества между предприятиями и бизнесом в области энергетики и энергоэффективности;

- финансирование проведения научных исследований, научно-практических конференций, симпозиумов, совещаний, конкурсов, выставок и семинаров, в том числе международных;

- содействие в привлечении отечественных и иностранных инвестиций, кредитов для реализации проектов по повышению энергоэффективности;

- участие в разработке и реализации международных программ и проектов в сфере энергосбережения, осуществление ресурсного обеспечения, в том числе финансирования подобных программ;

- взаимодействие с образовательными учреждениями, общественными организациями и их объединениями, фондами поддержки и развития образования, иными коммерческими и некоммерческими организациями, по вопросам повышения эффективности;

Таким образом, создание в Павлодаре регионального Центра энергоэффективности является объективной необходимостью, продиктованной экономическими, технологическими, ресурсными, научно-техническими и институциональными предпосылками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Обзор электроэнергетической отрасли Республики Казахстан в 2013 году. БРК. Аналитика. 2014. С.

2 Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 г. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года №724.

3 Об утверждении Программы «Энергосбережение – 2020». Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904.

4 Концепция создания Центра энергоэффективности в Казахстане. Программа развития ООН в Казахстане, Глобальный Экологический Фонд. 36 стр, Астана, 2011 г.).

5 Корпоративный фонд «Центр энергоэффективности и чистого производства». <http://сpeakz.kz>.

## РАСЧЕТ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА СЕТИ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

АХМЕТБАЕВ Д. С.

д.т.н., профессор, Казахский агротехнический университет

имени С. Сейфуллина, г. Астана

ИЩАНОВА Д. У.

магистрант, Казахский агротехнический университет

имени С. Сейфуллина, г. Астана

Электроэнергетическая система представляет себе живой и сложный механизм, система дышит и живет по своим законам и режимам, которые зависят от огромного количества факторов. Электрические станции, подстанции, высоковольтные линии электропередач, электротехническое оборудование составляет единый производственный комплекс электроэнергетической отрасли. Электрическая система Казахстана по своему уникальна, тем, что по конфигурации сети и сложности расчета режимов не имеет аналогов во всем мире, так как имеет разветвленную сеть и связи по межгосударственным линиям с Россией, Узбекистаном и Кыргызстаном, а также сосредоточенные на Севере страны электрические станции-гиганты, и линии, связывающие все части республики в Единую Национальную Электрическую сеть.

Электроснабжение потребителей всех категорий электроэнергией надлежащего качества является основной задачей цикла производства, передачи электроэнергетической системы. При этом необходимо соблюдать принципы целесообразности использования энергетических ресурсов и экономичности энергоснабжающих организаций, так как регулирование напряжений технически допустимых для электросети находится в небольшом диапазоне. По этой причине оптимизация всех режимов имеет в своем составе множество аспектов и нюансов, которая начинается на стадии планирования перспективного развития, моделирования режимов сети, а также расчета установившихся режимов и анализа полученных результатов, на основе которых принимаются управленческие решения по ведению режима диспетчерских пунктов.

Управление столь сложной электроэнергетической системой подразумевает ряд комплексных задач в призме развития электроэнергетики:

- выработка достаточного объема электроэнергии, позволяющей полностью удовлетворить спрос населения, а также рост экономики, тем самым выдавая конечный результат, как энергетической независимости и безопасности страны,

- развитие конкурентоспособности рынка электроэнергии, в части предоставления доступа к источникам и оказания услуг в данном сегменте,
- строительство новых линий и подстанций, для увеличения пропускной способности в направлении Север-Юг, Север-Восток-Юг,
- экспорт электрической энергии в сопредельные государства, выход на международный рынок стран Центральной Азии,
- увеличение доли «зеленой» энергетики при производстве (использование солнечного и ветряного потенциала)
- максимальное использование существующих энергоисточников с их реконструкцией и модернизацией,
- применение и внедрение разработок научно-технического прогресса и автоматизация процессов управления.

Автоматизация систем диспетчерского управления основана на оперативно-информационном комплексе (ОИК), и программном комплексе SCADA, предназначенном для разработки, обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки и архивирования информации об объекте мониторинга управления. Эти комплексы являются наиболее важным инструментом как для компьютерной поддержки оперативно-диспетчерского и руководящего персонала энергопредприятий всех уровней управления при принятии оперативных решений по управлению, так и для анализа оперативной информации для режимно-технологических задач. Контрольные замеры летнего минимума и зимнего максимума электрических нагрузок, получаемые от приборов учета с контрольных точек, используются для расчета нормальных состояний сети и составления карты режимов при ремонте того или иного оборудования.

На этапе расчетов установившегося режима возникает два основных варианта решения. Первый вариант включает в себя оптимальный выбор и обоснование начальной системы алгебраических нелинейных уравнений, во втором варианте принимается решение в выборе схемы, а также способы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.

Неидеальные математические модели установившихся режимов электроэнергетических систем привели к изобретению большого числа методов, основанных на упрощенных моделях, ввиду того что, необходимо снабдить огромное количество потребителей, недостаточности и надежности изначальной информации о режимах сети, все сводилось к снижению нецелесообразного использования человеческих ресурсов. В данной ситуации решение задачи не отвечало

требованиям рыночных условий. Для упрощения задачи оптимизация производилась постепенно, начиная от источника электроэнергии к потребителю, что и привело к затруднению обеспечения потребителей качественной электроэнергией, находящихся на удаленном расстоянии.

Задача управления режимом сети, учитывая влияние установленных компенсирующих устройств на данном этапе решается длительным многократным и трудозатратным способом при использовании некоторых допущений. Существующие методы решения оптимизации режимов не имеют возможности в должной степени оценить влияние компенсирующих устройств на контрольные значения показателей качества электроэнергии. Согласованное влияние управления регулирующими устройствами возможно осуществить только методом синтеза модели системы, которое результативно поможет решить математическая модель оценки состояния режимов энергосистемы.

Метод синтеза модели системы при совершенствовании математических моделей основан на ранее не использованных методиках аналитических преобразований, в результате которых искомые величины определялись по постоянным параметрам схемы замещения. Известно, что сущность метода системных функций, широко применяемого в теории электрической цепи, заключается в определении отношения вынужденной реализации цепи к возмущению. Если принимать в качестве возмущения воздействия задающих токов, и в качестве реакции электрической цепи на это возмущение узловые напряжения, то системные функции, характеризующие свойства цепи, будут иметь размерность сопротивления [1]. На подготовительном этапе расчетов следует составить схему замещения сети, предварительно рассчитав параметры цепи. В методе применяются понятия графов и деревья графов. Согласно теории графов, составляется матрица определителя. Решение матрицы проводимостей путем несложных математических действий позволяет высчитать коэффициенты токораспределения для каждой ветви цепи.

Результат, полученный методом определения коэффициентов токораспределения, упрощающий создание новой методологии, анализ и синтез на основе ранее теоретически обоснованной математической модели, стационарных режимов системы передачи и распределения электроэнергии является актуальным и имеет важное теоретическое и прикладное значение.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Ахметбаев Д. С. Математические методы анализа и синтеза режимов электрических цепей энергосистем. – Павлодар, ИП Сытина Е.А., 2010, с.208.

2 Ахметбаев Д.С. Топологический метод анализа стационарных режимов сложных электрических сетей // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт.- Москва, 2010.

3 Percival W.S. Solution of passive electrical networks by means of mathematical trees // Proceedings IEE (London), 1953, v.100, pt.III. №65. – P. 143-150.

### ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЕРКІНДІК: ЗАМАНАУИ ПАЙДАЛАНЫМДАР

БАТАЛ М. М.

студент, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

ЖУМАЖАНОВ С. К.

т.ғ.к., доцент, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Адамзат әрқашанда барлық жерде және барлық жағынан еркіндікке ұмтылады. Бұл тең дәрежеде энергия қамтумен байланысты. Қазіргі уақытта ғылыми-технологиялық дамудың жеткілікті деңгейде болуының арқасында энергия көзі және адам ағзасына қосылу мүмкіндігі пайда болды. Сонымен, ересек адам денесі қалыпты температурада 60 Вт/сағ эквивалентінде жылу бөлетіні белгілі. Егер адам жеңіл физикалық жұмыс істесе, бұл мән 100-120 Вт/сағ.-қа дейін өседі. Ал спортшылар қарқынды жаттығулар кезінде қоршаған ауаны 800-900 Вт/сағ.-қа дейін жылытады.

Жұмыс процесі кезінде қыздыруға тікелей адам денесі және оның органдарынан 50 % – дан аспайтын жылу бөлігі жеткілікті. Қалғаны ауада таралып кетеді. Сондықтан дененің мәңгі шығындарын айтуға болады.

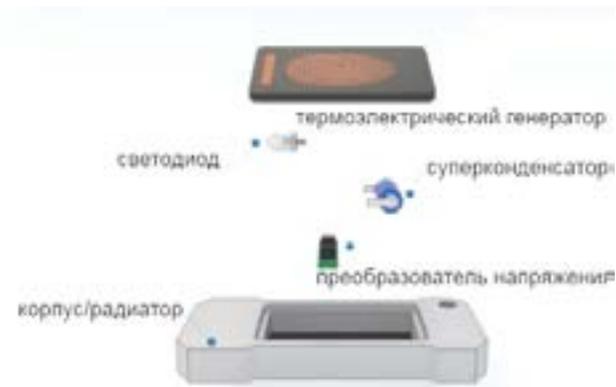
Осылайша біздің денеміздің жылуы өз кезегінде электр энергиясына түрлендіруге болатын «ақысыз» жылу энергиясы болып табылады.

Әрі қарай адам денесінің жылуын пайдалануының тәжірибелік мысалы қарастырамыз. Қалталы Lumen фонаригін жасаушылар термоэлектрлік генератор, ультражарық диод, суперконденсатор және кернеуді түрлендіргіштерден тұратын жасанды жарық көзін ойлап тапты, бұл құрылғы адам денесінің жылуынан жұмыс істейді (сурет 1).

Ескеріп кететін жағдай, Lumen фонаригі адам қолдарының жылуынан жұмыс істейді.



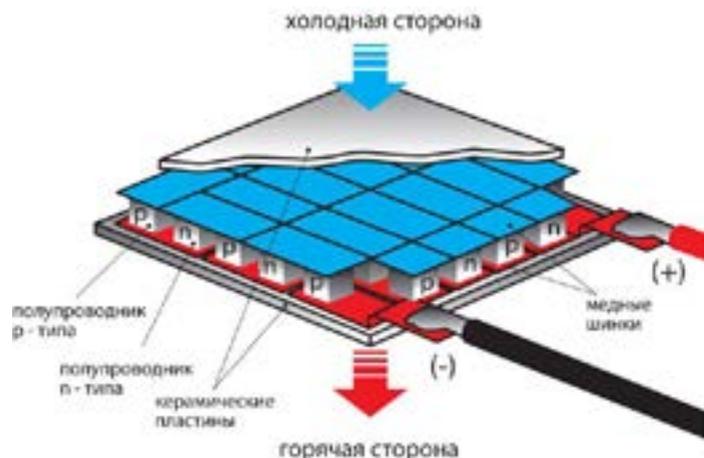
Тәжірибе ұялы телефондардың баттаряларында (ұялы телефондарды зарядтау үшін адам жылуын қолдану) [1] және қосымша электрді өндіруде (баспа термоэлектриктер) [2] қолданылғаны белгілі. Дегенмен жарық түсіргіш құрылғыларда алғашқы рет қолданылды.



Сурет 1

Lumen фонаригінде қолданылатын термоэлектрлік генератордың жұмыс принципі оңай. Генераторды қоршаған орта және адам денесінің температурасының өзгешілігі бойынша қолданады. Осы артық энергия өз кезегінде электрге түрленеді. Бұл шағын тоңазытқыштар және термоэлектр электростанцияларының портатиптерінде қолданылатын Пельтье элементі болып табылады.

Термоэлектр генераторы 3 В кернеуді өндіреді және бұл 15 мА ток жүктемесін қамтамасыз етуге жетеді. Бұл фонарик жарық диодында қолданылатын қайнар көзіне жеткілікті. Осыдан аккумулятор және сыртқы энергия көздерін қолдану қажеттілігі жоғалады.



Сурет 2

Суперконденсатор (сонымен қатар ультраконденсатор немесе ионистор) – бұл электрод және электролит аралықтарындағы екілік электр қабаты қызмет ететін конденсатор астары бар органикалық немесе су электролит конденсаторы. Екілік электр қабатының қалыңдығы аз болумен, ал электрод үстінің салыстырмалы ауданының жоғары болуымен байланысты бұл конденсатордың қарапайым конденсатордан энергиясы көбірек. Осымен де оның ерекше қасиеттері анықталады.

Салыстыра кетсек, қарапайым конденсатор диэлектрик бөліп тұратын кішкене қалыңдығын металды жұқалтырдан жасалған пластина (астары) түріндегі екі электродтан тұратын конденсатордың сыйымдылығы пикофардтан бастап микрофардқа дейінгі тәртіпті қамтиды. Өткізгіш – диэлектриктің үстінде одан көп заряд жинақтау мүмкіндігі жоқ. Ал суперконденсаторда жұқалтырдың орнына кеуекті көміртек қолданылады. Бұл материалдың ерекшелігі оның жоғары салыстырмалы үсті бір граммға шаққандағы мың кв. м – ге жетеді. Яғни бұл материалда бірнеше стадион аудандары бар. Міне осындай суперконденсатор көп зарядты жинақтауы мүмкін, яғни қатты конденсатордан 10 тәртіп шамасында көп сыйымдылығы бар.

Кернеуді түрлендірушілер кернеу желіде болмаған жағдайда тұрақты тоқты айнымалы токқа түрлендіретін арнайы құрылғылар. Яғни аккумулятор батареядан тұрақты тоғынан кернеуі 220 В және 50 Гц жиілігіне ие айнамылы тоқты алуға болады. Кернеуді түрлендірулерді сонымен қатар инвертор деп те атайды. Көптеген электр құрылғылары үшін электр токтың параметрлері зор мәнге ие. Қалыптасқан параметрлердің ауытқулары электр құрылғылардың бұзылуына әкеледі. Егер желіде секірулер тұрақты сипаттамаға ие болса, онда инвертордан басқа кернеу стабилизаторы қолданылады.

Радиатор корпусында суыту жүйесі бар. Радиатор корпусының температурасы автоматты түрде терморелемен қолданылып, 120 С – қа жетеді. Температура жоғары шамаға жеткен кезде термореле қыздырғышты өшіреді де, лампа да бұл жағдайда өшеді. Корпус температурасы төмендеген жағдайда қыздырғыш қайта қосылады да лампа қайта жанады.

Сее жарық диоды әр түрлі жарықтандырғыш құрылғыларда қолдануға мінсіз жарайды, сонымен қоса бағдаршам, фар т.б жарық көзі ретінде де қолданыла береді. Мықты Сее жарық диоды тиімді корпустарда шығарылады, бұл өз кезегінде жоғары эффективті өндіру технологияларында қолданылады. Мықты Сее жарық диодының түрлері күннен күнге артып келеді.

Осылайша келесідей қорытынды жасауға болады:

1 Адам денесін қолдану дәрежесінің техникалық жетістіктерінің арқасында, атап айтқанда, адам жылуын энергия көзі ретінде қолдануға болады.

2 Берілген техникалық құрылғы қарапайым құрылымымен және оңайлығымен ерекшеленеді.

3 Фонариктің ең басты ерекшелігі – фонарик батареяларды қажет етпейді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 <http://www.novate.ru/blogs/210609/12285/> [1, 1 б.]
- 2 <http://scsiexplorer.com.ua/index.php/novie-razrabotki/alternativnaja-energetika/1071-pechatnye-termoelektriki-budut-vyrabatyvat-dopolnitelnuju-elektroenergiju.html> [2, 1 б.]

## ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ БИОТОПЛИВА

БОЯНДИНОВА А. Б.  
студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ПРИХОДЬКО Е. В.  
профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Для возможности сравнения технологий сжигания биотоплива между собой и осуществления осознанного выбора наиболее подходящей для каждого конкретного случая применения, в данной статье рассматриваются распространенные технологии: сжигание брикетов в слое, в вихревой топке, сжигание пеллет в пеллетной горелке.

Топочные устройства, использующие принцип слоевого сжигания – это, как правило, топки, оборудованные решетками и топки с нижней подачей. Первичный воздух проходит через неподвижный слой, в котором осуществляются сушка, выделение летучих и сжигание остатка. Образующиеся горючие газы дожигаются над решеткой, после ввода вторичного воздуха, зачастую в зоне сжигания, конструктивно отделенной от слоя топлива (камере дожигания). Это наглядно можно увидеть на рисунке 1.

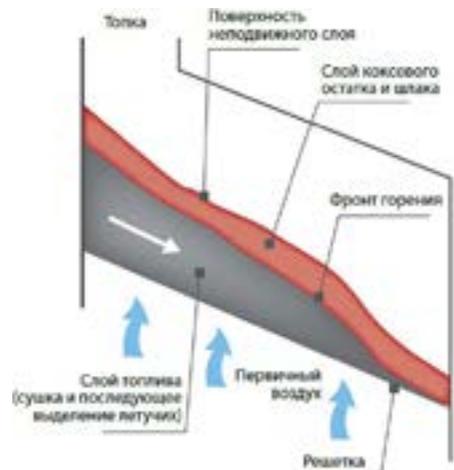


Рисунок 1 – Обобщенная схема горения биотоплива на решетке

Сжигая 1 кг топливных брикетов из листьев, тепловыделение составляет 4,5-5 кВт в час. Положительным моментом здесь является то,

что после сжигания килограмма, пепла остается со спичечный коробок, отсюда и большое количество тепла, которое выделяет единица топлива, плюс к этому зола, образовавшаяся после сгорания, является хорошим удобрением. Для сравнения: при сжигании 1 кг древесины методом слоевого сжигания, теплотворная способность составляет порядка 3 кВт в час [1].

При сжигании брикетов из листьев в слое следует отметить длительность горения: горят они примерно 110 минут, а тлеют порядка 6 часов. В слоевых топках недожег является обычным делом. Поэтому для достижения минимального количества выбросов, важно сжигать дозируя топливо и воздух. Недостатком этого способа является использование значительного количества тепловой энергии в процессах брикетирования и сушки.

Технология сжигания в слое предназначена для сжигания низкокалорийных топлив, позволяет сжигать все виды биотоплива, кроме пылевидного и топлива с высокой зольностью.

Что касается технологии сжигания пеллет в пеллетной горелке, здесь нужно заметить, что свойства самих пеллет связаны с технологией их изготовления. Приготовленные прессованием под высоким давлением из мелких опилок, по сути древесной пыли, легкие гранулы содержат значительное количество воздуха, что обеспечивает их быстрое и полное сгорание в топке котла.

На рисунке 2 изображен твердотопливный котел на пеллетах с горелочным устройством факельного типа.

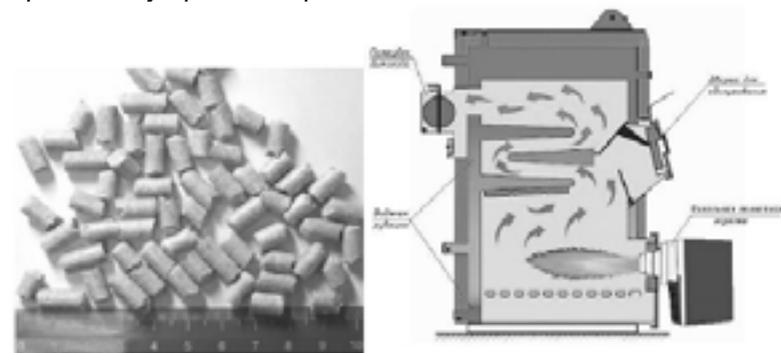


Рисунок 2 – Пеллетный котел с ручной загрузкой топлива

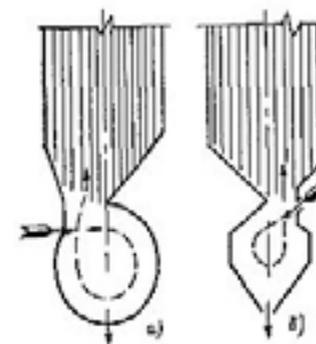
Агрегат состоит из камеры сгорания и жаротрубного теплообменника, заключенных в водяную рубашку. «Сердцем» теплогенератора является пеллетная факельная горелка с принудительным нагнетанием

воздуха. Пеллетная горелка отвечает за порционную подачу топлива с одновременным розжигом. Продукты горения, выходя из топки, делают 3 хода по жаровым трубам и отдают свою теплоту водяной рубашке. После этого они попадают в дымоход и выбрасываются наружу, в котлах большой мощности для этой цели задействован второй вентилятор-дымосос. В некоторых моделях для дополнительного отбора тепла у дымовых газов на выходе из агрегата устанавливается дополнительный теплообменник – экономайзер. Благодаря ему КПД повышается на 3-5 %.

Выделяемая энергия при сгорании 1 кг пеллет составляет порядка 5 кВт в час [2].

Но энергозатраты на сушку, доизмельчение, водоподготовку, прессование, охлаждение гранул после прессования достаточно высоки. То есть затраты на сушку, доизмельчение и прессование в общей себестоимости занимают 10-20 %, а остальные 80 % – подготовка сырья в том числе и доставка сырья до цеха, упаковка готовой продукции и т.д.

Более технологичным способом сжигания твердых биотоплив является вихревое сжигание. При этом способе большая часть топлива не находится на решетке, а вращается в вихревом потоке дутьевого воздуха, т.е. это – способ сжигания топлива во взвешенном состоянии. Сжигание в вихре идеально подходит для сухих древесных опилок и стружек, шлифовальной пыли, измельченной соломы, лузги подсолнечника и т.п. Его сущность заключается в том, что при помощи системы воздушных сопел в топке создают вихрь, в котором сгорают взвешенные частицы биомассы. Рекомендуемый размер частиц биомассы – до 10-12 мм с большой парусностью (типа подсолнечной, гречневой или рисовой лузги). Положительными качествами вихревого метода являются простота его осуществления на действующих котлах, довольно высокие технические и экологические (по CO) показатели топочного процесса, возможность реализации в топках газомазутных котлов, имеющих малые объемы. К недостаткам следует отнести то, что при сжигании биомассы вся содержащаяся в ней зола транспортируется топочными газами по тракту котла. Это приводит к повышенному износу труб, необходимости частой чистки поверхностей нагрева и газового тракта котла от шлаковых и зольных отложений. На рисунке 3 представлен пример вихревой топки.



Вихревые топки с перекрывающимися струями:  
а – топка ЦКТИ; б – топка МЭИ

Рисунок 3 – Вихревая топка

Внутри топки за счет идеального перемешивания создаются благоприятные условия для глубокого выжигания летучих, уноса, подавляется эмиссия вредных веществ и стабилизируется топочный процесс. Газы и частицы уноса, образующиеся при сгорании топлива, движутся в виде вихревого факела. Первоначально они охлаждаются экранами в вихревой топке и затем в топочном объеме трубном пучке котла за дополнительной перегородкой. Из топочного объема дымовые газы и летучая зола поступают на охлаждение в конвективный блок, где отдают тепло нагреваемой воде. Охлажденные дымовые газы далее дымососом подаются в золоуловитель, очищаются от золы в циклоне и через дымовую трубу рассеиваются в атмосфере. Благодаря охлаждению вихревой топки поверхностью правого экрана, в котле по ходу факела организуется двухступенчатый низкотемпературный топочный процесс.

На сегодняшний день на предприятиях деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности, образуется большое количество кородревесных отходов, которые уже непригодны для вторичной переработки и сваливаются в отвалы. Однако в исходных древесных отходах содержание влаги может достигать 60 %, что характеризует данный вид топлива как низкокачественное, поэтому сжигание его в обычных топочных устройствах неэффективно и необходимо применение специальных топочных устройств, оборудованных, к примеру, вихревыми топками.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее перспективной отраслью развития является вихревое сжигание биотоплива, которое может стать выгодным энергоресурсом для малой энергетики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 <http://www.evrobriket.ru/SVBR.html>

2 <http://ru.teplowiki.org/wiki/%CF%E5%EB%EB%E5%F2%FB>

### БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИХ СЖИГАНИЯ

ДРОБИНСКИЙ А. В.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АКИМХАН А. Х.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Борьба с различными видами мусора – одна из главных проблем экологии. Ведь, если разобраться, мы засорили природу очень даже сильно. А сколько мусора можно увидеть, пройдя по улицам нашего города, заглянув во дворы и подъезды. Картина печальная.

В РК отсутствует государственная система управления отходами, включающая мониторинг, хранение, переработку, утилизацию промышленных и бытовых отходов.

На территории РК накоплено более 20 млрд. тонн отходов производства и потребления. Каждый казахстанский горожанин ежегодно «производит» 300 кг твёрдых бытовых отходов (ТБО).

Основная масса ТБО без разделения на компоненты вывозится и складывается на открытых свалках, 97 % которых не соответствует природоохранного и санитарного законодательства РК. Их размещение и устройство осуществлены без проектов и оценки воздействия на окружающую среду. В РК Только около 5 % твердых бытовых отходов подвергается утилизации и сжиганию. В настоящее время на каждого жителя нашей планеты приходится в среднем около 1 т промышленных и бытовых отходов в год.

Промышленные отходы размещается в отвалах, полигонах и специальных местах складирования. Число и масса таких скоплений огромны. Их общий объем в мире к концу 80-х годов XX века превысил 250 км<sup>3</sup>. Это объем 100000 пирамид Хеопса! Отходы не только занимают много земли, но и являются опасным источником загрязнения. Совсем не разлагаются в природной среде синтетические материалы. К ним относятся полиэтиленовая пленка, пластик, поролон, пенопласт и т.д.

От захоронения промышленных и бытовых отходов Земля постепенно превращается в гигантскую свалку. Поэтому их пытаются сжигать или утилизировать.

Во многих странах все промышленные и бытовые отходы тщательно сортируются, а затем, как вторичное сырье, используются для изготовления новой продукции.

Во всех странах мира состав ТБО довольно близкий, его главные составляющие – бумага, стекло, пищевые и садовые остатки (органические отходы), пластмассы, ткани, металлические предметы. Кроме всего этого, в ТБО входит крупногабаритный мусор (старая мебель, вышедшие из строя холодильники, стиральные машины, автомобильные шины и др.).

Макулатура. Материал – бумага, иногда пропитанная воском и покрытая красками.

Ущерб природе: собственно бумага ущерба не наносит. Целлюлоза, входящая в состав бумаги, – естественный природный материал. Однако краска, которой покрыта бумага, может выделять ядовитые вещества.

Вред человеку: краска может выделять при разложении ядовитые вещества.

Пути разложения: используется в пищу некоторыми микроорганизмами.

Конечный продукт разложения: перегной, тела различных организмов, углекислый газ, вода.

Время разложения: 2-3 года.

Способ вторичного использования: переработка на оберточную бумагу, компостирование.

Наименее опасный способ обезвреживания (в малых масштабах): сжигание.

Продукты, образующиеся при обезвреживании: углекислый газ, вода, зола.

Консервные банки – оцинкованное или покрытое оловом железо. Ущерб природе: соединения цинка, олова, железа ядовиты для многих микроорганизмов. Острые края банок травмируют животных. Вред человеку: соединения цинка и олова, входящие в состав оловянных и оцинкованных банок, ядовиты для человека. Время разложения: на земле – несколько десятков лет, в пресной воде – 10 лет, в соленой – 1-2 года.

Наименее опасный способ обезвреживания: захоронение после предварительного обжига (для разрушения цинкового или оловянного покрытия). Способ вторичного использования: переплавка вместе с

металлоломом. Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксиды и соли железа, цинка и олова.

Фольга. Материал – алюминий. Ущерб природе: практически не наносит. Способ вторичного использования: переплавка. Наименее опасный способ обезвреживания: захоронение или вывоз на свалку.

Стеклотара. Материал: стекло. Ущерб природе: битая стеклотара может вызвать ранения животных, может фокусировать солнечные лучи и вызывать пожары. Способ вторичного использования: переплавка. Процесс разложения в природе идет очень долго.

Батарейки (очень ядовитый мусор). Материал: цинк, уголь, оксид марганца. Ущерб природе: соединения цинка и марганца, входящие в состав батареек, ядовиты. Способов вторичного использования в больших масштабах не существует.

Изделия из пластмасс. Ущерб природе: препятствует газообмену в почвах и водоемах. Выделяют токсичные для многих организмов вещества. Могут быть проглочены животными, что приводит к гибели последних. Вред человеку: выделяют при разложении ядовитые вещества. Очень медленно разрушаются под действием солнечных лучей. Время разложения несколько десятков и даже сотен лет. Категорически запрещено сжигать изделия из пластмасс, так как образуются огромные количества диоксинов. Многие диоксины обладают канцерогенными (ракообразующими), мутагенными (изменяющими наследственность) действиями. В природе разрушаются очень медленно.

Упаковка для пищевых продуктов: бумага и различные виды пластмасс, в том числе хлорсодержащих. Иногда – алюминиевая фольга. Этот вид мусора очень медленно разрушается. Способов вторичного использования, как правило, не существует из-за трудностей разделения на компоненты. Категорически запрещено сжигать, так как при этом образуются огромные количества диоксинов.

Пищевые отходы ущерб природе практически не наносят. Гниющие пищевые отходы – рассадник микробов. При гниении выделяют дурно пахнущие и ядовитые вещества. Способ вторичного использования – компостирование. Продукты, образующиеся при обезвреживании: перегной. Категорически запрещено бросать в огонь, так как образуются диоксины.

Есть три основных варианта обращения с ТБО: захоронение, сжигание, сортировка и переработка.

Для изучения количественного и качественного состава бытового мусора в июне-июле 2013 года авторами был проведен эксперимент

и определено количество мусора, образующегося в семье за месяц, определен его состав. Его результаты приведены в таблице 1.

Проведены также исследования и выбрана оптимальная конструкция устройства для сжигания твердых бытовых отходов (твердых топлив, топливных брикетов) в пульсирующем потоке.

Устройство показано на рисунке 1.

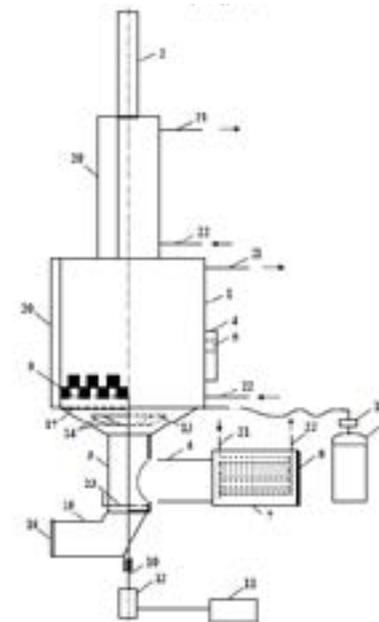


Рисунок 1 – Устройство для сжигания твердых топлив в пульсирующем потоке

Таблица 1

Тип мусора	Количество (кг)	% от общего количества
Пищевые отходы	23	73.0
Ткань, резина, кожа	4.0	12.7
Изделия из пластмассы	1.1	3.9
Полиэтиленовые пакеты	1.0	3.2
Бумага, картон	1.0	3.2
Консервные банки	0.2	0.6
Батарейки	0.1	0.3
Стекло	1.0	3.1
Итого:	31.5	100

Устройство позволяет поддерживать устойчивый режим автоколебаний в камере горения, обеспечивает эффективную теплоотдачу от газа к стенкам камеры горения, качественное сжигание твердого топлива, минимальное содержание горючих компонентов в зольном остатке, уменьшение вредных выбросов в атмосферу, устраняет условия образования кокса на колоснике и на внутренних стенках камеры горения, а также обеспечивает упрощенный контроль режима горения, низкие затраты труда и времени на обслуживание, уменьшение расхода топлива.

Это достигается за счет того, что устройство содержит камеру горения 1, трубу 2, воздухозаборник 3, с отношением площадей поперечных сечений трубы 2 и камеры горения 1, воздухозаборника 3 и камеры горения 1 соответствующем интервалу 1:(3-4), дверцу для загрузки топлива 4 с окошком 5, содержащем светопрозрачное термостойкое стекло. Воздухоподвод 6 снабжен воздухоподогревателем 7, содержащем выдвигающую заслонку 8. Разборный решетчатый колосник 9, с возможностью регулирования до 1/10 высоты камеры горения 1 от ее нижнего среза посредством устройства, выполненного в виде штока 10, электродвигателя 11 с редуктором 12. Рассекатель воздуха 13 конической формы, обеспечивающий равномерное распределение воздуха, поступающего в зону горения, состоящий не менее чем из двух конических колец 14 одинаковой высоты, установленных равноудалено друг от друга под углом наклона конической части колец 14 к вертикальной оси 40-60°, размещенной в конической части воздухозаборника 3. Зольная камера 15, соединенная с воздухозаборником 3, содержит выдвигающую заслонку 16. Устройство воспламенения 17 через редуктор 18 соединено с газовым баллоном 19. К теплообменникам 20 и воздухоподогревателю 7 присоединены трубы горячей 21 и холодной 22 воды. Между зольной камерой 15 и воздухозаборником 3 установлена поворотная двухлопастная заслонка 23.

Устройство работает следующим образом. Открываются поворотная двухлопастная заслонка 23 и выдвигающая заслонка 6 воздухоподогревателя 7, закрывается выдвигающая заслонка 16 зольной камеры 15. Решетчатый колосник 9 устанавливается в среднее положение от нижнего среза до 1/10 высоты камеры горения 1. Через дверцу 4 в камеру горения 1 загружается кусковое твердое топливо или кусковые отходы и поджигается устройством воспламенения 17. Горючий газ на устройство воспламенения 17 подается из баллона 19. Расход газа регулируется редуктором 18. В камеру горения 1 воздух поступает через воздухоподогреватель 7, воздухозаборник

3. Рассекатель воздуха 13 обеспечивает равномерное распределение воздуха на колоснике. После возгорания твердого топлива подача горючего газа из баллона 19 прекращается, устройство воспламенения 17 отключается. Решетчатый колосник 9 устанавливается в положение, соответствующее устойчивому режиму автоколебаний с максимальной амплитудой. Контроль режима горения осуществляется визуально через окошко 5. В дальнейшем, пульсации скорости тепловыделения, поддерживают автоколебания в камере горения 1. В камере горения 1 высоко нагретые газы совершают колебательное движение, которое увеличивает теплоотдачу от газа к стенке камеры горения. Вода в теплообменнике 20 нагревается и начинает циркулировать по системе потребления, при этом в воздухоподогревателе 7 происходит подогрев воздуха, поступающего в камеру горения 1. Температура в камере горения 1 повышается и увеличивается количество тепловой энергии, вырабатываемой в единице объема камеры горения 1, и повышается температура нагрева теплоносителя. Выдвижной заслонкой 8 регулируется количество холодного воздуха, поступающего в воздухоподогреватель 7. По мере выгорания топлива в камеру горения 1 подается свежая порция кускового топлива или отходов. Перед удалением золы из зольной камеры 15 закрывается поворотная двухлопастная заслонка 23, открывается выдвигающая заслонка 16 и производится удаление золы из зольной камеры 15.

При профилактическом обслуживании устройства, по мере необходимости, полностью или частично разбирается решетчатый колосник 9 и обеспечивается доступ к рассекателю воздуха 13.

Техническим результатом конструкции устройства является высокая температура в камере горения, экономия топлива, не сложный контроль режима горения, низкие затраты труда и времени на его обслуживание.

Выводы:

В результате проделанной работы был изучен количественный и качественный состав бытовых отходов семьи, выявлен самый распространенный вид отходов.

В условиях нынешнего социально-экономического и нравственного кризиса необходимо существенное повышение воспитательной функции образовательных учреждений в области экологического просвещения и образования.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

ДУЛАТ Ә. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Республика Казахстан по своему географическому положению находится в ветровом поясе северного полушария и на значительной части территории Казахстана наблюдаются достаточно сильные воздушные течения, преимущественно Северо-восточного, Юго-западного направлений. Ветровой потенциал энергии Казахстана во много раз превышает современное потребление электроэнергии. По некоторым оценкам он составляет около 1820 млрд. кВтч в год и распространен на значительной территории страны.

Казахстан относится к III и IV районам по скоростным показателям ветра, имеет более десяти мест со средней годовой скоростью ветра 8–10 м/с, являющихся богатыми «месторождениями» энергии.

При обосновании возможности строительства крупных ВЭС в том или ином районе используются детальные метеорологические данные, с помощью которых оценивается возможное годовое производство электроэнергии ветровыми турбинами.

В последнее время в энергетике Казахстана намечен ряд преобразований, которые были обусловлены стремлением государства улучшить состояние энергетики и усилить энергетическую безопасность. Правительством Республики Казахстан утверждена Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года (2014г), являющаяся частью государственной стратегии развития страны до 2030г, приняты Концепция дальнейшего развития рынка электроэнергии (2011 г.) и Закон «О поддержке ВИЭ» (2009 г.) [1].

Республика Казахстан находится на этапе перехода к устойчивому социально-экономическому развитию. Ежегодный прирост ВВП составляет порядка 7-8 %. Предпринимаются усилия для диверсификации экономики и развития несырьевых отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Поставлена задача входа страны в 30 наиболее конкурентных стран мира. В то же время экономика страны характеризуется высоким потреблением энергии. Показатели удельного потребления энергии на единицу ВВП находятся на уровне 2 тнэ / 1000 USD, что в несколько раз превышает показатели стран ОСЭСР. Высокая энергоёмкость экономики приводит к нерациональному использованию топливно-

энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность экономики и приводит к существенному загрязнению окружающей среды, в том числе парниковыми газами. По удельным выбросам парниковых газов на единицу ВВП (6 кг CO<sub>2</sub> / USD) Казахстан занимает третье место в мире [2].

Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» закладывает основы для глубоких системных преобразований с целью перехода к экономике новой формации посредством повышения благосостояния, качества жизни населения Казахстана и вхождения страны в число 30-ти наиболее развитых стран мира при минимизации нагрузки на окружающую среду и деградации природных ресурсов. В данной Концепции предполагается, что доля альтернативных источников в выработке электроэнергии не менее 3 % в 2020 году, 30 % в 2030 году и 50 % к 2050 году.

Концепция «зеленой» экономики – стержень в реализации стратегии устойчивого развития. Экология в «зеленой» экономике в XXI в. превратилась в динамично развивающуюся экономическую отрасль, все в большей степени влияющую на развитие всех экономических и социальных политик. В рамках перехода к «зеленой» экономики, предполагается:

- повысить эффективность ресурсов;
- усовершенствовать казахстанскую инфраструктуру;
- улучшить благосостояние населения;

Реализация Концепции планируется в три этапа:

– первый этап – 2013–2020 гг. – оптимизация использования ресурсов и повышение эффективности природоохранной деятельности, а также создание «зеленой» инфраструктуры;

– второй этап – 2020–2030 гг. – рациональное использование природных ресурсов, внедрение возобновляемой энергетики на базе высоких технологий;

– третий этап – 2030–2050 гг. – переход национальной экономики на принципы «третьей промышленной революции», в основу которой положено использование природных ресурсов в случае их возобновляемости.

Международная программа партнерства «Зеленый мост» представляет собой очередной важный шаг Казахстана на пути к построению «зеленой» экономики. Приверженность страны выбранному пути демонстрируется принятием Республики Казахстан в мае 2013 года Концепции по переходу к «зеленой экономике». Концепция закладывает основы для глубоких системных преобразований с

целью перехода страны к «зеленой экономике». Принятая концепция созвучна и тематике международной выставки ЭКСПО-2017 – «Энергия будущего».

Программа партнерства «Зеленый мост» (ППЗМ) была инициирована Республикой Казахстан на 66-й сессии ГА ООН и одобрена всеми государствами на Конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию в качестве межрегиональной инициативы по устойчивому развитию, которая является добровольной и открытой для участия всех партнеров. Программа предполагает тесное взаимодействие стран Центральной Азии в обеспечении устойчивого развития при поддержке ключевых международных институтов и частного сектора [3].

Энергетический сектор является одним из наиболее развитых секторов экономики Казахстана. Республика Казахстан богата запасами ископаемого топлива, доля которых составляет около 4 % от общемировых запасов топлива.

Глобальный экономический кризис ознаменовал начало нового экономического цикла. Его основой большинство ученых называют нано- и биотехнологии, а также альтернативную энергетику.

В современной интерпретации альтернативная энергетика – это совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде.

Альтернативная энергетика базируется именно на её альтернативности к наиболее распространенному в процессе мирового производства энергии источнику, а именно углеводородному сырью.

Альтернативой централизованного электроснабжения на базе крупных, в основном, угольных электростанциях, с учетом целей и задач, поставленных в Концепции перехода Республики Казахстан к «зеленой» экономике, а также международных обязательств Республики Казахстан по выполнению программ и мероприятий по предотвращению воздействия на изменение климата (Киотский протокол), является использование местных возобновляемых источников энергии.

Казахстан обладает значительными ресурсами возобновляемой энергии в виде гидроэнергии, энергии солнца, ветроэнергии, биомассы, из которых наиболее развитой и эффективной являются ветроэнергетика.

Ветропотенциал составляет 1820 млрд. кВтч электроэнергии.

Актуальность развития в Казахстане ветроэнергетики обусловлена следующими факторами:

- наличием огромного ветроэнергетического потенциала, позволяющего довести годовую выработку электроэнергии на ВЭС до нескольких миллиардов киловатт в час;
- большим количеством потребителей с малым электропотреблением,
- удаленных от централизованного электроснабжения;
- наличием сильно развитой и разветвленной сети напряжением 6-35 кВ;
- неблагоприятным режимом работы существующих протяженных радиальных ВЛ;
- высоким удельным электропотреблением на одного жителя республики;
- научно-техническим и производственным кадровым потенциалом;
- ухудшением состояния окружающей среды и выполнением экологической программы;
- тенденцией прогрессирующего увеличения топливной составляющей в себестоимости электроэнергии;
- обретением энергетической независимости от монополистов.

На 50 тыс. км<sup>2</sup> территории Казахстана среднегодовая скорость составляет выше 7 м/с. Расчеты показали, что на высоте 10 м от поверхности земли энергия, заключенная в 1 м<sup>2</sup> сечения воздушного потока, составляет порядка 4000 кВтч/м<sup>2</sup>. Наиболее значительны ветроэнергетические ресурсы Джунгарских высот (17000 кВтч/м<sup>2</sup>). Из других перспективных районов можно отметить Ерейментау – 3700 кВтч/м<sup>2</sup> (Акмолинская обл.), Мангыстауская обл. – порядка 4300 кВтч/м<sup>2</sup>, побережье Каспийского моря, Кордайский перевал – 4000 кВтч/м<sup>2</sup>, (Жамбылская обл.), Шелекский коридор (Алматинская обл.), Мугоджарские горы – 3000 кВтч/м<sup>2</sup> и др. эти районы весьма благоприятны для сооружения «ветровых полей», на которых могут быть размещены сотни ВЭУ, работающих на общую энергосистему [4].

Наиболее перспективным по использованию энергии ветра является район Джунгарских ворот. Это межгорная долина длиной 200 км и шириной 10–15 км. Сильные и продолжительные бури чаще всего наблюдаются в холодные периоды года. Продолжительность их в отдельных случаях 250–300 ч. Максимальные скорости ветра составляют 40–60 м/с.

Мугоджарские горы являются южным продолжением Уральского хребта и представляют собой цепь возвышенностей, направленных с

севера на юг. Ориентировочные размеры – длина 120 км, ширина 10 км. Наибольшая высота 660 м (г. Большой Бактыбай).

Хребет Мангыстау имеет длину 200 км, ширину 50 км, наибольшую высоту 550 м (г. Бесшоқы). При установке ВЭУ здесь можно получить до 400 млрд. кВтч.

Всего выявлено 10 площадок для ВЭС. Первая ВЭС была построена в 2011 г в Жамбылской области (1500 кВт). В декабре 2015 года ТОО «Первая ветровая электрическая станция» при поддержке АО «Самрук-Энерго» завершено строительство первой в Республике Казахстан ветряной электростанции с установленной мощностью 45 МВт. До 2020 планируется построить 12 ВЭС мощностью 750 МВт.

Перспективными для Казахстана являются следующие направления развития ветроэнергетики:

- автономные ВЭС малой мощностью от 2,5 до 100 кВт для питания обособленных проектов;
- энергетические комплексы средней мощностью 200–800 кВт для питания рассредоточенной нагрузки на территориях с низкой плотностью населения;
- энергетические комплексы с агрегатами большой мощностью 1600–5000 кВт для использования в синхронизированных энергосистемах;
- комплексные энергетические системы вертикально-роторные турбины академика Болотова мощностью 2, 5, 8, 16 кВт.

Представляет интерес размещение каскада ветроэнергетических установок в горных выработках закрытых шахт, как предусматривает программа по репрофилированию выводимых из работы шахт, рудников на Украине.

Экономические аспекты ветроэнергетики. Основная часть стоимости ветроэнергии определяется первоначальными расходами на строительство сооружений ВЭУ (стоимость 1 кВт установленной мощности ВЭУ – 1000 долларов) [5].

Работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти.

У ВЭС отсутствует топливная составляющая. После окончания периода окупаемости почти любого объекта возобновляемой энергетики идет резкое снижение тарифа в силу того, что инвестиции уже возвращены.

Объективнее было бы рассматривать цену киловатта из двух составляющих:

– первая, основная составляющая стоимость, складывающаяся на самой ВЭС с учетом стоимости ветроагрегата, связующих электролиний, строительно-монтажных и др. работ;

– вторая – стоимость, связанная с затратами на осуществление выдачи мощности, которые, что очевидно, будучи разными для конкретного объекта.

При эксплуатации ВЭС в зимний период при высокой влажности воздуха возможно образование ледяных наростов на лопастях, которые при пуске ВЭС разлетаются на значительные расстояния. Это предупреждается знаками.

Визуальное воздействие ВЭС – субъективный фактор. Для улучшения эстетического состояния ВЭС необходимо привлекать профессиональных дизайнеров.

Использование земли ВЭС незначительно. Вред, наносимый животным и птицам от ВЭС составляет менее 1 на 10000 шт., тогда как для ЛЭП, телебашен, высотных зданий около 50. В среднем за год происходит чуть более двух случаев гибели птиц в расчете на одну ВЭС.

Экологические аспекты ветроэнергетики. ВЭС мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу 1800 тонн CO<sub>2</sub>, 9 тонн SO<sub>2</sub>, 4 тонн оксидов азота, а также складирование золошлаковых отходов в объеме 40000 тонн [5].

С июня по сентябрь 2017 года Астана будет принимать международную выставку ЕХРО 2017, тема которой – «Энергия будущего». Более 100 стран и 6 международных организаций примут в ней участие. Ожидается, что за все время мероприятия его посетят 5 миллионов посетителей. Тема «Энергия будущего» была предложена принимающей страной и отражает реакцию на энергетические и экологические проблемы, с которыми сталкивается весь мир. Цель ЕХРО 2017 состоит в обмене мировым опытом в вопросах альтернативных источников энергии и в содействии переходу Казахстана к «зеленой экономике». Главным устремлением ЕХРО 2017 является достижение эффекта на глобальном, национальном и региональном уровнях. Поскольку программа партнерства «Зеленый мост», в свою очередь, стремится оказать должный эффект от своей деятельности на региональном уровне, ее цель и цели ЕХРО 2017 совпадают [6].

Таким образом, зеленая экономика приводит не только увеличению богатства, но и обеспечивает более высокие темпы роста ВВП. Она создает неразрывную связь между искоренением бедности и поддержанием и сохранением экологических ресурсов, являющихся

общим достоянием. Экологическая экономика создает новые рабочие места в количестве которых со временем превышает число рабочих мест до перехода к новой экономике. Происходит радикальная смена экономической парадигмы в постиндустриальную эпоху. Такой переход произойдет постепенно и будет связана с построением nanoобщества. Сегодня в мире есть понимание ограниченности природных резервов. Поэтому ставится вопрос о необходимости пересмотра механизмов природопользования с учетом экологических и социальных составляющих. Решение этого вопроса зависит от глубины и ясности понимания проблемы и принятия определенных действий со стороны бизнеса, деятельность которого связана с использованием природных ресурсов и от результатов которой зависит устойчивость развития экономики и качество жизни людей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Республики Казахстан «О поддержке ВИЭ» от 04.07.09, № 165-IV (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.09.2014) [1, с. 16].

2 Белей, В. Ф. Современная ветроэнергетика: тенденция развития, проблемы и варианты их решения / В. Ф. Белей, Э. Харцфельд, Я. Пихоцки // Промышленная энергетика. – 2014. – №8, [2, с. 56–60].

3 Инициатива Астаны «Зеленый мост»: Партнерство стран Европы, Азии и Тихого океана по реализации «зеленого» роста», утвержденная шестой Конференцией министров по окружающей среде и развитию в Азиатско-Тихоокеанском регионе 2 октября 2010 года [3, с. 22-24].

4 Яшков, В. А. Экологические преимущество ветроэнергетики / В. А. Яшков и др. // Десятые Международные Научные Надировские чтения по проблеме «Научно-Технологического развития нефтегазового комплекса». – Атырау, Казахстан, 27-28.09.2012. – [4, с. 600–603].

5 Маринушкин, Б. К генеральной схеме развития ветроэнергетики в Казахстан / Б. Маринушкин, А. Трофимов // Энергетика. – 2012. – №2 [5, с. 219].

6 VIII Евразийский Форум KAZENERGY. Энергия будущего – Евразийские перспективы, Астана, 8-9 октября, 2013 [6, с.88-90].

7 Быстрицкий, Г. Ф. Ветроэнергетические установки – дополнительный источник электроэнергии / Г. Ф. Быстрицкий // Промышленная энергетика. – 2007. – №10, [с.58-59].

8 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015 г. с перспективой до 2030 г. (ПП РК №857, 25.08.2003) [6, с.32-34].

9 Зеленая экономика – экономика будущего! <http://egov.kz/>

10 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», утвержденная Указом Президента РК от 30 мая 2013 года № 577 [5, с. 54].

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ПИТАЮЩИМИ СЕТЯМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ЕДАКИН А. И.

студент Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет, г. Томск

ГЕРАСИМОВ Д. Ю.

к.т.н., доцент, Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время емкостные накопители энергии (ЕНЭ) находят весьма широкое применение в различных электротехнологических установках [1]. ЕНЭ, как правило, состоят из батареи конденсаторов, зарядного устройства (ЗУ) постоянного тока и разрядного контура (рис. 1).

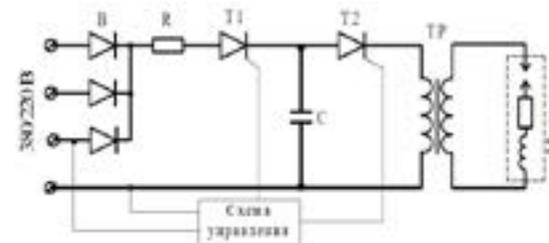


Рисунок 1 – Принципиальная схема ЕНЭ (В – выпрямитель, R – зарядное сопротивление, Т1 – тиристор зарядного контура, С – батарея конденсаторов, Т2 – тиристор разрядного контура, ТР – повышающий импульсный трансформатор).

Основной составляющей ЕНЭ является ЗУ, состоящее из выпрямителя (В), зарядного сопротивления (R) и ключа (тиристор Т1). ЗУ обеспечивает заряд батареи конденсаторов (С). Разрядный контур состоит из ключа (тиристор Т2) и повышающего импульсного трансформатора (ТР), к которому подключена нагрузка. ЗУ является генератором высших гармоник и импульсных помех. Высшие гармоники

являются следствием преобразования переменного тока промышленной частоты в выпрямленный ток, с применением трехфазного выпрямителя, выполненного на статических полупроводниковых диодах. Импульсные помехи появляются при коммутации батареи конденсаторов. Такие помехи отрицательно влияют на устройства электронной техники, а также неблагоприятно сказываются на работе систем учета электроэнергии, релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи [2, 3].

Таким образом, обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) емкостных накопителей энергии с питающими сетями электроснабжения является актуальной задачей.

Для регистрации помех в питающей сети использовался анализатор электропотребления AR-4M «Контроль количества и качества ЭЭ» (Испания). Анализатор подключался к сети напряжением 380/220 В, непосредственно у клемм подключения ЕНЭ к питающим сетям электроснабжения. Анализатор предназначен для измерения, записи и анализа параметров режима трехфазных электрических сетей. Мгновенные значения токов и напряжений измеряются и обрабатываются микропроцессором. Измеряемые параметры отображаются на дисплее и периодически записываются в память с частотой, определяемой пользователем. Содержание памяти переносится на компьютер и анализируется с помощью специального программного обеспечения. При этом не требуется отключения прибора от исследуемого объекта.

На рис. 2 представлены осциллограммы напряжения, полученные анализатором электропотребления AR-4M. Импульсные кратковременные помехи (перенапряжения) появляются на экстремумах напряжения питающей сети.

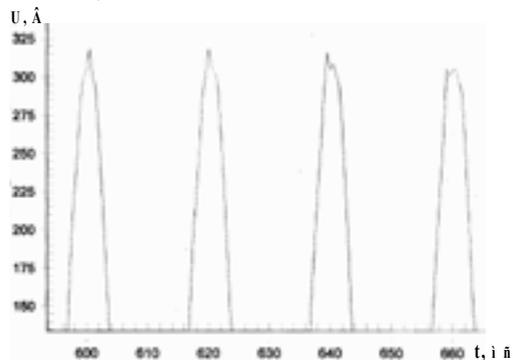


Рисунок 2 – Осциллограммы напряжения в сети 220/380 В при работе ЕНЭ

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ЕНЭ является источником импульсных токов и напряжений создающих помехи в питающей сети. Помеха – это нежелательная изменяющаяся разность потенциалов электрической цепи, добавляющаяся к полезному сигналу (напряжению сети). Ток помехи является следствием появления ЭДС помехи. Под помехами обычно понимают ЭДС или падения напряжений, которые создаются внутри данного устройства, в результате изменения токов и напряжений [4].

Импульсные помехи возникают при коммутации батареи конденсаторов (С) (рис. 1). Максимальный уровень генерируемых помех наблюдается при переходе тока в нуле, этим и объясняется появление помех на экстремумах напряжения сети. Напряжение помехи УП, накладывающееся на напряжение сети, определяется по выражению:

$$U_{\text{П}} = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

Значения этих помех могут достигать нескольких вольт [4], что подтверждается экспериментальными данными. Для обеспечения ЭМС применяются дополнительные электротехнические средства в месте подключения к сети «некачественных» потребителей, призванных ослабить, парировать или компенсировать отдельные или все возмущения режима в узле подсоединения к сети. Такими средствами являются LC-фильтры, стабилизаторы напряжения [3, 4].

Возможны два типа устройств для подавления импульсных помех: устройства не пропускающие короткие импульсы (LC-фильтры); дивертеры (ограничители напряжения).

Последние ограничивают напряжение путем «срезания» определенного максимального значения напряжения, установленного для каждого типа ограничителей. При снижении электрических нагрузках и естественном увеличении напряжения, даже на допустимом уровне, ограничители напряжения этого не «почувствуют» и тем самым будут дополнительно искажать напряжение сети. Следовательно, для подавления импульсных помех следует использовать LC-фильтры, представляющие собой элементы для обеспечения затухания помех.

Сетевой помехоподавляющий фильтр представляет собой элемент, который свободно пропускает напряжение сети (полезный сигнал) и фильтрует поступающие в питающую сеть высокочастотные составляющие (гармонические, в том числе, и образующие спектр импульсные помехи). Основными составляющими элементами фильтров являются катушки индуктивности и конденсаторы. Они могут

использоваться для подавления помех отдельно или в комбинации друг с другом. Элементы фильтров зависят от номинального напряжения и пропускной способности по току. Защитные катушки индуктивности представляют собой элементы с возможно малыми емкостью и активным сопротивлением обмоток. Они имеют замкнутые или разомкнутые сердечники (стержни или кольца из ферромагнитного материала, металлооксидной керамики, прессованного порошка из карбонильного железа). Катушки индуктивности со стержневым или простым кольцевым сердечником демпфируют как синфазные, так и противофазные сигналы. При использовании катушек индуктивности и конденсаторов для фильтрации помех следует иметь ввиду, что любой конденсатор наряду с емкостью обладает паразитной индуктивностью, зависящей от длины выводов конденсаторов. Она особенно велика у двухполюсных конденсаторов и мала у конденсаторов-вводов (проходных). Каждая катушка индуктивности в дополнении к ее индуктивности имеет паразитную емкость. Емкость между витками катушки индуктивности должна быть минимальной для защиты от высокочастотных помех. Таким образом, обмотка, по возможности, должна быть однослойной и иметь наименьшее расстояние между витками [4].

Согласно [4] коэффициент затухания зависит от параметров фильтра и от полных сопротивлений источника и приемника помех. Коэффициент затухания, в зависимости от конкретных условий, может иметь сильно различающиеся значения для одного и того же фильтра. Один и тот же фильтр при различных условиях, т. е. в зависимости от значения и частотных характеристик полных сопротивлений может вызывать сильно различающиеся затухания. Поэтому практически сложно задать общую характеристику фильтра независимо от конкретных условий. Если значения сопротивлений источника и приемника известны, то приблизительный выбор подходящей структуры фильтра можно производить с использованием данных [4]. С учетом этого принимаем структуру фильтра Г-образного типа. На рис. 3 приведена схема трехфазного сетевого режекторного Г-образного LC-фильтра и принципиальное его соединение с ЕНЭ.

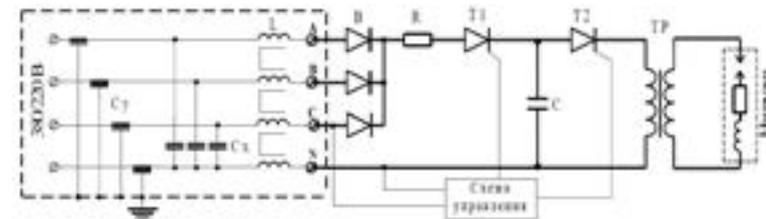


Рисунок 3 – Схема Г-образного LC-фильтра и принципиальное его соединение с ЕНЭ

Фильтр состоит из режекторного дросселя  $L$ , трех опорных конденсаторов  $CX$  и четырех проходных конденсаторов  $CY$ . Параметры и характеристики фильтра:  $L = 4,0$  мГн;  $CX = 2,2$  мкФ;  $CY = 22$  нФ;  $a_e = 40$  Дб;  $W_{pac} = 400$  Дж (максимальная рассеиваемая энергия). Основой дросселя служит ферритовый сердечник, на который намотаны все провода, включая нулевой. Прямой и обратный токи равной величины, проходящие по проводам, не создают существенного магнитного поля, которое могло бы намагнитить сердечник, и поэтому для таких токов индуктивность дросселя равна индуктивности линии. Если прямой и обратный токи по какой-либо причине не равны, например, вследствие добавления в оба провода токов помехи, протекающих в одном направлении, то разностный ток создает магнитное поле, которое намагничивает сердечник. ЭДС самоиндукции, направленная встречно, уменьшает токи помехи. Конденсаторы  $CX$  и  $CY$ , служат для защиты как от противофазных, так и от синфазных помех [4].

На рис. 4 приведены осциллограммы напряжения сети, при работе ИП совместно с разработанным трехфазным сетевым режекторным LC-фильтром.

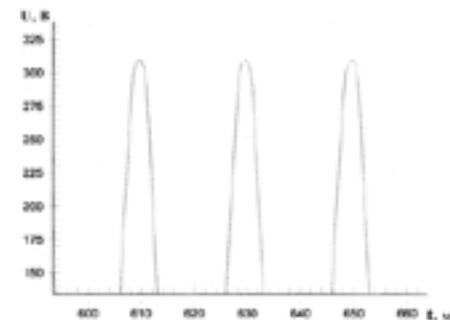


Рисунок 4 – Осциллограммы напряжения в сети 220/380 В при работе ЕНЭ и режекторного LC-фильтра

Как видно из приведенных осциллограмм работа ИП совместно с фильтром не оказывает заметного влияния на питающую сеть. Ранее было отмечено, что эффективность фильтра зависит от полных сопротивлений источника и приемника, и фактическая эффективность фильтра определяется лишь экспериментально. Таким образом, структура и параметры фильтра выбраны правильно, это подтверждается экспериментальными исследованиями.

#### Выводы

Импульсные помехи возникают при коммутации батареи конденсаторов ЕНЭ. Максимальный уровень генерируемых помех наблюдается на экстремумах напряжения сети при отключении тока в нуле.

Разработанный сетевой трехфазный режекторный Г-образный LC-фильтр обеспечивает электромагнитную совместимость емкостного накопителя энергии с питающими сетями электроснабжения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зиновьев Г.С. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники (электроэнергетический аспект). Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. 91 с.
- 2 Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1984. 160 с.
- 3 Эрглис К.Э. Защита электронной аппаратуры и измерительных систем от внешних помех. Приборы и техника эксперимента. 1969. № 3. 17 с.
- 4 Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике. М.: Энергоатомиздат, 1995. 304 с.

### РАЗВИТИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ И КАЗАХСТАНЕ

ЕРШИНА А. К.

д.ф – м. н., профессор, Казахский Государственный женский Педагогический университет, г. Алматы  
БОРИБАЕВА М. А., НУРСАДЫКОВА Ж. К.  
магистранты, Казахский Государственный женский Педагогический университет, г. Алматы

Принцип получения электрической энергии с помощью ветра основан на преобразовании кинетической энергии воздушных атмосферных масс в энергию электрическую. Энергия ветра

практически неограниченна, так как она имеет свойство регенерации в зависимости от солнечной активности.

Одним из наиболее перспективных направлений в поисках альтернативного получения энергии на сегодня считается – ветроэнергетика. За последние годы ветроэнергетика стала по-настоящему бурно развивающейся отраслью современной «чистой» или, как ее еще называют, «зеленой» энергетики. Средства преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую, тепловую, и электрическую формы энергии занимают все большую долю в энергетической мировой отрасли.

Запасы этой энергии неисчерпаемы, поскольку ветер возникает в результате действия солнца, а уровень вредных выбросов при такой генерации практически нулевой. Объемы же выбросов в атмосферу вредных веществ и парниковых газов при сжигании традиционного топлива способствуют изменению климата и негативно сказываются на здоровье человека. Таким образом, налицо тенденция к успешному, и все большему освоению возобновляемых источников «чистой» энергии.

В настоящее время ветроэнергетика развивается бурными темпами. На основании отчета о развитии мировой ветроэнергетической отрасли за 2016 год, подготовленной Всемирной ветроэнергетической ассоциацией (World Wind Energy Association - WWEA) следует, что мощность мировой ветроэнергетической отрасли в 2016 году достигла 456,5 ГВт (см. рис. 1). Из которых 21,7 ГВт были добавлены в первые шесть месяцев 2016 г. Это увеличение аналогично, как и в первой половине 2015 года, когда 21,6 ГВт было добавлено. Установленные по всему миру ветротурбины к середине 2016 могут генерировать около 4,7 % от спроса мирового производства электроэнергии.

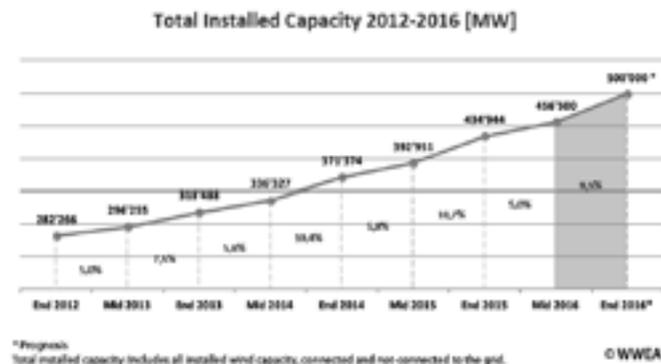


Рисунок 1 – Установленная мощность ВЭУ в мире [МВт]

Глобальный потенциал ветра вырос на 5 % в течение шести месяцев (после 5,8 % в тот же период в 2015 году, и 5,6 % в 2014 году) и на 16,1 % в годовом исчислении (середина 2016 по сравнению с середины 2015 года). Если провести анализ состояния ветроэнергетики к середине 2016 года то следует, что все еще пять традиционных стран ветра, Китай, США, Германии, Индии и Испании, представляют вместе 67 % всемирного потенциала ветра. С точки зрения новых производственных мощностей, США и Испания играли незначительную роль, так как они составляют менее 4% от рынка новых турбин, в то время как Германия и Индия показали увеличение числа новых установок и китайские установки были аналогичны с предыдущим годом. В общем, доля большой пятерки в новых производственных мощностях составляет 72 %. В общей сложности четыре страны установили более 1 ГВт в первой половине 2016 года: Китай (10 ГВт новых мощностей), Индия (2,4 ГВт), Германия (2,4 ГВт) и Бразилия (1,1 ГВт) [1].

Position	Country/Region	Total capacity June 2016	Added capacity H1 2016	Total capacity end 2015	Added capacity H1 2015	Total capacity end 2014	Added capacity H1 2014	Total capacity end 2013	Added capacity H1 2013
		[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
1	China	158'000	10'000	148'000	10'311	114'763	7'175	91'324	8'827
2	United States	74'096	830	73'267	1'994	65'754	835	61'328	5'934
3	Germany	47'430	2'389	45'042	1'991	40'468	1'830	34'500	12'458
4	India	27'325	2'291	24'739	1'297	22'460	1'131	20'120	19'244
5	Spain	22'987	-	22'987	-	22'987	-	22'950	22'950
6	United Kingdom	13'940	120	13'820	872	12'440	640	10'711	9'776
7	Canada	11'298	109	11'205	511	9'694	723	7'638	6'578
8	France	10'861	568	10'293	520	9'296	338	8'254	7'697
9	Brazil	9'820	1'095	8'725	838	5'962	1'301	3'866	2'788
10	Italy	9'181	141	8'958	124	8'663	30	8'551	8'417
11	Sweden	6'108	100	6'000	107	5'425	354	4'470	4'271
12	Poland***	5'300	100	5'200	280	3'834	337	3'190	2'798
13	Turkey	5'146	428	4'718	430	3'763	466	2'959	2'615
14	Denmark*	5'089	25	5'064	76	4'883	89	4'772	4'578
15	Portugal**	5'040	6	5'034	-	4'953	105	4'724	4'547
	Rest of the World***	44'309	2'900	41'409	2'900	35'968	2'275	29'718	26'861
	<b>Total</b>	<b>456'486</b>	<b>21'714</b>	<b>434'944</b>	<b>21'678</b>	<b>371'317</b>	<b>17'613</b>	<b>318'914</b>	<b>296'581</b>

Рисунок 2 – Рейтинг стран по мощности ветровой энергии.

Из рисунка 2 можно увидеть, что 15 лучших стран по ветровой энергии показывают разнообразную картину в первой половине 2016 года: половина рынков осуществляется сильнее, чем в 2015: Германия, Индия, Франция, Бразилия, Италия, Швеция и Польша.

Анализ состояния ветроэнергетики по регионам. Развитие по регионам

В десятку крупнейших рынков для новых ветровых турбин включены рядом с Китаем, Германии, Индии и Бразилии: США (830 МВт), Франция (568 МВт), Турция (428 МВт), Великобритания (390 МВт). Бразилия превзошла Италию и стала на 9-е место на рынке с 1'095 МВт добавленной к первой половине года.

Европа

Европа продолжала убывать свою долю глобальной установленной мощности, что составляет 33 % к концу июня 2016 года. Европейские рынки показали следующую картину, сравнивая с первой половиной 2015 года: Германия, Франция и Италия увеличилась второй год подряд на число их новых установок (см. рис. 1). Великобритания резко уменьшилось, 320 МВт после 872 МВт в первой половине 2015 года. Германия до сих пор номер один в рынке ветра в Европе, с новой мощностью 2,4 ГВт и в общей сложности 47,4 ГВт. Рекордное количество установок, ожидается в Германии ко второй половине и в течение полного 2016 года, так как новая система аукционов будет введена в 2017 году, и как ожидается, приведет к резкому падению немецкого рынка в ближайшие годы. В Испании и Португалии рынки все еще находятся в списке с 0 и 6 МВт соответственно [1].

Азия: Доминируют Китай и Индия

Опять же в 2016 году Китай был, и на сегодняшний день является крупнейшим ветровым рынком, добавив 10 ГВт в течение шести месяцев, почти такой же, как и в предыдущем году, когда были установлены 10,1 ГВт. На долю Китая приходилось 46 % мирового рынка новых ветровых турбин. В июне 2016 Китай имел общую установленную мощность 158 ГВт. Индия добавила рекордное количество 2,4 ГВт, почти в два раза больше чем в первой половине 2015 года, когда было установлено 1,3 ГВт. Японцы и корейские рынки ветра все еще растут очень скромными темпами, в обеих странах проценты, свидетельствующие о росте 3,3 % и 7,5 % соответственно.

Северная Америка и Латинская Америка

У рынка США была трудная полтора года после рекордного первого квартала; добавив 520 МВт в период с января по март, и только 310 МВт в апреле и июне, 1991 МВт были установлены в первой половине прошлого года. Однако после расширения производства в конце 2015 года, насчитывается свыше 12,5 ГВт мощностей ветровой энергии на стадии строительства. Канада установила ВЭУ мощностью 109 МВт в течении первой половины 2016 года. Самый большой американский рынок в Латинской Америке и теперь на 9-й позиции по всему миру является – Бразилия. Бразилия установила ВЭУ мощностью

1,1 ГВт в первой половине 2016 года и достигла общей мощностью 9810 МВт, с темпом роста 12,5 %. Как ожидается, продолжит работу в качестве ведущего рынка в регионе и может достичь 6-е место в мире до 2018 года [1].

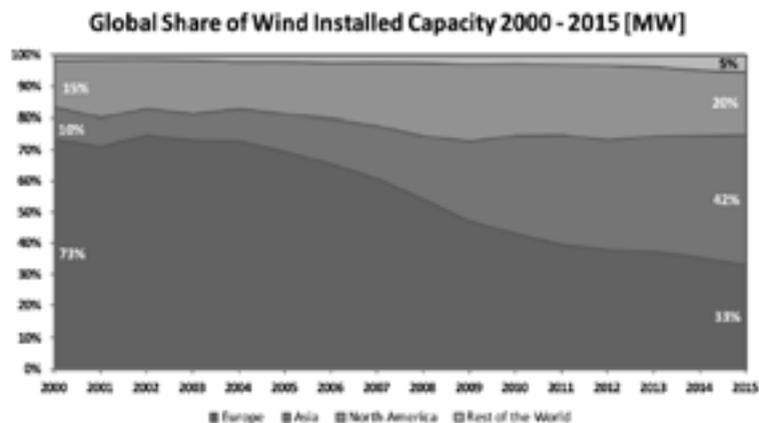


Рисунок 3 – Глобальная доля установленной мощности энергии ветра 2000 – 2015гг [МВт]

#### Перспективы развития ветроэнергетики в Казахстане

Республика Казахстан по своему географическому положению находится в ветровом поясе северного полушария и на значительной части территории Казахстана наблюдаются достаточно сильные воздушные течения, преимущественно Северо-восточного, Юго-западного направлений. Ветровой потенциал энергии Казахстана во много раз превышает современное потребление электроэнергии. По некоторым оценкам он составляет около 1820 млрд. кВтч в год и распространен на значительной территории страны. На карте ярким цветом выделены зоны высокой ветровой активности – богатые месторождения гигантских объемов энергии. Казахстан относится к III и IV районам по скоростным показателям ветра, имеет более десяти мест со средней годовой скоростью ветра 8–10 м/с, являющихся богатыми «месторождениями» энергии.

При обосновании возможности строительства крупных ВЭС в том или ином районе используются детальные метеорологические данные, с помощью которых оценивается возможное годовое производство электроэнергии ветровыми турбинами.

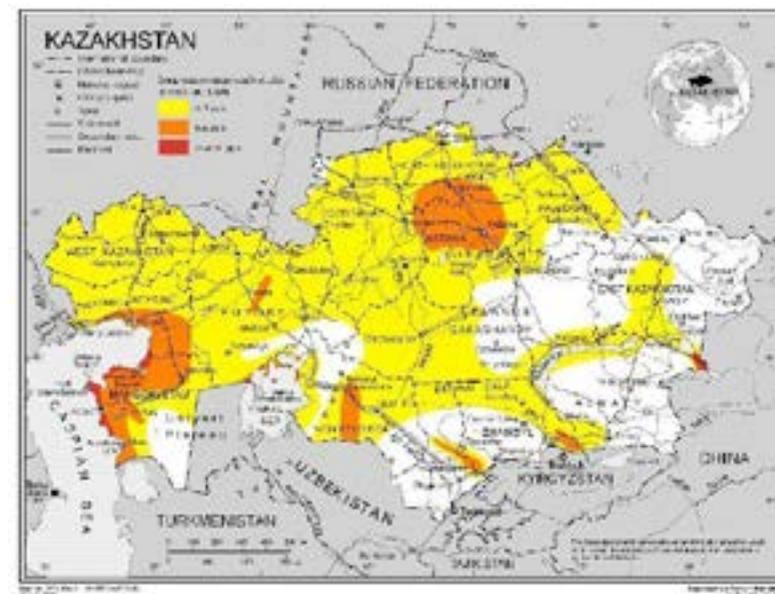


Рисунок 4 – Карта ветропотенциала Казахстана

Детальные ветровые данные получают с помощью метеомачт высотой 30-50 метров в течении как минимум одного года. Такие измерения в рамках проекта ПРООН были выполнены в Джунгарских воротах и Шелекском коридоре, где среднегодовая скорость ветра составляет порядка 7,5 м/с и 5,8 м/с на высоте 10 м/с потенциалами 525 Вт/м<sup>2</sup> и 240 Вт/м<sup>2</sup>, соответственно, а впоследствии еще на восьми площадках в нескольких местах Казахстана [2].

В ряде районов Казахстана среднегодовая скорость ветра составляет более 6 м/с, эти районы также являются привлекательными для развития ветроэнергетики. Исследования ветроэнергетического потенциала в ряде мест по территории Казахстана проведенные в рамках проекта Программы развития ООН по ветроэнергетике, показывают наличие хорошего ветрового климата и условий для строительства ВЭС в Южной зоне (Алматинская, Джамбульская, Южно-казахстанская области), в Западной зоне (Мангистауская и Атырауская области), в Северной зоне (Акмолинская область) и Центральной зоне (Карагандинская область). В этой связи Казахстан рассматривается как одна из наиболее подходящих стран мира для использования ветроэнергетики [3].

По данным «Нефтяного обозрения», к середине 2015 г. установленная мощность ветроэнергетических станций в Казахстане составила 55,7 МВт, включая «Ерейментауский ветропарк» (19 ветротурбин FL-2000 единичной мощностью 2,05 МВт), Кордайскую ВЭС (две ветротурбины по 750 кВт и 11 ветротурбин Nordex единичной мощностью 1 МВт), ВЭС ТОО «Агрофирма Родина» (одна ветротурбина мощностью 750 кВт) и ВЭС в Северо-Казахстанской области КТ «Зенченко и компания» (четыре ветротурбины, суммарная мощность которых составляет 3,5 МВт) [4]. По отчету о развитии мировой ветроэнергетической отрасли за 2015 год, подготовленной Всемирной ветроэнергетической ассоциацией (World Wind Energy Association – WWEA) Казахстан на конец 2014 года занимает 87–е место с установленной мощностью 2,0 МВт [5].

Углубленное изучение проблем использования энергии ветра в Казахстане началось в последние 15-20 лет работами академика НАН РК Ш.А. Ершина (КазНУ им. аль - Фараби), академика НИА РК А.В. Болотова (АУЭС, Алматы), проф. Н.С. Буктукова (Институт горного дела, г. Алматы), д.т.н. проф. Х.Ж. Байшагирова (НПО-ВЭУД, г. Кокчетав), О. Баялиева (ИП «Инновационное бюро Баялиева», г. Алматы), А.К. Кусаинова (Азиямонтажинжиниринг, г. Алматы), д.т.н., профессор М.Б. Кошумбаева (КазНИИЭ им. Ш.Ч.Чокина), д.т.н., проф. Г.Б.Нурпеисовой (КазНИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, д.ф.-м.н., проф. К.К. Кусаиновым (Институт прикладной математики, г. Караганда) [6].

Таким образом, ветроэнергетика рассматривается не только как экологически «чистый» источник энергии. Ветроэнергетика также поддерживает социально-экономическое развитие, энергетическую безопасность и снижает зависимость электроэнергии от цен на топливо. Перспективы развития альтернативных источников (ветроэнергетики) энергии в мире за последние десятилетия оцениваются положительно, если не брать в расчет гидроэнергетику, то на данный момент ветроэнергетика является самой развитой отраслью возобновляемой энергетики в мире.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 «Всемирная Ветроэнергетическая Ассоциация», доступно на: <http://www.wwindea.org> 2016 г.

2 Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан до 2015 г. ( Утвержден Указом Президента Республики Казахстан, №1096 от 17.05.2003 г.).

3 «Казахстанская электроэнергетическая Ассоциация Комитет по возобновляемым источникам энергии», доступно на: <http://www.windenergy.kz>

4 «Украинцы создали в Казахстане мощную ветроэлектростанцию» - СМИ - Trust.UA 04.01.2016 г. <http://www.trust.ua/news/120571-ukraincy-sozdali-v-kazahstane-moschnuyu-vetroelektrostantsiyu---smi.html>

5 «Всемирная Ветроэнергетическая Ассоциация», доступно на: <http://www.wwindea.org> 2015г.

6 А.Е. Ершина Теория и практика использования возобновляемых источников энергии: Учебное пособие. – Алматы: типография ТОО «378», 2015 г. – 51-56 стр.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В АО АРЭК

ИЛИЯСОВ А. А.

магистрант, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана

В данной статье приводятся основные результаты исследований имеющихся потенциалов повышения качества технического обслуживания высоковольтных выключателей (ВВ), предназначенных для коммутации высоковольтных цепей и обслуживаемых предприятием АО АРЭК. Эти исследования проведены в процессе подготовки магистерской диссертации.

Оборудование, применяемое в системах централизованной электроэнергетики Казахстана, имеет большой срок службы, значительный износ и является технически несовершенным. Поэтому основные тенденции развития этой отрасли связаны с преодолением технологического отставания от развитых стран, сопутствующим догоняющим развитием энергетической инфраструктуры и решением в рамках данной концепции практических задач. Данные задачи могут быть решены посредством заимствования лучшего зарубежного опыта в сфере энергетического менеджмента, а также форм и методов повышения эффективности отрасли в части снижения прямых затрат и иных эксплуатационных издержек. В диссертации решение этой задачи рассматривается в двух основных аспектах:

– применения технологий цифровой диагностики высоковольтных выключателей ВВ без

- их предварительной разборки и последующей сборки, в целях получения объективной
  - оценки остаточного ресурса ВВ без избыточных затрат;
  - выбора и применения современных цифровых диагностических приборов, позволяющих
  - оценивать остаточный ресурс ВВ с достаточной достоверностью.
- Перечисленные аспекты рассматриваются в работе с учетом технологических, экономических и правовых факторов в их непосредственной связи и в более сложной зависимости, которая имеет неявный характер.

Своевременное получение информации о фактическом состоянии оборудования в цифровом виде предоставляет эксплуатационной организации ряд преимуществ, позволяющих не только снижать эксплуатационные затраты, но и в большинстве случаев предупреждать аварии оборудования и сетей энергоснабжения посредством своевременного выполнения превентивных действий. Снижение аварийности и числа отказов также позволяет снижать издержки, повышать качество энергоснабжения и увеличивать объемы реализации электроэнергии, как товара, посредством снижения количества и продолжительности отключений потребителей от энергоснабжения, производимых по причинам аварийности оборудования. Получаемая информация в цифровом виде может оперативно передаваться по каналам связи и подвергаться последующей обработке на компьютере с применением соответствующих задач программно-аппаратных средств. В зарубежных странах большое распространение имеет высоковольтное оборудование, имеющее встроенные цифровые устройства диагностики, с использованием которых информация о состоянии оборудования передается по каналам связи в центральную диспетчерскую службу, где учитывается остаточный ресурс оборудования и фиксируются дефекты на ранней стадии их возникновения. В этом случае используется алгоритм своевременного выполнения превентивных действий.

Необходимо отметить, что использование цифровых методов работы с различной технологической информацией является одной из основных тенденций в развитии современного общества. В настоящее время, отсутствие возможности получать и обрабатывать информацию в цифровом виде воспринимается как анахронизм, и обуславливает неотложную необходимость во внедрении цифровых методов информационного обеспечения производства товаров и услуг. Мировой практикой доказано, что эффективное использование информационных

технологий позволяет кратно увеличивать производительность и повышать качество в тех областях науки, техники и технологий, где это использование имеет место.

Технологические решения высоковольтной коммутации предусматривают компактную интеграцию в одном корпусе устройств разного назначения в виде основных и дугогасящих контактных групп, среды для гашения дуги, механических приводов и соединительных проводников. Для высоковольтных выключателей наиболее опасными являются проявления неравномерности коммутации фаз. По этой причине, такого рода неисправности коммутационного оборудования неизбежно будут проявляться в технологических нарушениях основных функций трансформаторов подстанций, как основного оборудования энергетических сетей, в виде неполнофазных и переходных режимов. Воздействие отказов коммутационного оборудования на выполнение функций трансформаторами может быть многообразным, и может проявляться в диапазоне от незначительно воздействия до полного прекращения работоспособности. Большое значение имеет готовность к исполнению коммутационных операций как на включение, так и на отключение. По этим причинам, обеспечение высокой надежности исполнения своих функций высоковольтными выключателями приобретает большое значение для успешного решения задачи повышения качества энергоснабжения в РК.

Применительно к вопросам диагностики энергетического оборудования, существует необходимость в своевременном получении достоверной и полной информации о фактическом состоянии оборудования в целях оценки остаточного ресурса его работы, а также для организации своевременного ремонта этого оборудования, позволяющего предупредить возникновение аварий, избыточных эксплуатационных затрат и потерь доходов из-за отключений энергоснабжения потребителей. В настоящее время на энергетических предприятиях РК производится регламентированное техническое обслуживание в том виде, который предусмотрен действующей нормативной и технической руководящей документации. Такое обслуживание выполняется с регламентируемой периодичностью, а также в предусмотренном объеме, который не зависит от фактического технического состояния оборудования. Такие методы содержания оборудования относятся к виду планово-предупредительного обслуживания (ППО). При таком методе обслуживания не исключаются избыточные и непроизводительные затраты материалов, труда и времени, расходуемые на обслуживание оборудования, которое в этом

не нуждается. Такой затратный метод сплошных проверок применяется также и для того, чтобы убедиться в исправности оборудования и оценить его остаточный ресурс. Например, в процессе планового регламентного обслуживания высоковольтного выключателя, производится вывод его из работы, отключение от питающей и нагрузочной сети, слив масла, разборка оборудования, диагностический осмотр, испытания с применением простых диагностических устройств в виде сигнальных ламп, амперметров, вольтметров, измерителей перемещения и вращения, последующая сборка оборудования, проверка правильности сборки, залив масла, ввод в эксплуатацию. Результатом этих работ является получение информации о текущем состоянии оборудования, зафиксированное ручным методом на бумаге в виде акта осмотра. В этом случае для получения диагностической информации производится очень большой объем работ. В целях снижения трудоемкости диагностических процедур, в настоящее время информацию о текущем состоянии оборудования в удобном цифровом виде можно получать без трудоемкой разборки оборудования. В этом случае может значительно снижаться общая трудоемкость и материалоемкость регламентного обслуживания оборудования.

Необходимо отметить, что требования регламента в этом случае также будут соблюдаться. Рассмотрим технологические схемы технического обслуживания устройств высоковольтной коммутации, предусмотренного нормами, и применяемого на практике. В соответствии со схемой рисунка 1, в процессе обслуживания последовательно выполняются подготовительные мероприятия, отключение от сети, слив масла, разборка оборудования ВВ, осмотр и диагностика ВВ, оценка остаточного ресурса ВВ, формирование заключения о необходимости ремонта ВВ или об отсутствии такой необходимости. Далее могут быть два варианта действий – или ремонт, или переход к следующему этапу без ремонта, с последующими сборкой оборудования, контрольными испытаниями, и вводом в эксплуатацию (рисунок 1):



Рисунок 1 – Общая технологическая схема регламентного обслуживания высоковольтных выключателей

Цифровая диагностика с применением современных приборов и программно-аппаратных средств для обработки диагностической информации, позволяет исключить несколько наиболее трудоемких и затратных стадий в технологической схеме регламентного обслуживания оборудования, используемого для коммутации высоковольтных цепей. В этом случае можно рассмотреть два варианта технологических схем. Одна схема будет отражать процесс регламентного обслуживания ВВ с использованием цифровой диагностики, в результате применения которой делается заключение о исправности оборудования и наличии достаточного остаточного ресурса. Другая схема должна отражать процесс регламентного обслуживания оборудования с использованием цифровой диагностики, в результате применения которой делается заключение о неисправности оборудования, отсутствии достаточного остаточного ресурса, а также процедуру разборки, ремонта, последующей сборки, контрольной проверки и ввода в эксплуатацию.

Технологическая схема регламентного обслуживания по первому варианту отражена на рисунке 2. Данная схема отражает процедуру регламентного обслуживания высоковольтных выключателей с использованием цифровой диагностики, осуществляемой без разборки оборудования. В результате реализации такой схемы, наиболее трудоемкие и затратные стадии по сливу масла, разборке оборудования,

последующему заливу масла и сборке оборудования не выполняются из-за отсутствия необходимости в их выполнении. Данная схема может быть актуальной для оборудования, которое в обязательном порядке в соответствии с регламентом должно подвергаться проверке и диагностике, в целях определения остаточного ресурса.

В этом случае, наличие подтвержденного инструментальным методом остаточного ресурса является основным критерием пригодности оборудования для дальнейшего использования. Если предположить, что более 30 % оборудования, подвергаемого диагностике с разборкой его частей, получает заключение об отсутствии дефектов и о наличии необходимого остаточного ресурса работы без ремонта [1,с.9], то для этого оборудования применима схема варианта 1, показанная на рисунке 2:



Рисунок 2 – Вариант № 1 технологической схемы регламентного обслуживания ВВ с использованием цифровой диагностики без разборки диагностируемого оборудования

Таким образом, примерно не менее чем в 30 % случаев выполнения процедур диагностики, имеется возможность значительно снизить затраты на выполнение регламентных работ при использовании цифровых методов определения остаточного ресурса. Технологическая схема регламентного обслуживания по второму варианту отражена на рисунке 3:



Рисунок 3 – Вариант № 2 технологической схемы регламентного обслуживания с использованием цифровой диагностики до и после ремонта

Данная схема отражает процедуру регламентного обслуживания устройств высоковольтной коммутации с использованием цифровой диагностики, осуществляемой с неизбежной разборкой оборудования в целях его ремонта. Диагностика может осуществляться до разборки, после разборки, а также после ремонта. В результате реализации такой схемы, наиболее трудоемкие и затратные стадии по сливу масла, разборке оборудования, последующему заливу масла и сборке оборудования выполняются из-за неотложной необходимости в их выполнении. В данном случае применение цифровой диагностики позволяет сравнить осциллографические характеристики коммутационных процессов до ремонта и после ремонта, в целях подтверждения эффективности и качества ремонта. Цифровая диагностика, применяемая в такой технологической схеме, позволит значительно повысить качество ремонтных работ. Повторная контрольная цифровая диагностика, осуществляемая после ремонта, позволяет достоверно оценить качество устранения дефектов, обнаруженных при первичной диагностике, а также оценить новый ресурс оборудования, полученный после ремонта. Необходимо отметить, что одновременность коммутации контактов по фазам вызывает токовые перегрузки и повышенный износ ВВ, и качество регулирования синхронности коммутации по фазам может быть проверено с достаточной точностью только с использованием цифровых методов диагностики и осциллографирования, а также с

последующей компьютерной обработкой информации. Экономический эффект от применения этой схемы может заключаться в снижении потребностей в повторных ремонтах, выполняемых по причинам недостаточного качества проведения первичного ремонта, а также в снижении соответствующих издержек, вызванных некачественной регулировкой междуфазной синхронности коммутации контактов ВВ.

При выборе приборов для реализации цифровой диагностики, необходимо учесть ряд важных факторов. В РК применяется энергетическое оборудование, которое в своем большинстве изготовлено по стандартам бывшего СССР, или произведено в странах СНГ и Таможенного союза. Это оборудование имеет значительные отличия от оборудования, выпускаемого по стандартам ЕС, США или Японии. В связи с этим, необходимо применять приборы, максимально адаптированные для применения на имеющемся в РК энергетическом оборудовании. Если цифровые приборы производства ФРГ, Японии, США имеют очень большую стоимость и мало приспособлены для использования в отечественных условиях, то приборы нового поколения, производимые в России, имеют лучшее соотношение цены и качества, а также предназначены для диагностики именно такого оборудования, которое применяется в РК. Это приборы типов ПКВ/У3, ПКВ/М6, ПКВ/М7 изготовителя ООО «СКБ ЭП», инновационного предприятия полного цикла с успешной 25-летней историей. Эти приборы в полной мере соответствуют требованиям технологии цифровой диагностики. Изготовителем разработан уникальный метод, способный определять дефекты в выключателях на ранней стадии их формирования, что позволяет в 1,5 раза увеличивать срок службы высоковольтного оборудования и на 30 % сокращать затраты на ремонт ВВ [4, с.1]. Для передачи данных в компьютер и ведения архива измерений используется специальная программа производителя приборов.

Широкое практическое применение цифровых приборов может стать начальным этапом в переходе на цифровые технологии в электроэнергетике Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования – М.: Издательский дом Додэка XXI. – 08. – 304 с.
- 2 Михеев, Г. М. Ресурсосберегающая диагностика переключающих устройств силовых трансформаторов: учеб. пособие для вузов / Г. М. Михеев. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2007. – 184 с.
- 3 ООО СКБ ЭП <http://skbpribor.ru/>

## СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ РАБОТЫ ДЕАЭРАТОРОВ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

КАЖИБАЕВА А. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Деаэрактор предназначен для удаления кислорода и свободной углекислоты из составляющих потоков питательной воды и регенеративного подогрева основного конденсата, а так же является местом сбора и запаса питательной воды.

Удаление газов обеспечивается термической деаэрацией поступающих в деаэрактор потоков, сущность которой заключается в следующем: при повышении температуры воды до температуры насыщения, соответствующей давлению в деаэракторе. Растворимость газов в воде снижается практически до нуля из-за снижения парциального давления газов в паре. Парциальное давление газов в воде растёт, поэтому при соприкосновении пара с водой происходит переход газов из воды в пар.

На энергетических предприятиях часто встречаются деаэраторы атмосферного типа с рабочим давлением 0,12 МПа. С позиции надёжности работы деаэраторов важнее рассмотреть работу деаэраторов повышенного давления, которые работают при повышенном давлении от 0,23 до 1,08 МПа, что в девять раз больше, чем у атмосферников.

В соответствии с Законом Республики Казахстан «О Гражданской защите» (пункта 2, статьи 71) деаэраторы повышенного давления относятся к опасным производственным объектам на которые распространяются «Правила обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением».

В качестве примеров рассмотрим результаты технического диагностирования деаэрактора на одном из энергетических предприятиях Павлодарской области.

По результатам технического диагностирования деаэрактора на одном из предприятий в 2010 г при измерении диаметра и определении овальности выявлены сечения превышающие допустимую. Согласно требований РД 34 РК.17.439-03 овальность не должна превышать 3 %.

При проведении визуального осмотра в корпусе бака деаэрактора обнаружены сквозные трещины, две из которых располагались в местах приварки ребер жесткости. По результатам магнитопорошковой дефектоскопией было выявлено трещины протяженностью до 400 мм и глубиной до 5 мм. Значительная часть из них была расположена

под ребрами жесткости, некоторые трещины развивались вглубь металла от подрезов. Проведенные исследования показали, что по химическому составу и механическим свойствам металл бака деаэратора соответствовал установленным требованиям. Трещины имели транскристаллический характер, края их были несколько размыты. При проверке баков-аккумуляторов были обнаружены подрезы и выборки металла, являющиеся концентраторами остаточных напряжений и напряжений, возникающих в процессе эксплуатации. Случаи выявления сквозных трещин на деаэраторах повышенного давления отмечались и на других электростанциях.

В литературе [1] говорится, что в качестве мер по ремонту корпусов деаэраторов можно производить приварку усиливающих накладок или других укрепляющих элементов к внутренней поверхности бака под деаэрационными колонками, что повысит общую жёсткость бака деаэратора и не допустит превышение овальности сверх допустимых пределов (рисунок 1).

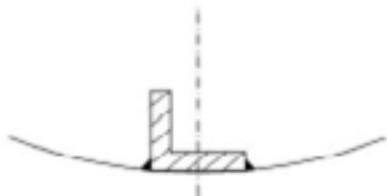


Рисунок 1 – Приварка ребра жёсткости полкой уголка

Но, как отмечается в [2], повреждения в местах приварки ребер жесткости являются наиболее массовыми и типовыми в конструкции деаэратора.

В сварных швах приварки ребер жесткости выявляется значительное количество усталостных трещин в зоне термического влияния при наличии подрезов. При этом, в статье отмечается, что приваренные минимальным количеством швов к обечайке бака ребра жесткости являются оптимальным вариантом, так как в такой конструкции получается минимальная длина сварных швов приварки ребра жесткости к обечайке, являющихся местами образования дефектов.

Ещё одним из вариантов решения данной проблемы является разработка конструкции усиления деаэратора «НПО ЦКТИ» г. Санкт-Петербург, с установкой внутри бака четырех новых неприваренных кольцевых ребер жесткости – два под колонкой, и два в районе несущих опор деаэратора и усиливающая накладка на его внутренней поверхности под колонкой.

Для повышения надежности работы с учетом условий эксплуатации и повышенной овальности, ребра жесткости устанавливаются вершиной треугольника из труб под верхнюю образующую бака и к корпусу бака не привариваются, а фиксируются в четырех точках. Они состоят из нескольких составных частей и при монтаже подгоняются по поверхности бака (рисунок 2).

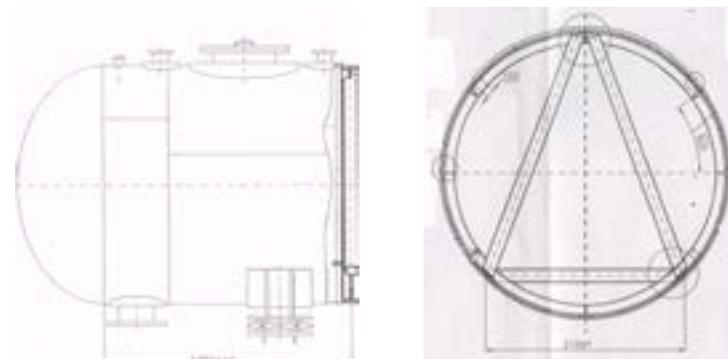


Рисунок 1 – Установка ребер жесткости для усиления деаэраторного бака

Такие работы были проведены на четырех деаэраторах ТЭС и одном деаэраторе ГРЭС Павлодарской области. При проведении очередного технического диагностирования были отмечены положительные результаты проведенных работ, овальность бака оставалась на прежнем уровне, что говорит об отсутствии напряжений в местах установки ребер жесткости.

Однако при учете влияния коррозии при нарушениях водно-химического режима, прогнозируемое количество циклов нагружения давлением значительно превысит допускаемое. Поэтому необходимо вести строгий контроль и не допускать нарушений водного режима.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 РД 34 РК.17.439-03. Методические указания о порядке продления сроков службы сосудов, работающих под давлением, по результатам технического диагностирования на предприятиях министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан.

Крючко Г.Д., Стригунков К.А., Леякова Т.В., Шимин В.И. Надёжность работы деаэраторов высокого давления ТЭС. Теплова энергетика № 11, 2009, с. 11-17.

## ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА КЫЗЫЛОРДЫ

КАЙДАР А. Б.

м. т. и т., гл. менеджер, АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу

КАЙДАР М. Б.

менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

ТЕМИРХАНОВ Е. У.

д.э.н., заслуженный энергетик СНГ и Казахстана,

академик Международной экономической Академии «Евразия»,

зам. ген. директора АО «КазТрансГаз», член Правления, г. Астана

ШАПКЕНОВ Б. К., КИСЛОВ А. П., МАРКОВСКИЙ В. П.

к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ФАЙЗУЛЛА Д. Ф., АЙТЖАНОВ С. Е.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Появление или, скажем, возврат к нетрадиционным источникам энергии в нашем обществе вызывает определенное сопротивление. Еще 50 лет назад на территории СССР существовали тысячи ветроагрегатов от 1,5 до 30 кВт, которые снабжали электроэнергией удаленные от централизованных источников энергии объекты народного хозяйствования. Они были незаменимы на полевых станциях, геологоразведочных экспедициях, высокогорных и пустынных областях страны.

Серийно выпускавшийся в 1991 году в СССР на НПО «Ветроэн» крыльчатый ветродвигатель, имел размах лопастей 6 метров и мощность 4 кВт. Его киловатт-час стоил 8-10 копеек. Сейчас это меньше коробки спичек.

Работы по созданию серии новых автономных ветроэлектрических установок (ВЭУ) мощностью от 1 до 30 кВт выполнялись до 1975 г. Истринским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики (рис. 1).

Период с 1976 по 1991 гг. характеризуется тем, что выполненный в предыдущие годы большой объем НИР и ОКР был реализован в виде серийно выпускаемой продукции - несколько тысяч ветроустановок различного назначения - и внедрен в народное хозяйство страны.



Рисунок 1 – Автономные ветроэлектрические установки мощностью 30 кВт Истринского филиала ВНИИЭ [1]

мощностью 100 кВт с диаметром колеса 30 м. Развитие этого направления достигло своего пика, когда в 1957 году была изготовлена ветряная турбина мощностью 200 кВт. Но вскоре их вытеснили мегаваттные станции, работающие на традиционном топливе.

До подготовки к ЭКСПО-2017 проблематика ветросолнечных электростанций не только замалчивалась, но и встречала негативную реакцию в среде специалистов энергетиков.

Но с подачи президента страны вопросы ветросолнечной, атомной энергетики получили новый толчок в энергетической политике государства.

Искусственное сдерживание в 2014 и в 2015 г. девальвации тенге привело к ускоренному сжиганию валютных резервов страны. Для фиксации курса тенге за год с небольшим было потрачено валютных резервов на сумму \$28 млрд. (\$18 млрд в 2014 и \$10 млрд. в 2015).

Так и сейчас, некоторые из наших энергетиков заявляют, что пока у нас есть дешевый уголь и пока мы его весь не сожжем, проблемы других источников энергии это проблемы других стран вроде Японии, у которых угля нет.

В 1975 году было создано в г. Истра Московской области головное предприятие НПО «Ветроэн», задачей которого стало освоение серийного производства ветроустановки организация их монтажа и технического обслуживания в различных регионах страны для нужд ветроэнергетики. Производство ВЭУ было организовано в ряде филиалов НПО «Ветроэн»: в г. Астрахань, в г. Уфа, а также в Киргизии и Казахстане.

С 1929 по 1936 года в СССР разрабатываются установки мощностью 1000 кВт и 10000 кВт. Эти установки планировались для работы на сеть. В 1933 году в Крыму устанавливается ВЭС

Казахстан никогда не догонит ту же Японию или соседний Китай, если будет руководствоваться такой страусиной позицией: голова в песке, а перышки сверху.

Пока все не сожгу и пальцем не шевельну, это позиция экспата, а специалист, радеющий за отрасль, за будущее поколение, которому здесь жить, будет искать и реализовывать тренды, позволяющие обеспечить конкурентоспособность отечественных технологий, товаров, продуктов.

Информация о возобновляемых энергоресурсах и их распределения по Казахстану требует точности для обоснования схем размещения и проектирования энергетических комплексов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В связи с этим проведение оценки имеющегося потенциала в конкретном районе, регионе, области является первостепенной задачей, при разработке проектов строительства энергетических объектов.

Ветровой потенциал энергии Казахстана во много раз превышает современное потребление электроэнергии. По некоторым оценкам он составляет около 1820 млрд. кВт·ч в год и распространен на значительной территории страны [2]. На карте ярким цветом выделены зоны высокой ветровой активности – богатые месторождения гигантских объемов энергии.

Казахстан относится к III и IV районам по скоростным показателям ветра, имеет порядка 20 географических районов со средней годовой скоростью ветра 8–10 м/с [2, 3]. При обосновании возможности строительства крупных ВЭС в том или ином районе используются детальные метеорологические данные, с помощью которых оценивается возможное годовое производство электроэнергии ветровыми турбинами.

Детальные ветровые данные получают с помощью метеомачт высотой 30-50 метров в течении как минимум одного года. Такие измерения в рамках проекта ПРООН были выполнены в Джунгарских воротах и Шелекском коридоре, где среднегодовая скорость ветра составляет порядка 7,5 м/с и 5,8 м/с на высоте 10 м с потенциалами 525 Вт/м<sup>2</sup> и 240 Вт/м<sup>2</sup>, соответственно, а в последствии еще на нескольких площадках на территории Казахстана.

В настоящее время такие данные имеются в свободном доступе [4], по месяцам, дням и годам (рис. 2-5 и табл. 1). Причем климатические данные приводятся не только относительно ветровых характеристик по регионам, но по солнечному потенциалу (рис. 2-5, табл. 1). Совместно с Министерством энергетики и минеральных ресурсов РК

разрабатывается Национальная Программа развития ветроэнергетики, в рамках которой будут определены индикативные цифры установки мощностей ветростанций на период 2010-2024 гг. По предварительным данным установленная мощность ВЭС к 2024 г. может составлять порядка 2000 МВт [2].

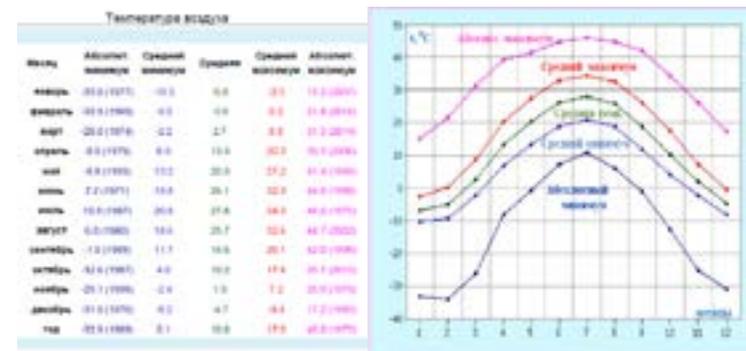


Рисунок 2 – Числовая и графическая интерпретация температурных климатических характеристик Кызылординской области [4]

Таблица 1 – Температурные параметры Кызылординской области [4]

Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год.
Абсолютный максимум, °С	15,2	21,4	30,7	39,3	41,4	44,8	46,0	44,7	42,0	34,3	26,0	17,2	40,1
Средний максимум, °С	-0,5	0,2	8,8	20,3	27,3	32,9	34,3	32,6	26,1	17,4	7,3	-0,3	17,8
Средняя температура, °С	-4,8	-5	3,7	13,3	20,5	26,1	27,8	25,7	18,6	10,2	1,9	-4,7	10,8
Средний минимум, °С	-10,3	-8,2	-2,2	6,6	13,2	18,8	20,8	18,6	11,7	4,0	-2,3	-8,2	5,2
Абсолютный минимум, °С	-32	-20,8	-16	-8	-0,8	7,2	10,8	6,0	-1	-12,8	-20,1	-31	-33,8
Норма осадков, мм	19	15	17	18	18	10	8	4	4	10	17	17	151

Источник: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/33002.htm>

На юге республики большая часть населения проживает в сельской местности, где сегодня имеется ряд проблем с устойчивым энергоснабжением, и адекватное обеспечение экологически чистой энергией является основой устойчивого развития сельских и горных регионов и обеспечивает рациональное использование природных ресурсов. Комплексное использование ВИЭ позволило бы в перспективе успешно решать многие проблемы энергообеспечения и охраны окружающей среды.

Для повышения энергообеспеченности Кызылординского макрорегиона необходимо строительство ветросолнечных электростанций. Другим перспективным направлением в развитии альтернативной энергетики является строительство крупных и малых ГЭС на реке Сырдарье.

Кызылординская область административно разделена на 7 районов:

- Аральский район, центр – город Аральск;
- Казалинский район, центр – посёлок городского типа Айтеке-Би;
- Кармакшинский район, центр – село Жосалы (Джусалы);
- Жалагашский район, центр – село Жалагаш (Джалагаш);
- Сырдарьинский район, центр – село Терензек;
- Шиелійский район, центр – село Шиели (Чиили);
- Жанакорганский район, центр – село Жанакорган (Яныкурган).



Рисунок 3 – Числовая и графическая интерпретация осадков в мм [4].

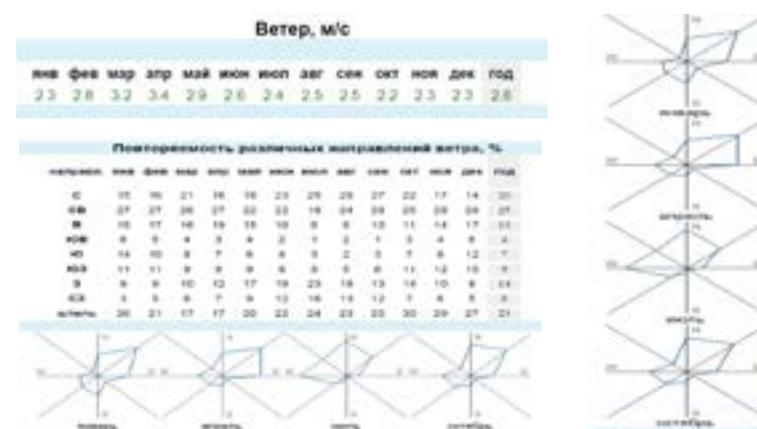


Рисунок 4 – Ветровые характеристики Кызылординской области

Административный центр город Кызылорда. (44°51'00" с. ш., 65 31'00" в. д.) основан в 1820 году под названием Ак-Мечеть – как крепость Казахского ханства. Население – 270 тыс. жителей (2015), с примыкающими посёлками и селами проживает 380 тыс. жителей (2015). Расположен по обоим берегам Сырдарьи, в 830 км к юго-западу от Астаны.

Город Байконур, территория которого окружена территорией Кармакшинского района, не входит в состав Кызылординской области и является городом республиканского подчинения. Общая территория области без земель, арендованных Российской Федерацией, составляет (по данным Комитета по управлению земельными ресурсами Министерство регионального развития Республики Казахстан) 240 414 км².

Таблица 2 – Характеристики прозрачности атмосферы Кызылординской области [4]

Влажность воздуха, %													
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
	78	74	65	49	41	35	34	34	40	52	70	77	54
Облачность, баллов													
месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
общая	6,1	5,3	5,1	4,7	4,2	3,0	2,5	1,8	2,0	3,4	5,1	5,9	4,1
нижняя	3,3	2,6	2,5	1,8	1,7	1,2	1,1	0,7	0,7	1,3	2,7	3,4	1,9

Число ясных, облачных и пасмурных дней													
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Общая облачность													
ясных	5	6	7	7	8	12	16	18	18	13	7	6	123
облачных	14	14	17	18	21	17	14	13	11	15	15	14	183
пасмурных	12	8	7	5	2	1	1	0	1	3	8	11	59
Нижняя облачность													
ясных	15	16	18	20	19	23	24	27	26	24	17	15	244
облачных	11	9	10	9	12	7	7	4	4	6	9	10	98
пасмурных	5	3	3	1	0	0	0	0	0	1	4	6	23

Одним из этапов проектирование ветросолнечных электростанций является изучение рельефа, так как скорость ветра в поверхностном слое сильно зависит рельефа. Кроме того важно определиться со свободными территориями (соланчаки, пески, горы, ущелья и т.д.). Анализ территории показывает, что область расположена к востоку от Аральского моря в нижнем течении реки Сырдарья, в основном в пределах Туранской низменности (высота 50-200 м). По левобережью Сырдарьи – обширные пространства бугристо-грядовых песков Кызылкумов, прорезаемых сухими руслами Жанадарьи и Куандарьи; по правобережью встречаются возвышенности (Егизкара, 288 м), участки песков (Арыскуп и др.), неглубокие котловины, занятые солончаками. На севере – массивы бугристых песков (Малые Барсуки и Приаральские Каракумы). На крайнем юго-востоке в пределы Кызылординской области заходят северо-западные отроги хребта Каратау (высота до 1419 м).

Другой важный показатель для ветросолнечных электростанций это количество солнечных дней в году, температура, прозрачность (облачность) атмосферы и т.д. Климат в Кызылординской области резко континентальный и крайне засушливый с продолжительным жарким и сухим летом и со сравнительно тёплой, короткой и малоснежной зимой с сильными ветрами. Средняя температура июля на северо-западе 25,9 °С, на юго-востоке 28,2 °С, января соответственно –9,8 °С и –3,5 °С. Количество осадков на северо-западе у побережья Аральского моря около 100 мм (наименьшее в Казахстане), на юго-востоке в предгорьях Каратау до 175 мм.

Анализ климатических характеристик показывает, что среднемесячные скорости ветров в Кызылординской области находятся в пределах 2,2-3,4 м/с, что не меньше чем средне месячные скорости ветра в Европе и почти сравнима с показателями Павлодара. Например, среднемесячные скорости ветров в Павлодаре составляют 2,7-3,7 м/с [5].

В то же время число ясных – 123 и облачных – 98 составляет в сумме 321 день в году.

Безусловно имеющийся дефицит электроэнергии на юге Казахстана и излишек на северо-востоке обуславливает востребованность строительства проекта «Транзит 500 кВ Север-Восток-Юг», учитывая, что это также приведет к повышению устойчивости самой энергосистемы Казахстана. Однако не надо забывать и об альтернативных вариантах – ветросолнечных и других электростанциях.

К слову надо отметить, что если объем выбросов углекислого газа в электроэнергетике по отношению к 2012 году в 2014 и 2015 году остается неизменным, то объем вырабатываемой электроэнергии возобновляемыми источниками энергии согласно ведомственным данным составлял 0,7 и 0,704 млрд. кВтч за эти же периоды соответственно.

В 2015 году были введены в эксплуатацию 14 проектов ВИЭ суммарной мощностью 119,9 МВт в Алматинской, Акмолинской, Жамбылской, Костанайской, Кызылординской и Южно-Казахстанской областях, основные их них:

- СЭС «Бурное» 50 МВт в Жамбылской области;
- Ерейментауская ВЭС 45 МВт в Акмолинской области;
- Интумакская ГЭС 600 кВт в Карагандинской области;
- ВЭС 2 МВт в Кызылжарском районе Северо-Казахстанской области;
- СЭС «Акбай» 1 МВт в Сайрамском районе Южно-Казахстанской области;
- СЭС «Очистой» 0,95 МВт в г. Шымкент Южно-Казахстанской области;
- ГЭС «Рысжан» 2 МВт в Южно-Казахстанской области;
- ГЭС «Караш» 125 кВт в Алматинской области;
- Верхне-Басканская ГЭС 4,2 МВт в Алматинской области;
- ВЭС ТОО «Vista International» расширена на 12 МВт (до 21 МВт) в Жамбылской области;
- Кызылординской области используют возобновляемые источники энергии в Шиелинском районе и в с. Кейден, Жанакорганского района СЭС мощностью 418,6 кВт.

На 01.01.2016 г. в Казахстане действуют 48 предприятий, использующих ВИЭ, общей суммарной мощностью 251,55 МВт.

Выводы.

Исходя из вышеизложенного можно сделать выводы:

Ветросолнечный потенциал Кызылординской области превышает существующий объем потребления электрической энергии населением и промышленностью.

Кызылординская область располагает значительным ветросолнечным потенциалом для промышленного освоения.

Строительство в Кызылорде ветровых и солнечных электростанций возможно и будет экономически целесообразным.

Климат Кызылорды для солнечных электростанций подходит идеально. В Кызылорде возможно обеспечение производства энергии из собственных источников, удовлетворяющее потребности экономики.

При соответствующих льготах [6, 7] вводимых в настоящее время для возобновляемых электростанций себестоимость электрической энергии будет сравнима или незначительно выше стоимости электроэнергетики, поставляемой с Шардаринской ГЭС (ЮКО).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://vetrogenerator.com.ua/vetrogenerator/>
- 2 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов АП, Марковский В.П. Перспективы строительства ветроэлектростанций на территории Казахстана. Вестник ПГУ, Энергетическая серия, 2015 г., № 2, С. 53-61. ISBN 1811-1858.
- 3 А.Б.Кайдар, Б.К.Шапкенов, Н.М. Падруль. Повышение эффективности преобразования энергии ветра. Материалы международной научно-технической конференции «VI чтения Ш. Шокина», 10 октября 2014 года, с. 204-210, ISBN 978-601-238-128-3
- 4 Погода в Кызылорде. <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/38062.htm>
- 5 Погода в Павлодаре. <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/36003.htm>
- 6 Постановление Правительства РК от 19.02.2015 № 79 «О внесении изменения в постановление Правительства Республики Казахстан от 29 апреля 2014 года № 419 «Об утверждении тарифов, не превышающих уровня отпускной цены, установленного в утвержденном и согласованном с уполномоченным или местным исполнительным органом технико-экономического обоснования проекта строительства объекта по использованию возобновляемых источников энергии, и сроков его действия в соответствии с технико-экономическим обоснованием для энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии» (по АИТ-Энерго).
- 7 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 118 «Об утверждении Правил определения тарифа на поддержку возобновляемых источников энергии»; зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 апреля 2015 года № 10622

## ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВЕ

КУЗНЕЦОВА Н. С.

к.ф.-м.н., доцент, Томский политехнический университет, г. Томск

МУСТАФИНА Р. М.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САРСИКЕЕВ Е. Ж.

PhD, ст. преподаватель, Казахский агротехнический университет

имени С. Сейфуллина, г. Астана

НУРЖАН Е.

студент, Томский политехнический университет, г. Томск

Следуя традиционным представлениям о взрыве взрывчатых веществ в твердом теле, можно выделить (и эксперименты подтверждают это) зону дробления (измельчения) и зону растрескивания [1, с. 152; 2, с. 2397]. В первой наблюдается многочисленные изломы, во второй, как правило, радиальные трещины. При этом характерные радиальные размеры этих зон для ряда кристаллических тел (ПММА, стекло, керамика, ряд горных пород) составляют  $(1-3) \cdot 10^{-3}$  м и  $(3-6) \cdot 10^{-2}$  м соответственно [3, с. 184]. Это, на наш взгляд, обусловлено относительно малыми радиальными размерами области излучения ударно-волновых возмущений и, как следствие, высокой степени дивергенции волны при ее движении от канала на периферию.

Влияние скорости приложения динамической нагрузки на разрушение твердых тел, несмотря на многочисленные работы, продолжает оставаться дискуссионным. В ряде работ [4, с. 88; 5, с. 134] указывается на необходимость увеличения длительности импульса за счет снижения силы динамического удара, позволяющей снизить долю энергии, затрачиваемую на местное переизмельчение среды вокруг заряда. При исследовании взрыва плексиглаза [6, с. 101] также отмечается, что увеличение длительности взрывного импульса приводит к значительной интенсификации дробления (при неизменной энергии взрыва).

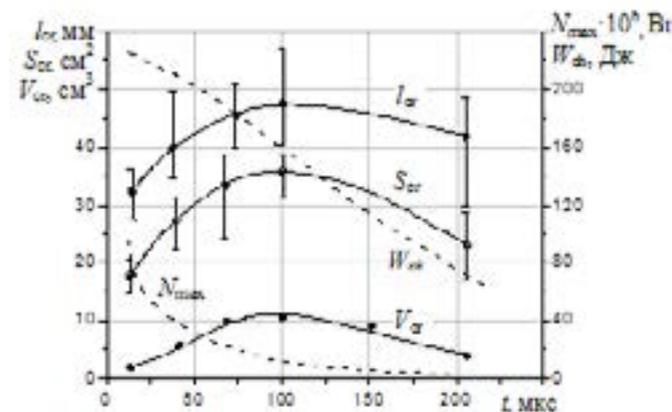
В [6, с. 125; 7, с. 245], напротив, интенсивность разрушения связывается с максимальным напряжением и отмечается слабая корреляционная связь между энергетическими показателями разрушения и продолжительностью воздействия нагрузки.

Динамика движения изломов в зоне растрескивания изучалась на органическом стекле [8, с. 38], канифоли и силикатном стекле [1, с. 204; 9, с. 231]. Эксперименты показали, что основной тип изломов

в данной зоне являются радиальные трещины. Изменение амплитуды и длительности воздействия волн механических напряжений, возбуждаемых расширяющимся разрядным каналом, не приводило к изменению скорости разрушения силикатного стекла. Предельная и единственно измеренная скорость разрушения достигала значения 1470 м/с [1, с. 145; 9, с. 166; 10, с. 377], что соответствует 0,38 от скорости продольных волн в стекле и фактически совпадает со скоростью фронта радиальных трещин при взрыве 0,4с0 [11, с. 49]. На основании опытных данных разрушения силикатного стекла авторы [1, с. 84] выделяют четыре последовательные стадии. Первая стадия представляет движение большого числа радиальных трещин в круговой зоне разрушения. Длительность начальной фазы разрушения при максимальной скорости энерговыделения составляла (2–3) мкс, при минимальной – около 1 мкс. На второй стадии наблюдался равномерный рост постоянного количества трещин в материале. Количество трещин и длительность стадии увеличивались при увеличении скорости энерговыделения. На третьей стадии количество движущихся трещин резко уменьшалось и тем скорее, чем меньше скорость энерговыделения. Скорость роста трещин на этой стадии оставалась максимальной. На четвертой стадии наблюдалось несколько (1–3 в поле зрения) одиночных подвижных трещин. Особенностью этой стадии являлось постепенное снижение скорости роста трещин по мере их продвижения практически до момента их полной остановки. Длительность четвертой стадии существенно зависела от скорости энерговыделения: при малой скорости эта стадия практически отсутствовала и, наоборот, при большой скорости трещины прорастали на значительную длину. Подобное разделение стадий разрушения не является однозначным, так как было основано на результатах, выполненных для узкого диапазона экспериментальных условий и при малых размерах плоских образцов, что делает невозможным анализ разрушения таких твердых материалов, как например, горные породы.

Об отсутствии зависимости предельной скорости роста трещин в ряде хрупких материалов от величины скорости нагружения свидетельствуют экспериментальные результаты других авторов [12, с. 15; 13, с. 33]. Согласно теории Мотта [12, с. 12], для волн напряжений в твердом теле, распространяющихся со скоростью продольной волны  $c_0$ , скорость распространения трещин не может превышать значения  $0,38c_0$ . В пластичных материалах скорость роста трещин изменяется дискретно и возможны их кратковременные остановки даже при квазипостоянном выделении энергии.

Для технологических аспектов электроразрядного разрушения особый интерес представляет исследование радиуса зоны растрескивания. В [8, с. 41] на образцах органического стекла  $200 \times 200 \times 35$  мм рассматривалось влияние длительности энерговыклада на длину максимальной трещины  $l_{cr}$ , площадь трещинообразования  $S_{cr}$  (определяемой наибольшей площадью выпуклого многоугольника, описанного по вершинам трещин), объем откольной воронки  $V_{cr}$ . Рисунок 1 иллюстрирует наличие оптимальной области времени выделения энергии, соответствующей минимуму затрат энергии на единицу объема зоны растрескивания. Во всех пяти режимах энерговыклада, отмеченных на рисунке 1 полосами разброса исследуемых величин осуществлялся осциллирующий режим энерговыклада с периодами 3,8; 7,5; 10; 24,5; 103,5 мкс соответственно; максимальная мощность  $N_{max}$  изменилась как 94; 27,7; 12,7; 8,1; 0,88 МВт.



W – энергия в канале,  $N_{max}$  – мощность, развиваемая в канале пробоя  
Рисунок 1 – Влияние длительности выделения энергии на эффективность разрушения органического стекла

Кленин Ш.Т. [14, с. 204], разрушая монолитные образцы песчаника в условиях, характерных для электроразрядного бурения скважин (с энергией порядка 1,2 кДж), и регулируя период колебаний разрядного тока в пределах  $(5-25) \cdot 10^{-6}$  с, показал, что каждому межэлектродному промежутку в диапазоне  $S=(20-100)$  мм соответствует оптимальный период  $T_{opt}$ , при котором отмечается минимум удельных энергозатрат. Значение  $T_{opt}$  растет с увеличением разрядного промежутка, находясь в сильной корреляции со временем распространения трещин от канала до свободной поверхности.

Результаты экспериментальных исследований электроразрядного разрушения плоских образцов керамики в системе острие – острие [15, с. 167] позволили сделать вывод: «медленный» ввод энергии приводит к низкой концентрации трещин в образце, но значительно большей их длине. «Быстрый» ввод энергии позволяет получить большое количество трещин незначительной длины, рисунок 2, т. е. приводит к переводу разрушения в бризантный режим. При большом времени выделения энергии генерируется меньшее число трещин, и за счет подпитки энергией деформируемого объема их длина увеличивается. При этом, к сожалению, автор не уточняет какой режим энергоснабжения относит к «быстрому», а какой к «медленному» и где проходит грань между ними.



а) –  $T=4,8$  мкс; б) –  $T=3,6$  мкс; в) –  $T=2,2$  мкс

Рисунок 2 – Характер разрушения при электрическом пробое керамики, энергия в импульсе в первый полупериод колебания тока  $W_I=120$  Дж

После зарождения трещин в материале на их рост и направление распространения влияют дислокации, микротрещины и неоднородности, которые становятся концентраторами напряженностей [13, с. 33; 16, с. 118], в направлении которых растут трещины.

Экспериментальные и теоретические исследования характера разрушения твердых тел электрическими разрядами позволили выявить возможность его регулирования и некоторые общие закономерности:

- трещины в материале имеют радиальный характер и распространяются от канала к свободной поверхности;
- количество трещин и их длина существенно зависят от параметров нагружения;
- в области, прилегающей к каналу, наблюдается выкрашивание материала, то есть образуется область переизмельчения;
- направление распространения трещин носит вероятностный характер и зависит от степени неоднородности материала.

Слабым местом вышеприведенных экспериментальных данных по трещинообразованию и разрушению твердых тел является отсутствие

последовательного и детального исследования закономерностей их разрушения при импульсном пробое, что не позволяет однозначно выявить причинно-следственные связи процесса разрушения. К настоящему времени практически отсутствуют данные о концентрации и развитии трещин в массиве твердого материала в виду сложности проведения экспериментальных измерений и непрозрачности разрушаемых тел. Другим их недостатком является довольно ограниченный диапазон экспериментальных условий, невозможность сравнения результатов в виду сильного различия первоначальных условий экспериментов, что не позволяет, не только описать трещинообразование, но и качественно оценить закономерности влияния параметров энергоснабжения на эффективность разрушения твердых пород при электровзрыве. Практически единственным параметром, представляющим важное для анализа и расчета значение, является скорость распространения трещин, которая согласно [17, с. 243; 1, с. 67] составляет порядка  $(0,38-0,4)$  с0.

Работа выполнена в рамках проекта «Грантовое финансирование научных исследований на 2015-2017 годы» по теме: «Исследование электровзрывного воздействия на конденсированные среды для развития электроразрядных технологий откола и разрушения твердых материалов».

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Семкин Б.В., Усов А.Ф., Зиновьев Н.Т. Переходные процессы в установках электроимпульсной технологии. – Санкт-Петербург: Наука, 2000. – 223 с.
- 2 Буркин В.В., Макаров П.В., Семкин Б.В., Шубин Б.Г. К расчету поля давлений вокруг искры в твердых диэлектриках // Журнал технической физики. – 1975. – Т. 45. – Вып. 11. – С. 2395–2399.
- 3 Воробьев А.А. и др. Импульсный пробой и разрушение диэлектриков и горных пород. – Томск: Издательство ТГУ, 1971. – 223 с.
- 4 Марченко Л.М. Повышение коэффициента использования энергии взрывчатого вещества при взрывах на выброс // Труды ИГ ДАН СССР: Изд. АН СССР, 1954. – Т. 1. – С. 86–90.
- 5 Марченко Л. М. Увеличение эффективности взрыва при добычании полезных ископаемых. – М.: Наука, 1965. – 156 с.
- 6 Мосинец В.Н. Энергетические и корреляционные связи процесса разрушения пород взрывом. – Фрунзе: Изд. Академии наук Киргизской ССР, 1963. – 134 с.
- 7 Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. – М.: Исталлургия, 1984. – 280 с.

8 Леонтьев Ю.Н., Семкин В.В., Чепиков А.Т. Фактор времени при хрупком разрушении // Электронная обработка материалов. – 1966. – № 3. – С. 35–42.

9 Семкин Б.В., Усов А.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов. – СПб.:Наука, 1995. – 276 с.

10 Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. – М.: Мир, 1972. – 418 с.

11 Цветков В.М., Сизов В.А., Сырников Н.М. О механизме разрушения хрупкой среды при камуфлетном взрыве // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1977. – № 6. – С. 48–56.

12 Mott N.F. // Engineering. – 1948. – Т. 165. – Р. 16.

13 Каляцкий И.И., Курец В.И., Волкова Н.М. Исследование разрушения неоднородных материалов при воздействии импульсных нагрузок // Электронная обработка материалов. – 1978. – № 1. – С. 32–34.

14 Кленин Ш.Т. Исследование разрушающего воздействия электрического разряда при электроимпульсном бурении скважин: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1970. – 240 с.

15 Алексеева Т. И. Исследование энергетических и технологических характеристик электроимпульсного дробления и измельчения твердых тел: Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Томск. 1979. – 233 с.

16 Черепанов Г.П. О прочности композитов // Прикладная механика и техническая физика. – 1967. – № 2. – С. 117–120.

17 Семкин Б.В., Усов А.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов. – Аспатиты, КНЦ РАН, 1995. – 276с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

ҚОЖАБАЕВ Е. А.

магистрант, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана

Основой энергоэффективного использования насосного оборудования является согласованная работа на сеть, т.е. рабочая точка должна находиться в рабочем диапазоне характеристики насоса. Выполнение этого требования позволяет эксплуатировать насосы с высокой эффективностью и надежностью. Рабочая точка определяется характеристиками насоса и системы, в которой

установлен насос. На практике многие водоснабжающие организации сталкиваются с проблемой неэффективной эксплуатации насосного оборудования. Зачастую к.п.д. насосной станции значительно ниже к.п.д. установленных на ней насосов.

Исследования показывают, что в среднем к.п.д. насосных систем составляет 40 %, а 10 % насосов работают с к.п.д. ниже 10 %. В основном это связано с переразмериванием (выбором насосов с большими значениями подачи и напора, чем требуется для работы системы), регулированием режимов работы насосов при помощи дросселирования (т.е. задвижкой), износом насосного оборудования. Выбор насоса с большими параметрами имеет две стороны.

Как правило, в системах водоснабжения график водопотребления в сильной степени меняется в зависимости от времени суток, дня недели, времени года. При этом станция должна обеспечить максимальное водопотребление в штатном режиме во время пиковых нагрузок. Зачастую к этому добавляется и необходимость подачи воды на нужды систем пожаротушения. При отсутствии регулирования насос не может эффективно работать во всем диапазоне изменения водопотребления.

Эксплуатация насосов в условиях изменения требуемых расходов в широком диапазоне приводит к тому, что оборудование большую часть времени работает за пределами рабочей области, с низкими значениями к.п.д. и низким ресурсом. Иногда к.п.д. насосных станций составляет 8-10 % при том, что к.п.д. установленных на них насосов в рабочем диапазоне составляет свыше 70 %. В результате такой эксплуатации у потребителей складывается ложное мнение о ненадежности и неэффективности насосного оборудования. А учитывая тот факт, что значительную его долю составляют насосы отечественного производства, возникает миф о ненадежности и неэффективности отечественных насосов. При этом практика показывает, что целый ряд отечественных насосов по показателям надежности и энергоэффективности не уступает лучшим мировым аналогам. Для оптимизации энергопотребления существует множество способов, основные из которых приведены в таблице 1.

Таблица 1– Методы снижения энергопотребления насосных систем

Методы снижения энергопотребления насосных систем	Снижение энергопотребления
Замена регулирования подачи задвижкой на регулирование частотой вращения	10-60 %

Снижение частоты вращения насосов, при неизменных параметрах сети	5- 40%
Регулирование путем изменения количества параллельно работающих насосов.	10- 30%
Подрезка рабочего колеса	до 20%, в среднем 10%
Использование дополнительных резервуаров для работы во время пиковых нагрузок	10-20%
Замена электродвигателей на более эффективные	1-3%
Замена насосов на более эффективные	1-2%

Эффективность того или иного способа регулирования во многом определяется характеристикой системы и графиком ее изменения во времени. В каждом случае необходимо принимать решение в зависимости от конкретных особенностей условий эксплуатации. Например, получившее в последнее время большое распространение регулирование насосов при помощи изменения частоты не всегда может привести к снижению энергопотребления. Иногда это дает обратный эффект. Применение частотного привода имеет наибольший эффект при работе насосов на сеть с преобладанием динамической составляющей характеристики, т.е. потерь в трубопроводах и запорно-регулирующей арматуре. Применение каскадного регулирования путем включения и выключения необходимого количества насосов, установленных параллельно, имеет наибольший эффект при работе в системах с преимущественной статической составляющей. Поэтому основным исходным требованием для проведения мероприятий по снижению энергопотребления является характеристика системы и ее изменение во времени. Основная проблема при разработке энергосберегающих мероприятий связана с тем, что на действующих объектах параметры сети практически всегда неизвестны, и сильно отличаются от проектных. Отличия связаны с изменением параметров сети вследствие коррозии трубопроводов, схем водоснабжения, объемов водопотребления и т.п. Для определения реальных режимов работы насосов и параметров сети возникает необходимость проведения замеров непосредственно на объекте с использованием специального контрольно-измерительного оборудования, т.е. проведения технического аудита гидравлической системы. Для успешного проведения мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности установленного оборудования, необходимо располагать как можно более полной информацией

о работе насосов и учитывать ее в дальнейшем. В целом можно выделить несколько определенных последовательных этапов аудита насосного оборудования. Сбор предварительной информации о составе оборудования, установленного на объекте, в т.ч. сведений о технологическом процессе, в котором используются насосы (станции первого, второго, третьего подъемов и т.д.) Уточнение на месте предварительно полученной информации о составе установленного оборудования, возможностей получения дополнительных данных, наличия средств проведения измерений, системе управления и т.д. Предварительное планирование проведения испытаний. Проведение испытаний на объекте.

Обработка и оценка результатов.

Подготовка технико-экономического обоснования для различных вариантов модернизации.

Таблица 2 – Причины повышенного энергопотребления и меры по его снижению

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления	Ориентировочный срок окупаемости мероприятий
Наличие в системах периодического действия насосов, работающих в постоянном режиме независимо от потребностей системы, технологического процесса и т.п.	- Определение необходимости в постоянной работе насосов. - Включение и выключение насоса в ручном или автоматическом режиме только в промежутки времени.	От нескольких дней до нескольких месяцев
Системы с меняющейся во времени величиной требуемого расхода.	- Использование привода с регулируемой частотой вращения для систем с преимущественными потерями на трение - Применение насосных станций с двумя и более параллельно установленными насосами для систем с преимущественно статической составляющей характеристики.	Месяцы, годы

Переразмеривание насоса.	- Подрезка рабочего колеса. - Замена рабочего колеса. - Применение электродвигателей с меньшей частотой вращения. - Замена насоса на насос меньшего типоразмера.	Недели - годы
Износ основных элементов насоса	- Ремонт и замена элементов насоса в случае снижения его рабочих параметров.	Недели
Засорение и коррозия труб.	- Очистка труб - Применение фильтров, сепараторов и подобной арматуры для предотвращения засорения. - Замена трубопроводов на трубы из современных полимерных материалов, трубы с защитным покрытием	Недели, месяцы
Большие затраты на ремонт (замена торцовых уплотнений, подшипников) - Работа насоса за пределами рабочей зоны, (переразмеривание насоса)	- Подрезка рабочего колеса. - Применение электродвигателей с меньшей частотой вращения или редукторов в тех случаях, когда параметры насоса значительно превосходят потребности системы. - Замена насоса на насос меньшего типоразмера.	Недели-годы
Работа нескольких насосов, установленных параллельно в постоянном режиме	- Установка системы управления или наладка существующей	Недели

Рисунок 1—Работа насоса на сеть с преимущественной статической составляющей при частотном регулировании

Рисунок 2 – Работа насоса на сеть с преимущественными потерями на трение при частотном регулировании  
При первичном посещении объекта можно определить «проблемные», с точки зрения энергопотребления, насосы. В таблице 2 приведены основные признаки, которые могут свидетельствовать о неэффективной эксплуатации насосного оборудования и типовые мероприятия,

которые могут исправить положение с указанием ориентировочного срока окупаемости мероприятий по энергосбережению. В результате проведения испытаний необходимо получить следующую информацию:

Характеристики системы и ее изменения с течением времени (часовой, суточный, недельный графики).

Определение действительных характеристик насосов. Определение режимов работы насосов для каждого из характерных режимов (наиболее продолжительный режим, максимальная, минимальная подача). Оценка применения различных вариантов модернизации и способа регулирования принимается на основании расчета стоимости жизненного цикла (LCC) оборудования. Основную долю в затратах жизненного цикла любой насосной системы составляют затраты на электроэнергию. Поэтому на этапе предварительной оценки различных вариантов необходимо воспользоваться критерием удельной мощности, т.е. мощности, потребляемой насосным оборудованием, отнесенной к единице расхода перекачиваемой жидкости. Задачи снижения энергопотребления насосного оборудования решаются, прежде всего, путем обеспечения согласованной работы насоса и системы. Проблема избыточного энергопотребления насосных систем, находящихся в эксплуатации, может быть успешно решена за счет модернизации, направленной на обеспечение этого требования. В свою очередь, любые мероприятия по модернизации должны опираться на достоверные данные о работе насосного оборудования и характеристиках системы. В каждом случае необходимо рассматривать несколько вариантов, а в качестве инструмента по выбору оптимального варианта использовать метод оценки стоимости жизненного цикла насосного оборудования [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Агроводком: <http://www.agrovodcom.ru/infos/energojefektivnost-nasosov.php>

## ГИБКИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ЗАЩИТЫ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

ШАПКЕНОВ Б. К., МАРКОВСКИЙ В. П.  
к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КАЙДАР А. Б.  
м. т. и т., гл. менеджер АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу  
КАЙДАР М. Б.  
менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана  
АКИМЖАНОВ Т. Б.  
ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КОНДРАТЮК А. В., САБИТОВА М. К  
ст. преподаватели, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В настоящее время в угольных шахтах применяется множество различных коммутационных аппаратов, каждый из которых содержит несколько единиц устройств защиты и управления. Учитывая живучесть взрывозащищенных коммутационных аппаратов, которая достигает нескольких десятков лет, в условиях эксплуатации находятся одновременно устаревшие защиты прямого действия, электромеханические устройства защиты типа УМЗ, БРУ-2С и полупроводниковые защиты типа ПМЗ, ТЗП, БКИ, БТЗ-3, БТЗ-Т, БКЗ, а в современных аппаратах появляются различного рода микропроцессорные защиты. Следует отметить, что основное отличие разных поколений устройств релейной защиты заключается, прежде всего, в технических средствах реализации одинаковых по сути принципов. Ни одно из приведенных устройств защиты не обладает свойствами параметрической адаптации к изменяющимся режимам защищаемых объектов и не обеспечивает требуемого быстродействия для системы опережающего отключения сети. Давно известно, что совершенствование систем релейной защиты с неизменной архитектурой в целях повышения надежности, организации контроля и диагностики возможно только экстенсивным путем наращивания дополнительных аппаратных средств, что в конечном итоге снижает надежность, а для условий применения во взрывозащищенных аппаратах это направление практически неприемлемо.

Безусловно, такое положение дел не может удовлетворять эксплуатационный персонал, так как порождает массу проблем по обслуживанию и проверке защит, в том числе необходимость создания специальных стендов, методов и методик проверки, наличие разносторонне подготовленного персонала и т.д.

Кроме того, в настоящее время все более жесткие требования предъявляются к надежной и безошибочной работе средств защиты, особенно для защиты мощных дорогостоящих двигателей и, прежде всего к устройствам защиты от перегрузки. Следует отметить, что электромеханические устройства вообще не выполняют функции защиты от перегрузки, а полупроводниковые защиты строятся на принципе контроля заряда конденсатора, пропорционального току нагрузки. Естественно, такие защиты являются весьма условными, так как контролировать точно напряжение на выположенной части экспоненциальной характеристики принципиально невозможно из-за разброса параметров элементов, включая и их температурную нестабильность. Попытки совершенствовать существующие защиты на новой элементной базе с использованием старых принципов не привели к желаемому результату.

Одновременно с этим в последнее время проводится масштабное внедрение систем автоматизации предприятий с включением контроля состояния защит и выполняемых ими функций. Характерной особенностью требований к подобным защитам является необходимость выполнения ими функций подсистемы нижнего уровня, связанного с системой верхнего уровня. Вновь создаваемые защиты должны быть согласованы с такой системой.

Поэтому сейчас остро встала задача создания средств защиты с высоким быстродействием, достоверно контролирующих рабочие параметры двигателя, обеспечивающих защиту от выхода его из строя с возможностью интеграции в общую систему автоматизации.

В общепромышленных сетях, особенно высокого напряжения, на протяжении последних 30 лет ведутся интенсивные работы по созданию и внедрению гибких микропроцессорных защит от аварийных режимов работы [1, 2]. В то же время следует отметить, что в настоящее время только 4 % сетей оснащены такими защитами [3]. Причин такого положения множество, но главная из них – ненадежная и недостоверная на первых порах работа микропроцессорных защит из-за несовершенства элементной базы. Сейчас положение изменилось кардинальным образом. В связи с появлением надежных и доступных по цене микроконтроллеров PICmicro® с широкими функциональными возможностями программирования представляется возможным создание гибких систем комплексной защиты от аварийных режимов работы. В распределительных сетях угольных шахт до настоящего времени системно не проводились работы по созданию специальных защит, учитывающих специфику работы высоконагруженных

двигателей, наличие помех, качество обслуживания, условия окружающей среды и т.д.

Синтез новых систем защит проводится на базе процедурно-аппаратного способа программирования структуры релейной защиты с учетом преемственности и перспективы применения в комплексе автоматизированного управления предприятием. Это обусловлено тем, что топология распределительных сетей напряжением до 1200 В мало изменяется, однако диапазон нагрузок и их характер изменяется в очень широких пределах (от 5 до 800 кВт). Кроме того, устройства защиты могут встраиваться в самые разнообразие взрывозащищенные коммутационные аппараты: пускатели и автоматические выключатели, трансформаторные подстанции и станции управления, частотные преобразователи и устройства плавного пуска и т.д. Следовательно, архитектура построения защит должна учитывать этот фактор. Поэтому в качестве базового варианта принята реализация защиты на основе способа универсальной гибкости построения структуры, позволяющего реализовать параметрическую адаптацию, основанную на информации об изменении параметров защищаемого объекта и параметров переходного процесса, а также и самоорганизация защит к топологии защищаемого объекта и условий применения.

Синтез защит проводится исходя из предпосылки, что устройства релейной защиты по своему функциональному назначению являются решающими устройствами, информационно взаимодействующими с защищаемым объектом. Организация архитектуры системы защиты основывается на базе заданных алгоритмов выявления повреждений в сети, топологии объекта и совокупности управляемых элементов. Для таких целей, как показывает анализ, наиболее приемлемым является автономный вариант с комплексными функциями, обеспечивающими защиту от нескольких видов повреждений.

Алгоритм работы комплексной защиты, встраиваемой во взрывозащищенные аппараты, определяется следующими функциями:

- выявление предельных значений токов короткого замыкания (КЗ) в защищаемой кабельной линии (двухфазных в конце и трехфазных в начале линии);
- прогнозная оценка начальной стадии развития КЗ для быстродействующих защит;
- защита от «опрокидывания» двигателя (резкого снижения частоты вращения с переходом в заторможенное состояние);
- защита от технологических перегрузок защищаемого объекта, учитывающая тепловую модель двигателя;

- адаптированная настройка защиты от «опрокидывания» двигателя с максимальной токовой защитой (МТЗ);
- двухуровневый предварительный контроль сопротивления изоляции контролируемого присоединения;
- энергонезависимая память режима срабатывания МТЗ;
- временное блокирование после срабатывания защиты от перегрузки;
- сигнализация о срабатывании защит;
- передача данных о состоянии защиты в сеть нижнего уровня.

Основным информационным параметром контроля защиты является ток в первичной сети. Аварийный ток при двухфазном КЗ в сети описывается следующим выражением:

$$i_{kz} = I_m [\sin(\omega t + \varphi) - \sin(\varphi) e^{-t/T}], \quad (1)$$

где:  $I_m$  – амплитуда периодической составляющей установившегося значения тока КЗ;

$\omega$  – круговая частота сети;

$\varphi$  – начальный угол смещения тока в момент возникновения КЗ;

$T$  – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ.

Для прогнозной оценки развития аварии в целях создания быстродействующей защиты используются значения производной тока КЗ, которая описывается следующим выражением:

$$i'_{kz} = I_m [\omega \cos(\omega t + \varphi) + \sin(\varphi/T) e^{-t/T}]. \quad (2)$$

Анализ приведенных уравнений показывает, что процесс развития тока определяется параметрами сети и начальным углом смещения фазы. Ток достигает максимального значения при  $\varphi = \pm(\pi/2)$  за время до 10 мс. Анализ производной тока  $i'_{kz}$  одновременно показывает, что максимальное ее значение достигается при  $\varphi = 0$  и, следовательно,  $i'_{kz} = I_m \omega \cos(\omega t)$ . Если  $0 < \varphi < \pi/2$ , то максимум значения производной тока наступает с задержкой времени до 5 мс.

В связи с этим быстродействие защиты определяется из трансцендентного уравнения  $\cos(\omega t) = (1/(\omega^2 T^2)) e^{-t/T}$

Таким образом, зависимость  $i_{kz}$  от  $\varphi$  подтверждает принципиальное наличие задержки времени срабатывания МТЗ.

Поэтому для достижения требуемого быстродействия, не превышающего 1 мс, требуется использовать и вторую производную тока КЗ, которая описывается следующим выражением [3]:

$$i''_{kz} = I_m [-\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) - \sin(\varphi/T^2) e^{-t/T}]. \quad (3)$$

Анализ выражений (1), (2) и (3) показывает, что ток КЗ и его вторая производная при  $\psi=\pi/2$  максимальны в начальный момент, а первая производная в этот момент минимальна, а при  $\psi=0$  – наоборот.

В диапазоне  $\pi/2 < \psi < \pi$  по мере снижения начального угла значения  $I_{к.з.}$  и  $i'_{к.з.}$  увеличиваются, а  $i''_{к.з.}$  уменьшается, а затем – наоборот, но сумма остается практически неизменной, благодаря чему можно достичь времени срабатывания не более 0,5-1 мс. Эти параметры достаточны для синтеза быстродействующих защит, однако недостаточны с точки зрения их помехоустойчивости при различных внутрисетевых и коммутационных помехах. Для повышения помехоустойчивости следует ввести параметр интегрального показателя количества тока, протекающего за выделенное время, которое должно быть больше аналогичного показателя мощных импульсных, но кратковременных помех. Этот вариант реализации способа защиты основывается на моделировании токовременных характеристик и тока, форма кривой которого максимально соответствует форме протекающего тока с учетом апериодической составляющей (рисунок 1,а) и длительного тока перегрузки (рисунок 1,б). Заштрихованная площадь является интегральным показателем значения тока, протекающего в сети в заданное время.

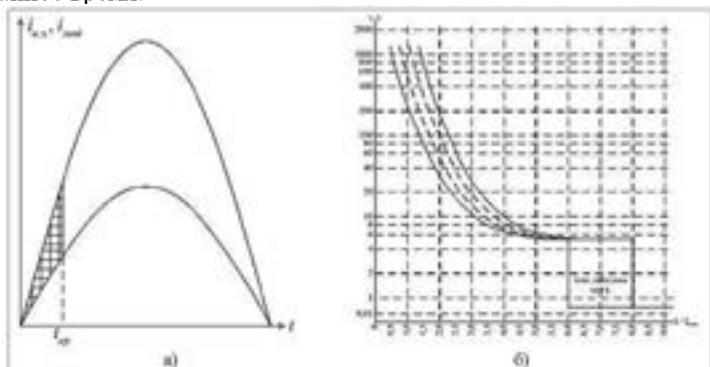


Рисунок 1 – Временные диаграммы работы защиты, срабатывающей по отклонению фактического тока короткого замыкания (а) и моделируемого тока (б)

В совокупности приведенные параметры могут быть положены в основу создания алгоритма работы гибкой многофункциональной защиты от аварийных режимов работы распределительных сетей напряжением до 1140 В, использующего входные сигналы, несущие полезную информацию (таблица 1).

Таблица 1 отображает полезные сигналы, поступающие на вход защит для их обработки и выдачи результирующего сигнала. Коэффициент чувствительности представляет отношение значения входного сигнала к параметрам уставки и является расчетной величиной.

Однако, как известно, одновременно с полезными сигналами на вход защиты поступают и помехи, которые можно классифицировать по следующим основным признакам:

- внутрисетевые, обусловленные коммутацией нагруженных и ненагруженных линий низкого и высокого напряжения;
- внутрисетевые, обусловленные работой силовых полупроводниковых элементов;
- контактные, обусловленные переключениями контактных групп элементов управления коммутационных аппаратов, в которые встраивается блок релейной защиты;
- электромагнитные, связанные с переключениями магнитных систем контакторов и пускателей;
- внутренние паразитные связи, воздействующие непосредственно на элементы средств защиты;
- «белый шум».

Таблица 1 – сигналы, поступающие на вход защит для их обработки и выдачи результирующего сигнала

Контролируемые параметры	Алгоритм функционирования защиты	$t_{ср}$ , мс	$K_{\nu}$
$i_{к.з.}$	$i_{к.з.} > I_{уст}$	20-40	1(1,25)
$i'_{к.з.}$	$i'_{к.з.} > I_{уст}$	0,5-5	1,8-10
$i'_{к.з.}, i''_{к.з.}$	$\sum(i'_{к.з.} + i''_{к.з.}) > I_{уст}$	0,5	7,5-10
$i_{к.з.}, i_{мод}$	$\Delta i_{мод} / \Delta i_{к.з.} > 1$	0,5-2,5	2,5-10
$i_{к.з.}, i_{р.мод}$	$\int 0_{ср} [(i_{к.з.} - i_{р.мод}) - (i_{к.з.мод} - i_{р.мод.мод})] dt > I_{уст}$	0,5	10
$i'_{р.мод}, i'_{р.мод}$	$\int 0_{ср} [(i'_{р.мод} - i'_{р.мод.мод}) - (i'_{р.мод} - i'_{р.мод.мод})] dt > I_{уст}$	$5 \cdot 10^3 - 1200 \cdot 10^3$	1
$R_c$	$R_c \leq R_{уст}$	50	1

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения:

$i_p$  – контролируемый рабочий ток нагрузки;

$i_{р.мод}$  – моделируемый рабочий ток двигателя;

$R_c$  – сопротивление изоляции контролируемой кабельной линии.

При коммутации ненагруженной линии зарядная стадия тока внутрисетевых помех в защищаемом ответвлении описываются следующими выражениями [4]:

$$ip(t) = -(Em/\omega'LC)e^{\beta t} \sin \omega' t,$$

где  $E_m$  – амплитудное значение фазного напряжения сети;  
 $\omega'$  – круговая частота переходного процесса, определяемая параметрами коммутируемой сети;

$L_C$  – индуктивность коммутируемого участка сети;

$\beta = Rn/2L'C$  – коэффициент затухания колебаний, определяемый параметрами контура цепи защиты.

Контактные помехи, поступающие на вход защиты, имеют следующий вид [3]:

$$U(1 - e^{-\beta t}) \sin \omega' t,$$

где  $U$  – напряжение помехи;

$\omega'$  – круговая частота колебаний контура.

Помеха типа «белый шум» описывается как  $n(t)$ . Следует отметить, что все перечисленные помехи по отношению к полезным сигналам являются аддитивными, а сигналы  $n(t)$  и  $\sum_{i=1}^n U_i \sin \omega' t$  – статистически независимые от другого сигнала. Поэтому по суммарному сигналу нужно определить комплексную частотную характеристику  $K_0(j\omega)$  физически реализуемой схемы формирования входных величин, максимизирующей отношение на входе сигнал/помеха.

Как известно, комплексная частотная характеристика такой схемы формирования сигнала определяется из условия:

$$K_0(j\omega) = (S_{S(t)}^*(j\omega) / S_n(j\omega)) e^{j\omega T}, \quad (4)$$

где  $S_{S(t)}^*(j\omega)$  – комплексно соединенная функция со спектральной плотностью полезного сигнала;

$S_n(j\omega)$  – спектральная плотность сигнала препятствия;

$T$  – период.

В качестве опорного полезного сигнала для входного тока должна быть принята, как следует из таблицы 1, основная гармоника, спектральная плотность которой:

$$S_{S(t)}^*(j\omega) = (U_c^2/4) \int_{-\infty}^{\infty} [e^{j(\omega_0 - \omega)T} + e^{-j(\omega_0 - \omega)T}] dt = (\pi U_c^2/2) [\delta(\omega + \omega_0) + (\omega - \omega_0)], \quad (5)$$

где  $U_c$  – напряжение полезного сигнала;

$\omega_0$  – центральная частота препятствия;

$\delta$  – единичный импульс.

Спектральная плотность перечисленных помех определяется следующим выражением:

$$S_n^*(j\omega) = (N_0/2) + (\pi A^2/2) [\delta(\omega + \omega') + \delta(\omega - \omega')], \quad (6)$$

$N_0$  – средняя мощность помехи;

$A$  – среднеквадратичное значение амплитуды помехи.

Подставляя выражения (5) и (6) в (4), получим:

$$K_0(j\omega) = ((\pi U_c^2/2) [\delta(\omega + \omega_0) + \delta(\omega - \omega_0)] e^{j\omega T}) / ((N_0/2) + (\pi A^2/2) [\delta(\omega + \omega') + \delta(\omega - \omega')]).$$

Это условие, которое максимизирует отношение сигнал/помеха, может быть реализовано при помощи входных фильтров, схемы и параметры которых выбираются исходя из конкретных условий применения.

В то же время поставленная задача синтеза быстродействующих защит, определяющих возникновение КЗ в сети за время, не превышающее 1 мс, предъявляет очень жесткие требования к затуханию переходных процессов как в датчиках тока, так и в цепях формирования входных сигналов. Принятые ранее попытки создания быстродействующих защит на полупроводниковых элементах с использованием только одной входной величины – первой производной тока КЗ – не могли реализовать в полной мере поставленную задачу. Сейчас представляется перспективным использовать цифровые схемы обработки сигналов, которые обрабатывают информацию в виде многоразрядных приращений переменных данных. Это сокращает объем перерабатываемой информации и существенно повышает помехоустойчивость работы системы защиты за счет многократного повторения опроса входных величин. При этом решение задач проводится методом численного интегрирования, а результаты вычислений представляются в виде числовых значений искомым величин. Специфической особенностью пошаговых методов обработки сигналов является использование экстраполяции значений функций на один шаг вперед, что позволяет осуществлять краткосрочный прогноз развития процесса и тем самым реагировать на событие с опережением, что очень важно для быстродействующих защит.

Кроме того, внедрение цифровых схем обработки входных сигналов существенно снижает потребление мощности в токовых цепях устройств релейной защиты, что дает возможность за счет увеличенного входного сопротивления схемы получать сколь угодно малые токовые погрешности при нулевой угловой погрешности. Крайне важно иметь неискаженную токовую характеристику для быстродействующих устройств защиты.

Разработанная на базе изложенных положений структурная схема обобщенной архитектуры релейной защиты представлена на рисунке 2.

Функционально схема содержит блок защиты и датчики тока ДТ, включенные в первичную цепь сети. Номинальное выходное напряжение датчиков тока составляет 7,2 В и может достигать до 50 В и более в зависимости от силы тока КЗ. Сигнал, снятый с ДТ, поступает через выпрямитель на фильтр Ф устройства защиты, где из

совокупности входных сигналов выделяется полезный сигнал, который в свою очередь поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) решающего устройства и преобразуется в цифровой сигнал. В дальнейшем он проходит операции сравнения с эталонным в блоке выборки и сравнения данных: параллельно производится вычисление первой и второй производной, а также интегрального показателя тока за время измерения в блоке моделирования. По приоритетному принципу сигналы поступают на вход реагирующего органа, а затем на исполнительные устройства – выход №1 с запоминанием режима срабатывания и выход №2 с временным блокированием.

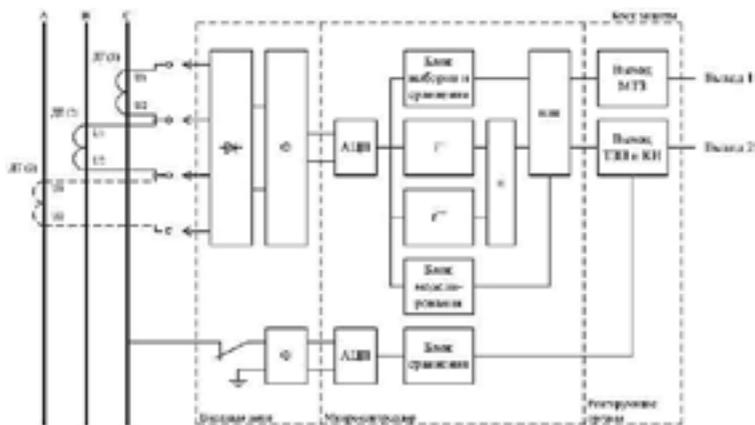


Рисунок 2 – Структурная схема построения гибкой микропроцессорной защиты от аварийных режимов работы распределительных сетей

Канал устройства предварительного контроля сопротивления сети подключается к ней при помощи блок-контакта коммутационного аппарата КМ через отдельный вход. Оперативный ток, который накладывается на контролируемую сеть, через фильтр поступает на АЦП микроконтроллера, измеряется в блоке сравнения и результирующий сигнал подается на другой выход блока защиты.

Приведенная структурная схема устройства защиты представляет собой вычислительное устройство, обработка информации в котором проводится последовательно с многозарядными приращениями, что повышает быстродействие, точность работы и помехоустойчивость. Выбранная частота тактовых импульсов решающего устройства обеспечивает высокое быстродействие обработки сигнала.

Большинство приведенных функций реализовано в серийно выпускаемом блоке комплексной защиты типа БКЗ-3МК, который применяется для встройки во взрывозащищенные аппараты. Функции быстродействующей защиты могут быть реализованы в комплексе системы автоматического быстродействующего отключения с быстродействующими токо-ограничивающими исполнительными органами.

#### Выводы

Разработанный алгоритм работы позволяет синтезировать гибкие микропроцессорные защиты от возможных аварийных режимов шахтных распределительных сетей напряжением до 1140 В, включая надежную защиту двигателей от перегрузок.

Проведенный анализ полезных сигналов, несущих информацию о состоянии сети, и существующих помех позволяет сделать вывод о возможности создания помехоустойчивой быстродействующей защиты от КЗ на базе многократного опроса и вычисления приращений входных сигналов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 В.К.Shapkenov, V.P. Markovsky, A.B. Kaidar. Erfahrung mit dem gerät mikroprozessorelaischutztes. Материалы третьей международной научно-практической конференции «Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии», 10-12 сентября 2012 г., Екатеринбург, Россия. 0,25 п.л.

2 Шапкенов Б.К., Калиев Б.З., Кайдар А.Б., Садыков А.К. Анализ и параметрический синтез стохастических систем управления. Сборник докладов X Международной НПК «Проблемы и достижения в промышленной энергетике» в рамках выставки «Энергетика и электротехника – 2011» 16-18 ноября 2011г., г. Екатеринбург, ЗАО «Уральские выставки», ЗАО «Энергопромышленная компания». 0,35 п.л.

3 Калиев Б.З, Кайдар А.Б. Вопросы оптимизации чувствительности к управлению энергетических объектов. Материалы II Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке: динамика развития в евразийском пространстве», 2011, г.

4 Шапкенов Б.К., Калиев Б.З., Кайдар А.Б. «Синтез систем автоматического управления объектов с дрейфом параметров и их анализ». Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 20 – летию Независимости Республики Казахстан «III Аймауытов тағылымы», 22-23 ноябрь 2011 г., Павлодар, Павлодарский Государственный Университет им. С. Торайгырова, с.296-307. 0,35 п.л.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ КОКСОВАНИЯ САМОСПЕКАЮЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ

НИКИФОРОВ А. С.

д.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТУСУПБЕКОВА А. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Самоспекающийся электрод представляет собой цилиндрической формы металлический кожух, который заполняется электродной массой. По мере сгорания электрод опускается. Масса, заключенная в кожухе, постепенно нагревается и, пройдя электрододержатель, специальные контактные плиты (щеки), через которые подводится электрический ток, она коксуется.

Электроды по своим свойствам практически мало отличаются от угольных электродов, а по стоимости они значительно дешевле. Их применяют на стационарных печах большой мощности, где необходимо иметь электроды большого сечения. Самоспекающиеся электроды делают или круглого сечения (с диаметром до 1,3 – 1,5 м) или прямоугольного сечения с закругленными углами (при соотношении сторон 4: 1), или овального сечения.

Цилиндрический тонкостенный металлический кожух, заполняемый специальной электродной массой из термоантрацита, литейного кокса, каменноугольной смолы и пека. Внутри кожуха имеются ребра, служащие для увеличения поверхности соприкосновения с электродной массой и лучшего ее удержания, а также для улучшения электропроводности и механической прочности. Кожух состоит из отдельных секций и служит формой для электродной массы.

Угольные самоспекающиеся электроды изготавливают непосредственно на печи в процессе ее работы.

Обычно самоспекающиеся электроды подпитывают электродной массой, изготавливаемой непосредственно в помещении на специальном оборудовании. Для приготовления электродной массы расходуются кокс, особо обработанный антрацит и смолоспек. Куски готовой электродной массы закладывают в кожухи электродов. При опускании электродов в зону высоких температур вначале происходит расплавление и образование монолитного электрода, а затем коксование и частичная графитизация. В зоне реакции ток протекает уже по твердому электроду.

Ряд самоспекающихся электродов и электрододержателей диаметром 750, 850, 1 000, 1 200, 1 400, 1 700 и 2 000 мм и создаваемые

ныне электроды диаметром 2400 мм удовлетворяют любым потребностям.

Контактные щеки вместе с самоспекающимся электродом являются холодильником, ограничивающим распространение тепла выше электрододержателя и поддерживающим зону обжига электрода на необходимом уровне.

Главными параметрами, обеспечивающими надлежащее расположение зоны коксования по высоте контактных щек, чтобы электрод при выплавке данного сплава и при данном перепуске не выходил «сырым» или перекоксованным, признаны:

- качество сырой электродной массы вместе с ее составляющими: коксами, антрацитами, пеками, графитами и др.
- оборудование и технология приготовления электродной массы;
- конструктивное исполнение кожухов электродов (тип стали, диаметр, толщина, количество, размеры ребёр, полный и т.д.);
- конструкция контактных щек (количество, материал, размеры, зазоры, токовая нагрузка и т.п.);
- конструкция электрододержателя;
- система и параметры охлаждения электродной свечи (воздушное и водяное);
- диаметры сплошного и полого электрода;
- положение электродов в ванне:  $h_{эо}$ ,  $\Pi$ ,  $h_{э}$ ;
- активное,  $R_{э}$ , и реактивное сопротивление,  $X_{в}$ , ванны печи, а также короткой сети и трансформатора, которые определяют ток к электроду в зависимости от уровня поданного напряжения  $U_{НС}$ ,  $U_{л}$ ,  $U_{в}$ ;
- и ряд других.

В каждом из этого перечня имеется множество воздействующих и определяющих факторов, влияющих на сдвиг вверх или вниз зоны коксования, на распределение температур в теле электрода, на среднетемпературное (уровневое) удельное электросопротивление электродной массы.

Расходная часть режима включает энтальпии всех продуктов коксования, выходящих из камеры, и продуктов горения, уходящих из регенераторов, а также потери тепла в окружающее пространство. Помимо этих статей режим должен включать тепловой эффект самого процесса коксования. Рассчитать этот эффект нельзя, так как процесс коксования представляет собой совокупность множества не поддающихся учету реакций, как экзотермических, так и эндотермических.

Особенностью работы самоспекающихся электродов в условиях печей является неустановившийся тепловой режим.

Тепловой режим дает возможность судить о распределении тепла, затраченного на процесс коксования, намечать возможные пути его экономии, определять расход тепла на коксование и количество отопительного газа, оценивать конструкцию печей с теплотехнической точки зрения.

Тепловой режим может быть составлен как для действующих, так и для проектируемых печей. При составлении теплового баланса для действующих печей необходимо предварительно составить материальный баланс коксования, чтобы иметь данные о количестве продуктов коксования, замерить температуры продуктов коксования, уходящих из печи, и продуктов горения, уходящих из регенераторов, определить температуры и площади различных участков печей. Таким образом, составление теплового режима для действующих печей представляет собой достаточно сложное и трудоемкое исследование.

Рассмотрим задачу при наличии на поверхности тела слоя кокса, который образуется в результате выделения газов из твердого пластического материала при определенной температуре и формирования твердой решетки. Слой кокса может достигать по толщине нескольких миллиметров и существенно влиять на тепловые потоки к телу и величину уноса материала. Материал решетки кокса на границе с газовым потоком испаряется и вступает в химическое взаимодействие с потоком (механическое разрушение решетки здесь не рассматривается). Внутри материала обтекаемого тела могут происходить также эндотермические реакции, приводящие к образованию в теле нескольких слоев с различной структурой и различными термодинамическими свойствами. Каждой реакции соответствует характерная температура и скрытая теплота превращения. Пары решетки кокса вместе с газами, образовавшимися при коксовании, поступают в пограничный слой, где они могут вступать в химическое взаимодействие с компонентами смеси газов основного потока. Набегающий на тело поток также может быть многокомпонентным. Будем рассматривать стационарный режим теплового взаимодействия, когда граница газ—слой кокса, а также фронты коксования и эндотермических реакций продвигаются в глубь тела с постоянной скоростью  $D$  (тело предполагается имеющим бесконечную толщину).

Поддержание теплового режима, соответствующего установленному периоду коксования, достигается регулярным изменением температур. Изменение температуры зависит от многих

факторов, определяющими из которых являются время между кантовками, род отопительного газа и конструкция коксовых печей. Для того чтобы коксование в осевой плоскости угольной загрузки заканчивалось одновременно по всей длине камеры, количество тепла, подводимого к соответствующим участкам загрузки, должно быть пропорционально ширине этого участка. Расход тепла на коксование зависит от многих факторов: состава и качества шихты, ее влажности, периода коксования, вида отопительного газа, системы печей и др. Расход тепла связан также с продолжительностью процесса коксования. Его сокращение происходит за счет повышения температуры в отопительных каналах, что, в свою очередь, вызывает увеличение потерь тепла в окружающее пространство и с продуктами горения. Сокращение периода коксования на 1 ч приводит к увеличению расхода тепла на 1 %-1,5 %. Температура конца коксования также сказывается на расходе тепла. Чем выше температура кокса в конце коксования, тем больше унос тепла с ним, а следовательно, и расход тепла. Снижение температуры кокса на 50 снижает его энтальпию, и расход тепла уменьшается примерно на 60-80 кДЖ/кг.

Тепловой режим дает возможность судить о распределении тепла, затраченного на процесс коксования, намечать возможные пути его экономии, определять расход тепла на коксование и количества отопительного газа, оценивать конструкцию печей с теплотехнической точки зрения.

Составление теплового баланса для действующих печей представляет собой достаточно сложное и трудоемкое исследование.

Таблица 1.

Приход	Доля в общем тепле, %	Расход	Доля в общем тепле, %
Тепло сгорания газа	97,9	Энтальпия кокса	42,5
Энтальпия отопительного газа	0,4	Энтальпия коксового газа	13,0
Энтальпия воздуха	0,7	Энтальпия химических продуктов коксования	3,5
Энтальпия шихты	1,0	Энтальпия водяных паров	15,0
Итого:	100,0	Энтальпия продуктов горения	16,0
		Потери тепло	10,0
		Итого:	100,0

Расход тепла на коксование зависит от многих факторов – влажности шихты, ее состава, периода коксования, температуры конца коксования, рода отопительного газа, режима давлений и др. Очень часто о расходе тепла на коксование судят по величине относительного удельного расхода тепла, для определения которого весь фактический расход тепла относят только к сухой массе шихты.

При определении удельных расходов учитывается количество тепла, израсходованное как на процесс коксования, так и на испарение воды и перегрев водяных паров.

Таким образом, расход тепла на 1 кг влаги более чем вдвое превышает расход тепла на коксование 1 кг сухой шихты. Если влажность шихты возрастает, то количество сухого угля соответственно снижается. Примем, что расход тепла равен 2500 кДж/кг угля, в этом случае поправка к расходу тепла при изменении влажности шихты составит  $(5800-2500) : 100 = 33$  кДж на процент влаги, а относительное увеличение расхода тепла  $33 \cdot 100/2500 = 1,3$  %. Для того чтобы сравнивать расходы тепла на заводах, коксующих шихты различной влажности, фактические расходы тепла приводят к одинаковой влажности 8 %.

Так как расход тепла при увеличении влажности шихты возрастает, то температуру в отопительных каналах при одинаковом периоде коксования повышают на  $10^{\circ}\text{C}$  на процент влаги либо при неизменной температуре удлиняют период коксования на 20 мин.

Расход тепла на коксование зависит также от состава шихты, который определяет выходы отдельных продуктов коксования. В расчете на единицу массы каждый из этих продуктов уносит из камеры разное количество тепла. Величину уноса можно определить по данным материального и теплового балансов коксования. Так, унос тепла из камеры коксования для кокса, газа, химических продуктов, водяных паров составляет соответственно 1500, 2700, 1900, 3800 кДж/кг. Следовательно, единица массы кокса уносит с собой наименьшее количество тепла. Поэтому при увеличении выхода летучих веществ из шихт, которое приводит к уменьшению выхода кокса и увеличению выхода газов и паров, расход тепла на коксование возрастает. Это может быть достаточно ощутимо при коксовании шихт с высоким содержанием газовых и длиннопламенных углей.

Расход тепла связан также с продолжительностью процесса коксования. Его сокращение происходит за счет повышения температуры в отопительных каналах, что, в свою очередь, вызывает увеличение потерь тепла в окружающее пространство и с продуктами горения.

Из опыта эксплуатации батарей известно, что сокращение периода коксования на 1 ч приводит к увеличению расхода тепла на 1-1,5 %. Период коксования на заводах России длится меньше на 2-3 ч, чем на зарубежных, что значительно повышает производительность печей, но в то же время вызывает увеличение расхода тепла на 58-67 кДж/кг при обогреве коксовым газом и на 105-115 кДж/кг при обогреве доменным.

Температура конца коксования также сказывается на расходе тепла. Чем выше температура кокса в конце коксования, тем больше унос тепла с ним, следовательно, и расход тепла. Снижение температуры кокса на  $50^{\circ}\text{C}$  снижает его энтальпию, и расход тепла уменьшается примерно на 60-80 кДж/кг.

Существенное влияние на расход тепла оказывает род отопительного газа. Объясняется это главным образом различным уносом тепла с продуктами горения. Несмотря на то что при обогреве доменным газом температура продуктов горения ниже, их удельное количество больше, чем при обогреве коксовым газом. Это и приводит к увеличению расхода тепла примерно на 130—250 кДж/кг.

Выше уже указывалось, что расход тепла на коксование зависит от коэффициента избытка воздуха. Существует оптимальный коэффициент, при котором расход тепла является минимальным. Расход тепла связан также с режимом давлений в камере и отопительной системе печей. При несовершенном режиме давлений расход тепла может быть искусственно занижен за счет частичного горения прямого коксового газа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шевченко Н. С. Зависимость качества кокса от температурного режима коксования // Кокс и химия. — 1957. — № 2. — С.24–30.
- 2 Определение готовности коксового пирога в период выдачи / Лейбович Р. Е., Робул Л. А., Лысый И. Д. и др. // Металлургия и коксохимия. — 1981. — Вып. 73. — С.23–25.
- 3 Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий. – Харьков, 2001.-309с. Смойловский Н. И., Израэлит Э. М.
- 4 Теплотехника и гидравлика коксовых печей. –М.: Металлургия, 1977. – 208 с.
- 5 Вирозуб И. В., Кустов Б. И.
- 6 Тепловой режим коксовых печей. — Харьков: Металлургиздат, 1960. – 237 с.
- 7 Вольфовский Г. М., Мироненко Л. И., Кауфман А. А.
- 8 Газовщик коксовых печей. -М.: Металлургия, 1989. – 190с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕЖИМНЫХ КАРТ ПРИ ТЕРМОАУДИТЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

НИКИФОРОВ А. С.

д.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САПАРОВ Д. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Одним из главных факторов эффективного развития экономики является повышение энерго-эффективности и конкурентоспособности промышленных предприятий. Темпы и условия перехода к устойчивому социально-экономическому развитию страны во многом определяются экономической эффективностью предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК), осуществляющих добычу и переработку углеводородных ресурсов, включая их использование для производства энергии. К основным предприятиям ТЭК в первую очередь относятся электроэнергетические и теплоэнергетические предприятия.

В настоящее время проблемам энергосбережения, снижения энергоемкости и повышения энергоэффективности отечественной промышленности уделяется много внимания. Одним из перспективных направлений анализа причин высокой энергоемкости предприятий различных отраслей и сфер деятельности в экономике и разработке научно-обоснованных мероприятий по повышению показателей энергосбережения и энергоэффективности является обязательное проведение энергоаудита, или энергетического обследования, предприятий.

Цель энергетического обследования – это определение потенциала энергосбережения, направленное на выявление резервов энергосбережения и разработку рекомендаций по экономии потребляемых ТЭР. Энергетическое обследование предприятия представляет собой взаимосвязанный комплекс технических, организационных, экономических и иных мероприятий, обеспечивающих выявление возможностей снижения потерь ТЭР и разработку направлений по экономически эффективной оптимизации потребления ТЭР на данном предприятии.

Рост спроса на услуги в области энергоаудита вызвал рост количества энергоаудиторских компаний и саморегулируемых организаций энергоаудиторов, которые к концу 2010 года объединяли более трех тысяч членов. Однако, как показывает практика проведения энергетических обследований, предложения энергоаудиторов, как

правило, носят рекомендательный характер, а дальнейшая реализация энергосберегающих мероприятий зависит от решений руководства предприятия-заказчика. Поэтому часто рекомендации энергоаудиторов не выполняются или выполняются некачественно и не в полном объеме, что не позволяет существенно повысить энергоэффективность предприятия и реализовать основную цель энергоаудита.

Для реализации выявленного в результате энергоаудита потенциала энергосбережения необходимо создать систему мотивации собственников хозяйствующих субъектов к повышению энергетической эффективности и оказывать содействие в развитии организационной, научно-технической и инновационной деятельности в области повышения энергосбережения.

При этом необходимо понимать, что процесс энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятий – это затратный наукоемкий процесс, требующий направления значительного объема финансовых, материальных, кадровых и информационных ресурсов для разработки и реализации эффективных методов организации бизнес-процессов, новых энергосберегающих технологий в области производства, передачи и использования энергии. Поэтому без организации правовой поддержки со стороны государства деятельности энергоаудиторских организаций, решение важнейшей проблемы повышения энергоэффективности экономики, включая предприятия нефтегазового комплекса, весьма затруднительно.

Однако результативность и эффективность энергетического аудита в значительной мере ограничена из-за отсутствия механизмов реализации, контроля и оценки эффективности рекомендуемых мероприятий по повышению энергосбережения и энергоэффективности, из-за нехватки квалифицированных специалистов, обладающих необходимыми знаниями и опытом в сфере обеспечения энергосбережения и энергоаудита, а также неразвитости инфраструктуры реализации и распространения научно-обоснованных инновационных энергосберегающих мероприятий. Этим во многом обусловлено отсутствие в ряде случаев мероприятий по рациональному использованию ТЭР и неэффективное вложение средств в реализацию энергосберегающих мероприятий.

Инспекцию ограждающих конструкций зданий и сооружений осуществляют при установившемся перепаде температуры воздуха снаружи и внутри помещений.

Зоны увлажнения оболочки зданий, в особенности кровли, а также фильтрации воздуха обнаруживают практически при любых сезонных

условиях, используя естественные суточные изменения температуры атмосферного воздуха и солнечного излучения. Одинаково успешно можно осуществить термографическое обследование как с наружной, так и с внутренней стороны ограждающих конструкций. В результате тепловизионного обследования выявляют скрытые дефекты строительных конструкций, участки нарушения тепловой изоляции, фильтрации воздуха, увлажнения.

Термография даёт качественную информацию о теплозащитных свойствах ограждающих конструкций и вместе с опорными измерениями позволяет оценить энергетическую эффективность зданий и сооружений.

При расшифровке термограмм следует уделять внимание следующим аспектам:

На термограмме, снятой внутри помещения, интерес представляют области с более низкой температурой. На цветовой палитре это синий, фиолетовый и чёрный цвета соответственно. Для сравнения приводится температура в точке А. Так как термография является качественным методом оценки, то следует обращать внимание на неравномерность распределения температуры на участках, где согласно техническому проекту причин для аномалии нет.

На термограмме снятой снаружи помещения, ситуация меняется на противоположную и дефектом может считаться жёлтый и красный цвета.

Значение температуры играет роль при оценке риска образования конденсата (точка росы). Точка росы рассчитывается исходя из температуры и относительной влажности. Также для образования конденсата необходимо отсутствие воздухообмена. При этом надо учитывать, что погрешность тепловизора +/- 2 °С.

Применение устройства Blower Door RETROTEC Q4E для создания перепада давления +/- 50Pa позволило провести тепловизионное обследование в соответствии со стандартом LVS EN 13187, а также получить значения кратности смены объёма воздуха в помещении в час. Этот параметр в дальнейшем позволяет сделать выводы о соответствии воздухопроницаемости ограждающей конструкции стандартам по воздухопроницаемости. На время проведения теста была обеспечена герметизация камина и мест с естественной и механической вентиляцией (метод В стандарта LVS EN13829). Полученное среднее значение потока при -50 Pa  $V(50) = 3545 \text{ м}^3/\text{ч}$  позволяет определить кратность обмена воздуха при объёме отапливаемых помещений  $V=2200 \text{ м}^3$   $n50=4,86 \text{ ч}^{-1}$ . Данное значение незначительно превышает требуемое

по стандартам воздухопроницаемости СНИП 23-02 и DIN, требующими соответственно кратность обмена воздуха  $n50=4$  и 3 соответственно для помещений с естественной вентиляцией и  $n50=2$  и 1,5 для механической вентиляции. В соответствии с ГОСТ 31167-2009 здание соответствует классу «умеренная воздухопроницаемость». Полученная кратность обмена свидетельствует о наличии дополнительных теплопотерь вследствие непредусмотренной инфильтрации/эксфильтрации воздуха и также может служить причиной образования конденсата и разрушения элементов конструкции (утеплителя).

Основными выявленными дефектами в ходе обследования являются: 1. инфильтрация ограждающей конструкции бассейна. Максимальная инфильтрация в объёме примерно  $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$  (50 Pa); 2. Нарушение пароизоляции перекрытия. Конструктивные мостики теплехолода в ограждающей конструкции из-за недостаточной изоляции, являющейся возможной причиной повышенного потребления теплоты. Рекомендуется провести энергоаудит с расчётом энергопотребления. Обследование проводилось в стационарном режиме, с повышенным и пониженным перепадом давления в помещении.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шевченко Н. С. Зависимость качества кокса от температурного режима коксования // Кокс и химия. – 1957. – № 2. – С.24–30.
- 2 Определение готовности коксового пирога в период выдачи / Лейбович Р. Е., Робул Л. А., Лысый И. Д. и др. // Металлургия и коксохимия. – 1981. – Вып. 73. – С.23–25.
- 3 Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий. – Харьков, 2001. – 309 с. Смойловский Н. И., Изразлит Э. М.
- 4 Теплотехника и гидравлика коксовых печей. –М.: Металлургия, 1977. – 208 с.
- 5 Вирозуб И. В., Кустов Б. И.
- 6 Тепловой режим коксовых печей. – Харьков: Металлургиздат, 1960. – 237 с.
- 7 Вольфовский Г. М., Мироненко Л. И., Кауфман А. А.
- 8 Газовщик коксовых печей. -М.: Металлургия, 1989. – 190 с.

## ОТЛОЖЕНИЯ В ПАРОГЕНЕРАТОРАХ И ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

ОРИШЕВСКАЯ Е. В.

м.т.н., ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

УВАИСОВА М. Г., АДильБЕКОВА З. Б.

студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Во избежание образования отложений на поверхностях теплообменных аппаратов можно использовать различные методы обработки воды. Существует 3 основных вида метода обработки воды: физический, химический и физико-химический.

С помощью физических методов обработки в воде могут быть специально образованы искусственные центры кристаллизации и процесс образования отложений будет происходить уже непосредственно на этих центрах. Существует большое многообразие физических методов. Например, ультразвуковая и магнитная обработки. При магнитной обработке, производят обработку воды магнитным полем. В течении 1-2 месяцев после применения, становятся видны результаты. Магнитное поле оказывает воздействие на отложения, и накипь уже будет выделяться в массе воды, а не на поверхностях нагрева. Под воздействием магнитного поля происходит образование магнетита  $Fe_3O_4$ , в результате чего накипь постепенно отпадает в виде корок.

Ультразвуковая обработка воды применяется для установок непрерывного действия, где происходит отложение солей жесткости и окислов железа. Вследствие ультразвуковых колебаний межмолекулярные связи внутри накипи оказываются недостаточно сильными и в трещины проникает вода, которая испаряясь, отслаивает накипь. Ультразвук также оказывает пассивирующее действие на поверхностный слой металла, тем самым защищая его от последующей коррозии.

Химические методы основаны на повышении растворимости солей жесткости путем добавления различных реагентов. В качестве реагентов используется соляная кислота, серная кислота и их соли.

Физико-химические методы основываются на действии присадок, которые содержат фосфаты и различные комплексы веществ. Противонакипное действие комплексной присадки основано на ее способности вступать в реакцию с накипеобразователями и при этом образовывать с ними термически устойчивые растворимые соединения, которые удаляются при продувке испарителя [1].

Различные примеси, которые содержатся в воде, могут выделяться в твердую фазу на внутренних поверхностях парогенераторов, испарителей и подогревателей в виде накипи и отложений, а внутри водяной массы – в виде взвешенных частиц (шлама) [2]. Образование накипи и отложений на поверхностях парообразующих труб влечет за собой ухудшение состояния теплопередачи, опасный перегрев труб, уменьшение проходного сечения их внутренних поверхностей. Поэтому нужно очень строго следить за содержанием в воде тех или иных примесей, а также необходимо поддерживать эксплуатационные нормы допустимого предела их содержания.

Отложения могут образовываться за счет таких процессов, как нанос и оседание взвешенных частиц (песок, органические примеси), осаждение твердых веществ из водяного раствора и образование продуктов коррозии. Характер и интенсивность загрязнения зависят от состава воды, ее биологических и химических особенностей, конструкции и режима работы теплоэнергетического оборудования, коррозионной стойкости самих труб.

Существует три вида очистки парогенераторов и вспомогательного оборудования от образования отложений:

1. Предмонтажная очистка, которая проводится на заводах-изготовителях;
2. Предпусковая очистка, которая осуществляется непосредственно перед самым пуском оборудования;
3. Эксплуатационная очистка, которая проводится периодически.

Непосредственная очистка оборудования от отложений осуществляется механическим способом или промывкой раствором реагента.

Механический способ очистки состоит в том, что накипь и различные рыхлые отложения удаляются при помощи электроприводных или пневмоприводных инструментов, а также ручных инструментов. Этот способ борьбы с отложениями очень трудоемкий. Ему присущи многие недостатки. К ним относится необходимость остановки агрегата на долгий срок, невозможность доскональной очистки труб сложной конфигурации, имеющих разветвления. Данный способ очистки сейчас осуществляется только для агрегатов малой и средней производительности [3].

На достаточно крупных ТЭС при проведении пусковых, предмонтажных химических очисток оборудования, используются специальные моющие средства. Под моющими средствами

подразумеваются органические и минеральные кислоты, различного рода комплексоны.

В зависимости от того, какой конструкционный материал был использован в теплоэнергетическом оборудовании, можно выбрать тот или иной отмывочный реагент. Преимущество отдается соляной кислоте, как наиболее активному, дешевому и быстродействующему реагенту. Но и здесь есть свои недостатки. При обработке накипи раствором соляной кислоты, происходит воздействие на металл и возможно возникновение трещин в металлических конструкциях труб. А при взаимодействии соляной кислоты с железоокисными отложениями образуется хлорное железо, которое ускоряет процесс коррозии.

Поэтому для того, чтобы защитить котельную сталь от коррозии, к промывочному раствору кислоты добавляются ингибиторы, которые тормозят процесс разрушения металлов, но при этом не препятствуют разрушению накипи.

Обработка отложений мощными реагентами может производиться:

1. Без циркуляции, либо с применением принудительной циркуляции промывочного раствора по замкнутому контуру;
2. Без подогрева промывочного раствора или с огневым, либо паровым нагревом;

Необходимо учитывать характер отложений, конструктивные особенности оборудования, его рабочие параметры и только потом выбирать состав, температуру и промывочные схемы моющего раствора.

Для того, чтобы осуществить предпусковую эксплуатационно-техническую очистку теплоэнергетического оборудования на электростанциях может монтироваться специальная постоянная или временная промывочная схема. Так как во время кислотной очистки оборудования производится выброс большого количества едкого раствора, который содержит вредные химические компоненты. При кислотной промывки энергоблока может сбрасываться до 10 тыс. м<sup>3</sup> разбавленного моющего химического раствора. Сброс происходит в специально оборудованные бетонные бассейны-нейтрализаторы. Они необходимы для последующего обезвреживания раствора, который впоследствии малыми порциями будет сбрасываться в природный водоем. Но перед сбросом в водоем происходит его значительное разбавление в сбросном циркуляционном водоводе.

Частичная нейтрализация промывочного раствора осуществляется путем перемешивания кислого и щелочного растворов, а окончательная – путем добавления в емкости хлорной извести.

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что отложения вызывают общее снижение эффективности работы теплоэнергетического оборудования. Во избежание негативных последствий, необходимо вести постоянную борьбу различными методами. На данный момент, предпочтение отдается химическому методу очистки теплообменного оборудования. Необходимо всегда помнить о соблюдении техники безопасности при работе с ядовитыми реагентами. Кислоты могут вызывать химические ожоги, а при подогреве раствора – есть вероятность получения и тепловых ожогов.

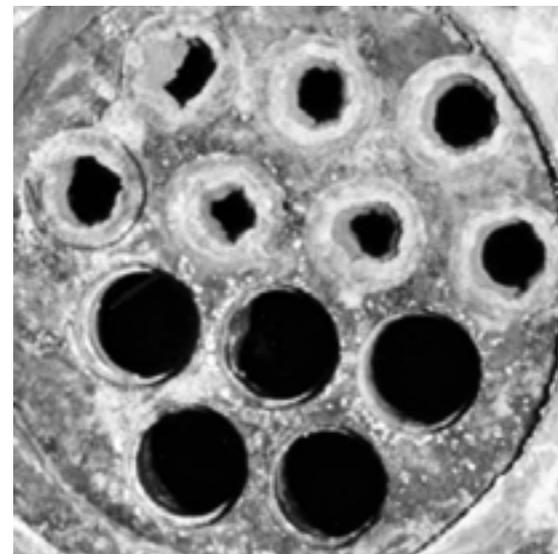


Рисунок 1 – Частично-очищенный теплообменник

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [http://tinref.ru/000\\_uchebniki/03450morskoe\\_delo/004\\_spr\\_sudov\\_mehanic\\_po\\_teploteh/065.htm](http://tinref.ru/000_uchebniki/03450morskoe_delo/004_spr_sudov_mehanic_po_teploteh/065.htm)
2. <http://studall.org/all3-7913.html>
3. Вихрев В.Ф., Шкроба М.С. Водоподготовка.

**ПРИМЕНЕНИЕ  
ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ УСТРОЙСТВ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ  
АНАЛИЗ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ  
ТРАНСФОРМАТОРАМИ В АО АРЭК**

СӘДИМАН Н. О.  
магистрант, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана

В данной статье приводятся основные результаты исследований по повышению качества технического обслуживания устройств регулирования напряжения, используемых в системах энергоснабжения РС и эксплуатируемых предприятием АО АРЭК. Исследования проведены в процессе подготовки магистерской диссертации.

Современная проблематика электроэнергетики Казахстана связана с преодолением технологического отставания от развитых стран, сопутствующим догоняющим развитием энергетической инфраструктуры и решением соответствующих данной концепции практических задач. Такие задачи обуславливают необходимость заимствования лучшего зарубежного опыта в сфере энергетического менеджмента, а также форм и методов повышения эффективности энергоснабжения в части снижения прямых эксплуатационных затрат и иных издержек. В зарубежных странах большое распространение имеет высоковольтное оборудование, имеющее встроенные цифровые устройства диагностики, с использованием которых информация о состоянии оборудования передается по каналам связи в центральную диспетчерскую службу, где учитывается остаточный ресурс оборудования и фиксируются дефекты на ранней стадии их развития. В диссертации рассматриваются задачи повышения качества работы оборудования, предназначенного для регулирования напряжения, и используемого в системах энергоснабжения РК, в двух основных аспектах:

- применения технологий цифровой диагностики регулирующего оборудования без
- предварительной разборки и последующей сборки;
- выбора и применения современных цифровых диагностических приборов.

Данные аспекты рассматриваются в статье с учетом технологических, экономических и правовых факторов в их непосредственной связи, с учетом взаимного влияния.

Своевременное получение информации о фактическом состоянии оборудования в цифровом виде предоставляет ряд преимуществ, позволяющих не только снижать эксплуатационные затраты, но и в значительной степени предупреждать аварии посредством своевременного выполнения превентивных действий [1, с. 7]. Снижение аварийности и числа отказов также позволяет снижать издержки, повышать качество энергоснабжения и увеличивать объемы реализации электроэнергии, как товара, посредством снижения числа и времени отключений потребителей от энергоснабжения, производимых по причинам аварийности оборудования [2, с. 5]. Цифровой вид получаемой информации наиболее удобен для ее транспортировки по каналам связи и последующей обработки с применением соответствующих программно-аппаратных средств, и имеет наименьшую удельную стоимость затрат.

Технологический принцип регулирования напряжения посредством изменения коэффициента трансформации предусматривает неразрывную интеграцию самого трансформатора и регулирующих устройств. По этой причине, неисправности регулирующего оборудования неизбежно будут проявляться в технологических нарушениях основных функций трансформаторов подстанций, как основного оборудования энергетических сетей. Воздействие отказов регулирующего оборудования на выполнение функций трансформаторами может быть многообразным, и может проявляться в диапазоне от незначительно воздействия до полного прекращения работоспособности. По этим причинам, обеспечение высокой надежности регулирующего оборудования приобретает большое значение для успешного решения задачи повышения качества энергоснабжения [4, с.11].

Использование цифровых методов работы с информацией является одной из основных тенденций в развитии современного общества. В настоящее время отсутствие возможности получать и обрабатывать информацию в цифровом виде считается анахронизмом, и обуславливает необходимость во внедрении цифровых методов информационного обеспечения. Применительно к вопросам диагностики энергетического оборудования, существует необходимость в своевременном получении информации о фактическом состоянии оборудования в целях оценки остаточного ресурса его работы, а также для организации своевременного ремонта этого оборудования, позволяющего предупредить возникновение аварий, избыточных эксплуатационных затрат и потерь доходов из-за отключений

энергоснабжения потребителей. В настоящее время на энергетических предприятиях РК производится регламентированное техническое обслуживание, предусмотренное в нормативной и технической руководящей документации. Такое обслуживание выполняется с регламентируемой периодичностью, а также в предусмотренном объеме, не зависящим от фактического технического состояния оборудования. Такие методы эксплуатации относятся к виду планово-предупредительного обслуживания. При таком методе обслуживания не исключаются избыточные и непроизводительные затраты материалов, труда и времени, расходуемые на обслуживание оборудования, которое в этом не нуждается. Такой затратный метод сплошных проверок применяется также и для того, чтобы убедиться в исправности оборудования и оценить его остаточный ресурс. Например, в процессе планового регламентного обслуживания трансформатора и встроенных устройств регулирования напряжения, производится вывод трансформатора из работы, отключение от питающей и нагрузочной сети, слив масла, разборка оборудования, диагностический осмотр, испытания с применением простых диагностических устройств в виде сигнальных ламп, амперметров, вольтметров, миллиметра, последующая сборка оборудования, проверка правильности сборки, залив масла, ввод в эксплуатацию. Результатом этих работ является получение информации о текущем состоянии оборудования, зафиксированное ручным методом на бумаге в виде акта осмотра [4, с. 5]. В этом случае для получения диагностической информации производится очень большой объем вспомогательных работ. В целях снижения общей трудоемкости диагностических процедур, в настоящее время информацию о текущем состоянии оборудования в удобном цифровом виде можно получать без трудоемкой разборки оборудования. В этом случае может значительно снижаться общая трудоемкость и материалоемкость регламентного обслуживания оборудования. Необходимо отметить, что требования регламента в этом случае также будут соблюдаться. Рассмотрим технологические схемы технического обслуживания устройств регулирования напряжения, предусмотренного нормами, и применяемого на практике. На схеме рисунка 1 показано последовательное выполнение подготовительных работ, разборки оборудования, осмотра и диагностики, оценки остаточного ресурса, формирования заключения о необходимости ремонта или об отсутствии такой необходимости. Далее могут быть два варианта действий – или ремонт, или переход к следующему этапу без ремонта, с последующими сборкой оборудования, контрольными

испытаниями, и вводом в эксплуатацию (рисунок 1). На рисунке выделены стадии разборки и сборки оборудования, которые являются наиболее высокочрезвычайными и трудоемкими эксплуатационными мероприятиями. Если в процессе решения задачи снижения затрат на обслуживание, рассматривать возможность достижения конечного результата без выполнения дорогостоящих мероприятий, то необходимо применять другие методики оценки остаточного ресурса ВВ, например, использовать методы без разборки оборудования, с применением современных цифровых диагностических приборов.



Рисунок 1 – Технологическая схема регламентного обслуживания

Цифровая диагностика с применением современных приборов и программно-аппаратных средств для обработки диагностической информации, позволяет исключить несколько наиболее трудоемких и затратных стадий в технологической схеме регламентного обслуживания оборудования, используемого для регулирования напряжения [4, с. 15]. В этом случае можно рассмотреть два варианта технологических схем. Одна схема будет отражать процесс регламентного обслуживания оборудования с использованием цифровой диагностики, в результате применения которой делается заключение о исправности оборудования и наличии достаточного остаточного ресурса. Другая схема должна отражать процесс регламентного обслуживания оборудования с использованием цифровой диагностики, в результате применения которой делается заключение о неисправности оборудования, отсутствии достаточного остаточного ресурса, а также процедуру разборки, ремонта, последующей сборки, контрольной проверки и ввода в эксплуатацию.

Технологическая схема регламентного обслуживания по первому варианту отражена на рисунке 2:



Рисунок 2 – Вариант № 1 технологической схемы регламентного обслуживания с использованием цифровой безразборной диагностики

Данная схема отражает процедуру регламентного обслуживания устройств регулирования напряжения с использованием цифровой диагностики, осуществляемой без разборки оборудования. В результате реализации такой схемы, наиболее трудоемкие и затратные стадии по сливу масла, разборке оборудования, последующему заливу масла и сборке оборудования не выполняются из-за отсутствия необходимости в их выполнении. Данная схема может быть актуальной для оборудования, которое в обязательном порядке в соответствии с регламентом должно подвергаться проверке и диагностике, в целях определения остаточного ресурса. В этом случае, наличие подтвержденного инструментальным методом остаточного ресурса является основным критерием пригодности оборудования для дальнейшего использования. Если предположить, что около 35 % оборудования, подвергаемого диагностике с разборкой его частей, получает заключение об отсутствии дефектов и о наличии необходимого остаточного ресурса работы без ремонта [1, с. 9], то для этого оборудования применима схема варианта 1. Таким образом, в 35 % случаев выполнения диагностики, имеется возможность значительно снизить затраты на выполнение регламентных работ при использовании цифровых методов определения остаточного ресурса.

Технологическая схема регламентного обслуживания по второму варианту отражена на рисунке 3:



Рисунок 3 – Вариант № 2 технологической схемы регламентного обслуживания с использованием цифровой диагностики до и после ремонта

Данная схема отражает процедуру регламентного обслуживания устройств регулирования напряжения с использованием цифровой диагностики, осуществляемой с неизбежной разборкой оборудования в целях его ремонта. Диагностика осуществляется до разборки, а также после ремонта. В результате реализации такой схемы, наиболее трудоемкие и затратные стадии по сливу масла, разборке оборудования, последующему заливу масла и сборке оборудования выполняются из-за неотложной необходимости в их выполнении. В данном случае применение цифровой диагностики позволяет сравнить осциллографические характеристики коммутационных процессов до ремонта и после ремонта, в целях подтверждения эффективности и качества ремонта. Цифровая диагностика, применяемая в такой технологической схеме, позволит значительно повысить качество ремонтных работ. Повторная контрольная цифровая диагностика, осуществляемая после ремонта, позволяет достоверно оценить качество устранения дефектов, обнаруженных при первичной диагностике, а также оценить новый ресурс оборудования, полученный после ремонта. Необходимо отметить, что не одновременность коммутации контактов по фазам вызывает токовые перегрузки и повышенный износ оборудования, а качество регулирования синхронности коммутации по фазам может быть проверено с достаточной точностью только с использованием цифровых методов диагностики и осцилографирования, а также с последующей компьютерной обработкой этой информации.

При выборе приборов, применяемых для цифровой диагностики, необходимо учесть ряд важных факторов. В РК применяется энергетическое оборудование, которое в своем большинстве

изготовлено по стандартам бывшего СССР, или произведено в странах СНГ и Таможенного союза. Это оборудование имеет значительные отличия от оборудования, выпускаемого по стандартам ЕС, США или Японии. В связи с этим, необходимо применять приборы, максимально адаптированные для применения на имеющемся в РК энергетическом оборудовании. Если цифровые приборы производства ФРГ, Японии, США имеют очень большую стоимость и мало приспособлены для использования в отечественных условиях, то приборы нового поколения, производимые в России, имеют наилучшее соотношение цены и качества, а также предназначены для диагностики именно такого оборудования, которое применяется в РК. Это приборы типов ПКР-2М и МИКО-8. Эти приборы в полной мере соответствуют требованиям технологии цифровой диагностики. Изготовителем приборов разработан уникальный метод, способный определять дефекты на ранней стадии их формирования, что позволяет в 1,5 раза увеличивать срок службы высоковольтного оборудования и на 30 % сокращать затраты на их ремонт [5, с. 1]. Архив результатов измерений, имеющийся в приборах, предназначен для просмотра, копирования или удаления результатов измерений, сохраненных в энергонезависимой памяти прибора, а также для экспорта на ПК в целях выполнения различных вычислений и подробного анализа. Связь с персональным компьютером осуществляется через шину USB и позволяет:

- дистанционно управлять прибором с клавиатуры ПК;
- импортировать, систематизировать и сохранять результаты на компьютере;
- формировать отчеты диагностических измерений.

Для передачи данных в компьютер и ведения архива измерений используется специальная программа производителя приборов.

Необходимо отметить, что широкое применение цифровых диагностических приборов на практике может быть начальным и необходимым этапом в переходе на цифровые технологии в электроэнергетике Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования – М.: Издательский дом Додэка XXI. – 08. – 304 с.
- 2 Михеев, Г. М. Оперативная диагностика контактора быстродействующего регулятора силового трансформатора / Г. М.

Михеев, Ю. А. Фёдоров, Гн. М. Михеев // Электротехника. – 2005. – №12. – С. 41-46.

3 Михеев, Г. М. Ресурсосберегающая диагностика переключающих устройств силовых трансформаторов: учеб. пособие для вузов / Г. М. Михеев. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2007. – 184 с.

4 Михеев, Г. М. Устройство цифрового осциллографирования для диагностики состояния контактора быстродействующего РПН силового трансформатора Г. М. Михеев, Ю. А. Фёдоров // Промышленная энергетика. – 2005. – №8. – С. 5-7.

5 ООО СКБ ЭП <http://skbpribor.ru/>

### БИТУМДЫ СІҢІРУ ПАНЕЛДІ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРДЫ ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ

СЫДЫҚҚҰЛ И. Е.  
т.ғ.д., профессор  
ЖАМАЛОВ А. Ж.  
магистрант, ҚМҚПУ, Алматы қ.

Тәжірибелік зерттеудің мақсаты – алынатын жылу энергиясының өзіндік құны аз болатын үйлесімді параметрлерді іздестіру.

Зерттеу бағдарламасы:

- тепе-теңдік температураға дейін судың қызу динамикасын зерттеу;
- әртүрлі жағдайда жылу пен алынатын энергияның өзіндік құнын есептеу.

Сипаттемаларды зерттеулер битумды сіңіру панелді гелиоколлекторда (ені 1 м, ұзындығы 2 м) жүргізіледі.

Битумды сіңіру панелді гелиоколлектор (1 сурет) көрсетілгендей коллектор периметрлік қаңқадан 1 (рама), мөлдір қос қабатты сиретілген қысымды әйнекпакеттен 2 тұрады. Ағаш қаңқаның асты 8 мм фанерадан 7 жасалып, оған фольга жабыны бар жылу оқшаулағыш пленка 5 жабыстырылған. Әйнекпакет пен ағаш қаңқаның асты арасында пайда болған кеңістікке жылан тәрізді қылып 16 мм болатын жұқа қабырғалы тот баспайтын қатпаршақты құбыр 4 жүргіземіз. Олар әр жерінің ұстағышпен ұстатылады. Құбырдың екі ұшы енгізу және шығару құбырларына 6 жалғастырылған. Кеңістіктің қалған жеріне МЕСТ-0015 1807-97 БН-90 маркалы битум 3 толтырылады.

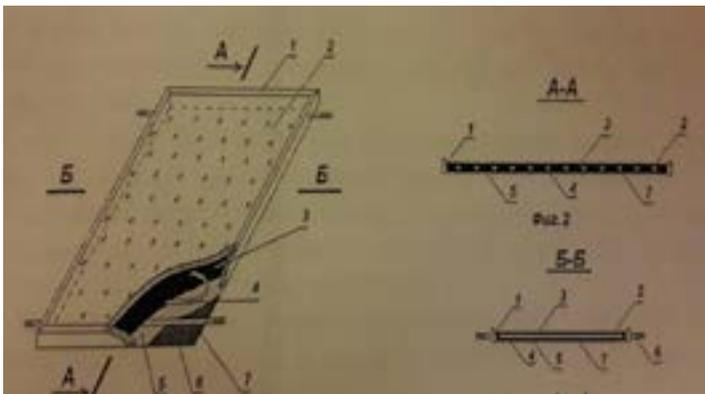
Тәжірибелік зерттеудегі битумды гелиоколлектордың параметрлерін және теориялық зерттеулерді негіздеу үшін «Фотон»

С-303.3 инфрокызыл пирометрі, электрондық тіркегіш қолданылды. Тәжірибелік зерттеулер 15.07.09-30.08.09 аралығында жүргізілді. Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері математикалық статистика және компьютерлік бағдарламалармен өңделді [1,50 б.].

Зерттеу барысында сумен толтырылған битумды сіңіру панелді гелиоколлектор сыналды. Су температурасын «Фотон» С-303.3 инфрокызыл пирометрімен өлшеді және судың бастапқы температурасы 10-15 °С шеңберінде болды. Сынау уақыты 7-8 сағат аралығында үш қайтара өлшеу арқылы жүргізілді.

Сынаулар барысында келесі мәндер өлшенді:

- қоршаған орта температурасы;
  - су шығыны, көлемдік әдіспен;
  - пайдалы энергия, Вт  $Q = G \cdot C \cdot (t_2 - t_1)$  мұндағы: G – су көлемі, кг;
  - гелиоколлекторға кіретін және шыққан жылу тасымалдау агентінің температуралары;
  - пайдалы энергия;
- Өлшеу және есептеу нәтижелері кестеге түсірілді.



Сурет 1 – битумды сіңіру панелді гелиоколлектор

- 1-периметрлік қаңқа; 2-қосқабатты сиретілген қысымды әйнекпакет;
- 3-битум; 4-жұқа қабырғалы тот баспайтын қатпаршақты құбыр;
- 5-оқшаулағыш пленка; 6-енгізу және шығару құбырлары; 7-фанера.

Мәжбүрлік айналым тәртібінде жұмыс істейтін күн су жылыту қондырғылардың жұмысын модельдеу ерекше қиыншылықтар туғызбайды. Себебі тұтыну тәртібі тәуелділігіне байланысты жылу тасымалдау агентінің жалпы жылдамдығы беріледі. Күн жылумен қамту жүйесін жобаланғанда Бекман мәжбүрлік айналым кезінде

коллектор арқылы өтетін сұйық шығынын 1 м<sup>2</sup> ауданға 0,015 л/с тең деп алуды ұсынған.

Термосифонды айналым тәртібінде жұмыс істейтін су жылыту қондырғыларында жылу тасымалдау агентінің жалпы жылдамдығы белгісіз. Ол радиациялық –климат параметрлерінің ықпалымен күні бойы өзгеріп отыратын жылу тасымалдау агентінің күн коллекторынан шығысындағы температура мен жинақтағыш бақтың төменгі нүктесінің температураларының айырымымен анықталады.

Гелиоколлекторларға кірген және шыққан жылу тасымалдау агентінің температуралы 10К жуық болатын ағынға кедергі болмайтын жақсы жобаланған коллекторлардағы табиғи айналым жүйесінің жылдамдығын есептеп анықтауға болатын әдістер бар [2, 18 б.].

Әдебиеттерге талдау нәтижесінде жылу тасымалдау агентінің өту құбырының диаметрі термосифондық айналым жылдамдығына өз әсерін тигізетіні анықталды. Диаметрі үлкен құбырдан жылу тасымалдау агенті өткенде оның ағыны үлкен болады да аз диаметрлі құбырға қарағанда температуралардың айырымы неғұрлым аз болады,

Сондай-ақ қазіргі уақытта гелиоколлектордағы жылу тасымалдау агентінің шығынын есептік тәуліктер арқылы, яғни жанама әдістермен анықтауға мүмкіндік бар. Бірақ бұл әдістердің кемшілігі-айналам контурындағы жылу тасымалдау агентінің аз шығындарында өлшеу дәлдегімен төмендігі.

Пепле, Вентури ротаметр секілді шығын өлшегіш аспаптар көмегімен шығынды өлшеу әдістерімен жүргізуге болады. Бұл әдістің негізгі кемшілігі:

- шығын өлшегіштер әдетте жылу тасымалдау агентінің температураларын өлшеуге арналады, ал гелиоколлекторларда ол күні бойы өзгеріп отырады;

- шығын өлшегіш аспапты орнатқанда ол контурдағы термогравитациялық айналымның гидравликалық кедергісін айтарлықтай өзгереді, ал бұл кедергі мөлшерімен шығынның дәрежесі анықталады [3, 133 б.].

Ходжаев жұмысында табиғи айналым шартында жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығын есептеудің жаңа тәсілі ұсынылған-коллектор салқын (түсіру құбыры және салқын бак) және ыстық (көтергіш құбыр және ыстық бак) тізбегінен тұрады да ыстық тізбектен төгу тесіктері арқылы өлшегіш сыйымдылыққа ыстық су құйылады, ал салқын тізбекке белгілі бір деңгейде енгізу тесігі арқылы боялған су жіберіледі.

Автордың пікірі бойынша бұл әдіс жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы мен шығынын толық анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл тәсілдің негізгі кемшілігі коллектордағы жылу тасымалдау агенті күн радиациясы әсерінен жеткілікті дәрежеде қызбайынша табиғи айналым шарттары орындалмайды және жүйеде салқын және ыстық тізбектің бар болуы табиғи айналым контурын бөліп тұрады.

Гелиокондырғыдағы жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы мен шығыны салқын және ыстық жылу тасымалдау агентінің тығыздықтарының айырымы мен анықталатыны белгілі.

Жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы гелиокондырғыда өлшенді. Осы үшін термогравитациялық айналым шартында гидравликалық кедергі өзгеріссіз қалатын жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы өлшеуге арналған жаңа әдістеме жасалды. Жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы термогравитациялық контурдың ыстық тізбегіне боялған енгізу арқылы өлшенді. Ол үшін коллектордан шығатын ыстық тізбекке ұзындығы 1 м өлшеуші шкалы құбыр диаметрімен бірдей мөлдір трубка резеңке қамыт арқылы бекітілді. Резеңке қамыт арқылы шприц көмегімен боялған су жіберілді де, табиғи айналым шартында жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы есептеледі [4].

Тәжірибе өткізу барысында келесі параметрлер тіркелді:

- қоршаған орта температурасы;
- гелиоколлекторға кірген және шыққан жылу тасымалдау агентінің температурасы;
- бак-жинақтағыштағы сұйық температурасы;
- табиғи айналым шартында жылу тасымалдау агентінің қозғалыс қарқындылығы.

Күн жылу өндіргіш қондырғыларды (гелиокондырғы) қолданудың тиімділігі көптеген факторларға тікелей байланысты, солардың ең бастысы нарықтық экономика шартында өндіретін жылу энергиясының өзіндік құны болып табылады. Зерттеулер мен талдаулар көрсеткендей қазіргі уақытта нарықта ұсынылатын гелиоколлекторлардың құны 200...600 доллар аралығында болғандықтан пайдаланудың тиімсіз екендігін көрсетеді.

Қазақ Ұлттық аграрлық университетінде битумды сіңіру панелді (абсорберлі) гелиоколлектор құрастырылады. Оның өзіндік құны қарапайым технологиялық және техникалық шешімі негізінде шаршы метріне 70 долларды құрады. Гелиоколлектор периметрлік қаңқадан, мөлдір қос қабатты қысымды әйнек пакеттен жылан тәрізді қылып 16

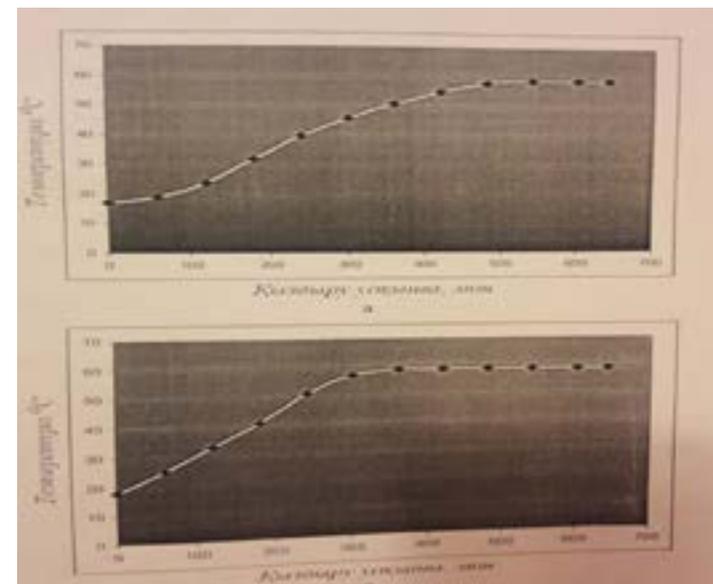
мм болатын жұқа қабырғалы тот баспайтын қабыршақты құбырдан панелінен (МЕСТ-0015 1807-97 БН-90 маркалы битум) тұрады.

Гелиоколлектордың негізделетін параметрлері: жылан тәрізді қылып битумды сіңіру панелінің ішіне төселген жұқа қатпаршақты тот баспайтын қабыршақты құбыр адымы, битумды гелиоколлектордың жалпы жылу сыйымдылығы және жалпы жылу шығыны. Бұл параметрлер гелиоколлектордың жылу өнімділігі мен өзіндік құнын анықтайды [5].

Тәжірибелік зерттеулердің мақсаты – алынатын жылу энергиясының өзіндік құны төмен болатын жылу өнімділігі жоғары гелиоколлектор құрастыру.

Зерттеулер табиғи жағдайда ауа-райының ашық уақытында далалық сынау алаңында жүргізілді.

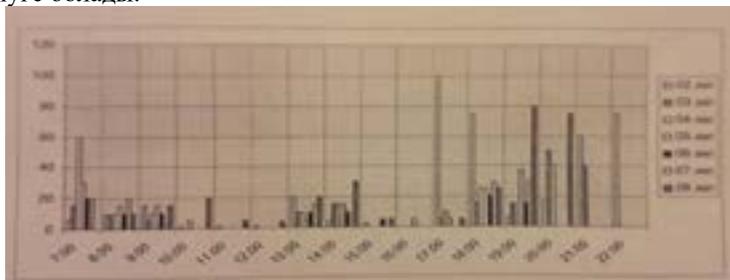
Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде гелиокондырғыда су жылыту үрдісі басқа коллекторларға қарағанда біраз уақытқа кеш басталатыны байқалды. Себебі, алғашқы уақытта жылу алдымен гелиоколлекторды жылытуға, содан кейін су жылытуға жұмсалады.



а-гелиоколлекторлар алғаш, б-қалыпты жұмыс тәртібінде.  
2 сурет – Битумды сіңіру панелді гелиоколлектордың су ысыту қарқындылығы графигі.

Коллектордың су ысыту қарқындылығы графигіне қарап (2 а,б сурет), су ысыту қарқындылығына гелиоколлектордың жылу сыйымдылығы айтарлықтай әсер ететіні анықталды [6].

Зерттеулер барысында битумның әр түрлі физикалық мәндері анықталды. Сонымен қатар 1 аптада 4 адамнан тұратын жанұяның ыстық суға деген қажеттілік жүктемесі анықталды. Мәліметтерге сүйенетін болсақ ыстық суға қажеттілік кешкі уақыттарда артатынын білуге болады.



Сурет 3 – Аптадағы жанұяның ыстық суға деген қажеттілік жүктемесі

Гелиоколлектордың жалпы жылу сыйымдылығы жоғары болған сайын, ондағы жұмыс температурасының сыртқы әсерлердің (жел радиациясының өзгеруі, т.б.) бірден өгеруіне тұрақты 3 сурет) болатындығы дәлелденді және су шығыны (сағ 18 кейін) үздіксіз болған кезде битумды гелиоколлектордың жылулықты қолдау мүмкіншілігінің артық екендігі мойындалды. Бұл битумды жылу жинағыш панелдің жылу сыйымдылығының жоғары болуына тікелей байланысты:

Жалпы гелиоколлектордың жылу сыйымдылығы келесі теңдеумен анықталады:

$$C_{\text{ж}} = C_{\text{ж1}} + C_{\text{ж2}} = 54,476 \text{ Gcal} / \text{m}^3 \cdot \text{K}$$

Мұндағы  $C_{\text{ж1}} = 1 \cdot 2 \cdot 0,004 \cdot 2500 \cdot 2 = 40 \text{ Gcal} / \text{m}^3 \cdot \text{K}$ ; - ені 1 м, ұзындығы 2 м, қалыңдығы 4 мм мен тығыздығы 2500кг/м<sup>3</sup> болатын әйнекпакет жылу сыйымдылығы;

$C_{\text{ж2}} = 1 \cdot 1,69 \cdot 0,017 \cdot 1200 = 34,47 \text{ Gcal} / \text{m}^3 \cdot \text{K}$ ; - ені 1м, ұзындығы 1,69 м, қалыңдығы 1,7 см мен тығыздығы 1200кг/м<sup>3</sup> болатын битумды масса жылу сыйымдылығы;

Түйіндеме

Бұл мақалада теориялық есептеулер негізінде жылу сіңіру панелімен жылу жинақтағыш масса біріктірілген, сиретілген қысымды мөлдір әйнекпакетпен жабылған гелиоколлектор құрастырылды.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1 Жамалов А. Основы расчета и использования плоских солнечных коллекторов в АПК Республики Казахстан: автореф..доктора технических наук.:05.20.01.;14.08.-Алматы, 1999. – 50 с.

2 Тарнижевский Б.В. Определение показателей работы солнечных установок в зависимости от характеристик радиационного режима// Теплоэнергетика, – М.:Изд-во АН СССР, 1960, Вып.2, С.18-26.

3 Жамалов А.Ж., Умбетов Е.С. Опыт разработки гелиоколлекторов для горячего водоснабжения// Перспективы развития солнечной энергетики в Казахстане. Ассоциация вузов РК., Институт мирового рынка, КазНТУ им.К.Сатпаева.-Алматы, 2004. – С.133-136.

4 Жамалов А.Ж, Кунелбаев М.М. Материалы международной научно-практической конференции в Болгарии. «Влияние коэффициента теплопередачи боковых стенок сотового гелиоколлектора» июль 2009 г.

5 Жамалов А.Ж, Кунелбаев М.М. Материалы международной научно-практической конференции в Польше. «Исследование конвективного теплообмена в плоских солнечных коллекторах» сентябрь 2009

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ В СЕТЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И РЕЗУЛЬТАТ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ

ТЕМИРХАНОВ Е. У.

д.э.н., заслуженный энергетик СНГ и Казахстана,  
академик Межд. экономич. Академии «Евразия»,

зам. ген. директора АО «КазТрансГаз», член Правления, г. Астана  
ШАПКЕНОВ Б. К.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАЙДАР А. Б.

м. т. и т., гл. менеджер АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу

КАЙДАР М. Б.

менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

СЕЙТКАЗИН С. Б., АКАЕВ А. М.

ст. преподаватели, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

При строительстве новых заводов, как например, Завод Второго поколения на нефтегазовом месторождении Тенгиз вблизи поселка Кульсары использовались новейшие технологии. Начинается строительство завода третьего поколения. С его запуском ТШО намерен увеличить общий объем добываемой нефти с 25 до 36 млн тонн в год.

Технологические процессы Завода Второго поколения практически полностью автоматизированы, постоянно ведется автоматический мониторинг с передачей информации в Астану. В настоящее время завод устойчиво работает. Однако, в аспектах характера, мощности и временного фактора (периоды эксплуатации) подключаемых нагрузок распределительные сети современных предприятий нефтегазовой отрасли далеки от характеристик энергетической среды, поддерживающей, а не снижающей качество подаваемой из магистральных сетей электроэнергии.

И дело здесь не только и не столько в индуктивных и/или емкостных нагрузках, нивелирующих синфазность тока и напряжения, что обуславливает перетоки реактивной мощности с емким пакетом технических и экономических проблем – этот негатив в той или иной мере устраняется подбором и установкой устройств компенсации реактивной мощности КРМ, УКРМ после проведения энергетического аудита распределительной сети. Первенство за сложно контролируемое снижение качества электроэнергии, как в отношении локальных распределительных сетей предприятий, так и в контексте негативного влияния на «внешние» магистральные линии следует отдать нелинейным нагрузкам, число и мощность которых сегодня лавинообразно растет в потребительских сетях. Причем большую долю ответственности за снижение качества электроэнергии сегодня несут не типовые нелинейные нагрузки (вентильные преобразователи, дуговые печи, сварочные установки и т.д.), достаточно мощные, но контролируемые энергетическими подразделениями предприятий с устранением негативов их влияния на локальную/магистральную сеть с помощью тех же КРМ и УКРМ с эффективными фильтрами гармоник, а сегменты сетей и даже целые сети телекоммуникационного, компьютерного, периферийного и т.д. оборудования, без которого на текущий момент не обходится ни одно современное предприятие от завода, логистического склада/терминала до торгового/развлекательного центра.

Частоты гармоник определяются умножением основной частоты на целочисленные множители, т.е., если основная частота равна 50 Гц, то частота гармоники третьего порядка будет равна 150 Гц, частота гармоники пятого порядка – 250 Гц и т.д. На рис. 1 показан график синусоиды основной частоты с гармониками 3-го и 5-го порядков. На рисунке 2 показана результирующая форма сигнала тока в случае сложения основной частоты с гармоникой 3-го порядка, амплитуда которой составляет 70 % от амплитуды основной частоты, и гармоникой 5-го порядка, амплитуда которой составляет 50 % от амплитуды

основной частоты. Стоит заметить, что на практике результирующий сигнал, искаженный наложением большого количества гармоник со сложными фазовыми соотношениями, имеет гораздо более сложную форму. Результирующий сигнал, показанный на рис. 2, имеет явно несинусоидальную форму.

Это означает, что обычное измерительное оборудование, как усредняющий мультиметр, откалиброванный по среднеквадратичному значению, будет показывать неверный результат. В приведенном примере сигнал за период имеет шесть точек перехода через ноль вместо двух. Это приведет к неправильной работе оборудования, использующего точку перехода через ноль в качестве управляющего события. Форма сигнала содержит частоты, отличные от основной, и поэтому должна обрабатываться соответствующим образом. Когда говорят о гармониках в электросети, то в первую очередь подразумевают гармоники сигнала тока, так как гармоники возникают как токи и большинство вредных воздействий оказывается этими токами [1, 2]. Никакое полезное заключение невозможно сделать без анализа спектра гармоник фактического сигнала, но все еще общепринятым является определение значения суммарных гармонических искажений. Когда гармоники распространяются по сети электропередачи, то есть по ответвленным цепям, не предназначенным для передачи токов гармоник, то они проявляются как напряжения. Поэтому очень важно измерять как значения токов, так и значения напряжений и приводимые значения должны явно указываться как значения напряжения или тока. Коэффициент гармонических искажений тока обозначаются как THDi, гармоническое искажение напряжения – THDv.

Токи гармоник многие годы присутствуют в электросетях. Первоначально они создавались выпрямителями на эффекте дуги в ртутных парах, которые использовались для преобразования переменного тока в постоянный ток в системах электрификации железных дорог и промышленных электроприводов постоянного тока с регулируемой скоростью вращения. Позднее спектр типов и количество порождающих гармоники устройств резко возрос и продолжает увеличиваться. Поэтому проектировщики должны тщательно учитывать присутствие гармоник в электросети и побочные результаты их воздействия.

Гармонические токи нагрузки создаются всеми нелинейными нагрузками, к которым относятся:

– Однофазные нагрузки, а именно: импульсные источники электропитания (ИИП);

– электронные балласты флуоресцентных ламп; небольшие источники бесперебойного питания (ИБП).

Трехфазные нагрузки, а именно: – приводы с регулируемой скоростью вращения; крупные ИБП.

Большинство современных электронных устройств использует импульсные источники электропитания (ИИП). Они отличаются от прежних тем, что традиционный понижающий трансформатор и выпрямитель заменены непосредственным управляемым выпрямлением поступающего из сети тока. Этот ток заряжает накопительный конденсатор, с которого уже выпрямленный ток подается на нагрузку способом, обеспечивающим необходимые напряжение и силу тока. Преимуществом такой схемы - для производителя оборудования - является значительное снижение размеров, стоимости и массы. Недостатком является то, что кроме преобразования переменного тока сети в выпрямленный ток, источник питания создает импульсы тока, содержащие большое количество гармоник третьего и более высокого порядков и значительные высокочастотные составляющие (рис. 3) [3].

На входе источника электропитания ставится простой фильтр, который отсекает высокочастотные составляющие от линии и нейтрального провода и направляет их на землю. Но этот фильтр не отфильтровывает токи гармоник, которые протекают обратно в источник питания.

Влияние на электросеть однофазных ИБП очень похоже на поведение ИИП.

Для источников питания высокой мощности существует современная тенденция использования так называемых входов с корректировкой коэффициента мощности. Целью было сделать так, чтобы нагрузка источника питания выглядела как резистивная нагрузка, следовательно, входной ток имел синусоидальную форму и совпадал по фазе с приложенным напряжением. Это достигается за счет извлечения входного тока как высокочастотного сигнала треугольной формы, из которого с помощью входного фильтра выделяется синусоида. Такое дополнительное усложнение схемы еще не применяется в источниках питания низкого ценового диапазона, которые составляют абсолютное большинство нагрузки на коммерческих и промышленных объектах [4, 5]. Пока трудно даже предположить, какие проблемы еще могут возникнуть после широкого внедрения этого технического решения.

В последние годы стали очень популярны электронные балласты для люминесцентных ламп. Причиной этой популярности стали сведения об их более высокой эффективности. На самом деле общая

эффективность электронных балластов лишь незначительно превышает эффективность лучших магнитных балластов. В основном увеличение эффективности достигается за счет более эффективной работы лампы на повышенной частоте, а не благодаря лучшей эффективности собственно электронного балласта. Главным преимуществом систем с электронным балластом является то, что в течение более долгого срока службы поддерживается высокий уровень яркости за счет применения для регулировки рабочего тока схемы управления с обратной связью [1]. Главным и очень большим недостатком электронного балласта является образование гармоник, поступающих в сеть электропитания. Для более высоких мощностей существуют типы устройств с коррекцией коэффициента мощности, в которых снижено образование паразитных гармоник, но стоят они намного дороже. Устройства малой мощности, как правило, не имеют схемы коррекции.

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) рассматриваются как замена ламп накаливания. Миниатюрный электронный балласт, встроенный в цоколь такой лампы, управляет работой многократно согнутой люминесцентной трубки диаметром 8 мм. КЛЛ мощностью 11 Вт по световому потоку равноценна лампе накаливания мощностью 60 Вт и имеет за явленный срок службы 8000 часов. Спектр гармонических токов КЛЛ показан на рис. 4. Одно время КЛЛ широко использовались для замены ламп накаливания в гостиницах, однако очень скоро весь этот сектор столкнулся с серьезными проблемами, вызванными гармоническими токами.

В основе работы контроллеров регулировки скорости, модулей ИБП и преобразователей постоянного тока, как правило, лежит трехфазный мост (рис. 5), который еще называют шестиимпульсным мостом, так как его рабочий цикл состоит из шести импульсов (по одному импульсу на каждый полупериод в каждой фазе) на выходе постоянного тока. Шестиимпульсный мост создает гармоники с порядком  $6n \pm 1$ , т.е. на единицу больше и на единицу меньше чем каждое кратное шести число. Теоретически величина амплитуды каждой гармоники обратно пропорциональна ее номеру, например, для пятой гармоники она равна 20 %, для одиннадцатой – 9 % и т.д. Типичный спектр показан на рис. 6. В случае использования двенадцатиимпульсного моста амплитуда гармоник будет значительно ниже. Такой мост можно получить, если два шестиимпульсных моста питать через обмотку трансформатора, соединенную звездой или треугольником, со сдвигом фаз между мостами в 30 градусов.

Теоретически гармоники порядка  $6n$  должны подавляться, но на практике подавление зависит от согласованности конвертеров и обычно имеет коэффициент между 20 и 50 [3]. Гармоники порядка  $12n$  остаются без изменений. Положительным является не только уменьшение суммарного тока гармоника, но и то, что оставшиеся гармоники имеют более высокий порядок, и фильтры для их фильтрации имеют более простую схему. Во многих случаях производители оборудования будут предпринимать некоторые меры по уменьшению амплитуды токов гармоник, возможно посредством установки фильтров или включенных последовательно индуктивностей. В прошлые годы это давало повод некоторым производителям заявлять о соответствии их продукции рекомендациям «G5/3». Однако, поскольку рекомендации «G5/3» являются стандартом планирования, охватывающим всю схему электропроводки объекта в целом, то нельзя заявлять об их выполнении без знания характеристик каждого компонента электрооборудования объекта. Дальнейшее увеличение количества импульсов до 24, достигаемое параллельным соединением двух двенадцатиимпульсных модулей с фазовым сдвигом на 15 градусов, уменьшает суммарный гармонический ток до 4,5 %. Дополнительное усложнение схемы увеличивает стоимость, поэтому контроллеры такого типа могут быть использованы только когда абсолютно необходимо обеспечить соответствие ограничениям, предъявляемым поставщиками электроэнергии.

Выводы. Гармонические токи оказывают вредное воздействие, как на питающую систему, так и на электросеть объекта.

Негативные последствия, вызванные гармоническими токами и напряжениями:

- перегрузки на нейтральных проводах;
- перегрев трансформаторов;
- случайные переключения автоматических выключателей;

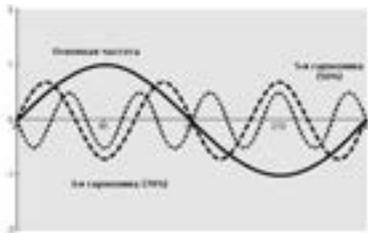


Рисунок 1 – Основная частота с гармониками 3 и 5 порядков



Рисунок 2 – Влияние гармонических составляющих на форму тока

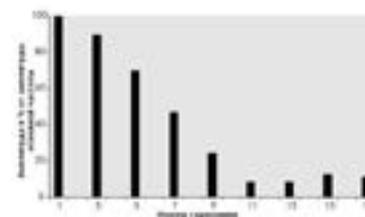


Рисунок 3 – Спектр обычного источника питания

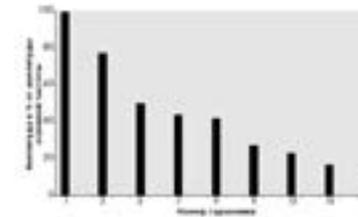


Рисунок 4 – Спектр энергосберегающих ламп (компактных люминесцентных ламп КЛЛ)

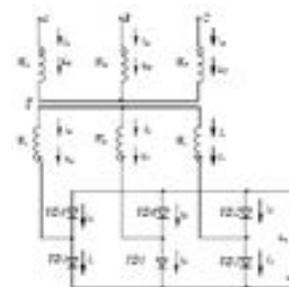


Рисунок 5 – Схема Ларионова

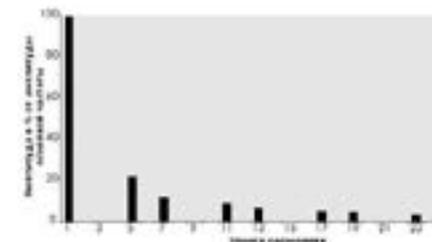


Рисунок 6 – Спектр гармоник схемы Ларионова

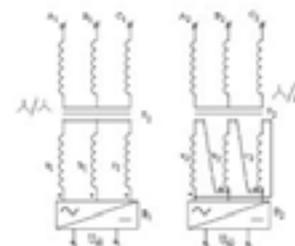


Рисунок 7 – Схема выпрямления звезда 12-ти импульсная

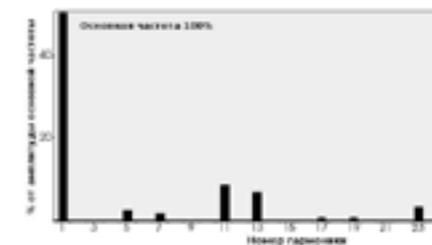


Рисунок 8 – Спектр гармоник типового две-надцатиимпульсного моста

- перегрузка конденсаторов коррективы коэффициента мощности;
- поверхностный эффект.

- искажения напряжения;
- гармонические искажения напряжения увеличивают потери в электродвигателях на вихревые токи, так же как и в трансформатора. Также дополнительные потери возникают в результате образования под воздействием гармонических токов магнитных полей в статоре, каждое из которых пытается вращать ротор электродвигателя с разной скоростью как вперед, так и назад. Возникающие в роторе в результате индукции токи высокой частоты еще больше увеличивают потери;
- шумы перехода через ноль.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кайдар А.Б., Марковский В.П., Жакып К.Б., Джансаринов К.Е., Оспанова Ж.М. Шапкенов Б.К. Энергияны үнемдеу шамдарынын жұмыс режимдерін зерттеу. Сборник Международной научно-практической конференции «УШ Торайгыровские чтения. Качество жизни в Павлодарской области. Состояние и перспективы», посвященной 55-летию Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова. — Павлодар: 2015 г., т. 5, с. 281-285. ISBN 978-601-238-552-

2 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Симметрирование трехфазных систем Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 36-49.

3 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Исследования качества и дополнительных потерь электрической энергии в распределительных сетях 0,38 кВ. Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 50-65.

4 Б. Шапкенов, Б. Калиев, А. Кайдар. Теория и практика энергетических преобразователей. Монография для студентов, магистрантов, аспирантов и ИТР, руководящего и обслуживающего персонала электростанций. Изд. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2014, 461 с.

5 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов А.П., Жанат Ж., Айтжанов С.Е., Жакып К.Б., Файзулла Д.Ф., Джансаринов К.Е., Оспанова Ж.М. Тұрақты токтың салғылары мен желісінің қолдану проблемалары мен тиімді жағы. Вестник ПГУ. Энергетическая серия. № 4, 2015. С. 65-69. ISSN 1811-1858. г.

6 Жамалов А.Ж., Кунелбаев М.М. Материалы международной научно-практической конференции в Чехии. «Изучение теплового режима плоских гелиоколлекторов» октябрь 2009 г.

#### СИСТЕМА HYDROFLOW

УВАИСОВА М. Г.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АСКАРБЕКОВ А. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В промышленности и в быту мы сталкиваемся с проблемой появления отложений на стенках теплообменных устройств. Отложения имеют вид твердого и трудноудаляемого осадка (слой накипи) из-за присутствия в воде минеральных солей. Происходит сужение внутреннего диаметра трубы и уменьшается теплопроводность. Условия теплообмена настолько ухудшаются, что со временем, энергетические потери могут достигать до 60%.

Гидрофлоу – это новая система водоподготовки, которая отвечает современным технологическим требованиям. В основе системы лежит работа генератора высокочастотных колебаний. Микропроцессор прибора формирует электромагнитные импульсы переменной частоты, которые имеют форму экспоненциально-затухающей синусоиды. Поверх стенок трубы закрепляется ферритовое кольцо, которое передает ей сигнал. Труба сама становится излучателем, т.е. как бы технологическим элементом, «продолжением» оборудования Гидрофлоу. В трубе возникает вторичное электромагнитное поле. Прибор корректирует импульсы, тем самым обеспечивает возникновение и поддержание в трубе электромагнитного резонанса, с образованием так называемой «стоячей волны». Вторичное поле не позволяет ионам солей осаждаться на стенках трубы, тем самым сдерживает рост отложений. Ионы солей образуют взвешенные микрочастицы, которые впоследствии выносятся водой из системы. Так же происходит постепенное удаление старых отложений [1].

В Республике Казахстан систему Гидрофлоу используют: ТОО «KSP STEEL», ТОО «НЕФТЕХИМ LTD», АО «ЛОКОМОТИВ КУРАСТЫРУ ЗАУЫТЫ», АО «КАЗАХСТАН ТЕМИРЖОЛЫ».

Противонакипные и антикоррозионные устройства Гидрофлоу предотвращают образование и очищают уже имеющуюся накипь и отложения различной природы в системах отопления, охлаждения, водоснабжения, в котлах, бойлерах, теплообменниках, парогенераторах, экономайзерах, выпарных установках, увлажнителях воздуха, печач

подогрева нефти. С Гидрофлоу очистка занимает в разы меньше времени, а интервал между очистками увеличивается в 3-8 раз.

Отличие Гидрофлоу от других систем состоит в том, что Гидрофлоу не препятствует образованию кристаллов, а наоборот, способствует их образованию, создавая в воде центры для кристаллизации солей [2].

Процесс удаления отложений происходит постепенно и плавно, поэтому оборудование продолжает работать в обычном режиме (на паровых котлах продувки проводятся чаще, на закрытых системах чаще очищают фильтры). Удаление отложений занимает 1-4 месяца в зависимости от модели и самого оборудования.

Устройство служит 20 лет, выполняется в пылевлагозащитном корпусе и питается от сети 220В. Гидрофлоу не содержит быстроизнашиваемых деталей, его техобслуживание минимально.

Система Гидрофлоу позволяет уменьшить перерасход энергии/топлива, сокращает время простоя оборудования, затраты на техобслуживание, избавляется от преждевременного износа оборудования, сокращает расход химических реагентов [3].

Благодаря Гидрофлоу загрязнения не прикрепляются к поверхностям труб. При применении системы на магистральном трубопроводе достигается максимальная дальность действия Гидрофлоу. Дальность действия уменьшается прямо пропорционально усложнению конфигурации системы (разветвление трубопровода, «гребенки» и т.п.).

Главными отличиями системы Гидрофлоу являются минимальные потери при передаче энергии в воду и повторное использование энергии ранее генерированных импульсов. Другие системы, производящие обработку воды электромагнитным полем, используют саму трубу в качестве сердечника. Применение подобного сердечника приводит к высоким потерям сигнала [4].

Микропроцессор системы Гидрофлоу, непрерывно оценивает параметры электромагнитного поля, наведенного в трубопроводе, и генерируя новые импульсы, добивается возникновения в нем «резонансной стоячей волны» и резкого усиления наведенного в трубе сигнала.

Примеры применения системы Гидрофлоу:

Защита от биообрастаний конденсаторов пара Назаровской ГРЭС.

Экономический эффект: 10 млн.руб. ежегодно.

Оборудование: конденсаторы пара энергоблока 2, тип К-500.

Описание: Обратная система станции построена по открытой схеме. Конденсаторы приходилось периодически останавливать для

очистки от биопленки и иловых отложений, что приводило к простоям и росту издержек. Отложения снижали эффективность теплообмена и приводили к перерасходу топлива.

Результат: Система Гидрофлоу позволила исключить термические сушки. Наносных отложений и биообрастаний в конденсаторе во время использования Гидрофлоу не наблюдалось. Устойчивость работы энергоблока возросла. Сокращены непроизводительные простои и отмечается снижение расхода топлива.

Защита от биообрастаний конденсатора пара Барнаульской ТЭЦ-3 (Россия, Алтайский край).

Описание: Система охлаждения закрытого типа с непрерывной продувкой. В трубках конденсатора пара присутствовали иловые, грязевые отложения, образование неорганических отложений (накипь), наблюдалось биообрастание. В 10-15 % трубок наблюдался 100 %-й занос.

На подводящий и отводящий трубопроводы к конденсатору пара были установлены устройства Гидрофлоу Акваклер.

В результате, через 8 месяцев работы системы Гидрофлоу Акваклер, во всех трубках конденсатора отложения отсутствовали, просматривался характерный блеск металла; запах разложения органики, биопленка отсутствовали. Было отмечено снижение температурного напора.

Работа без установок умягчения воды.

«Наши котлы теперь самые чистые в районе!», – так прокомментировал результат работы системы Гидрофлоу главный инженер ОАО «Коммунальные системы БАМа».

Благодаря системе Гидрофлоу новые отложения на поверхностях нагрева котлов перестали образовываться. Далее было начато подмешивание к умягченной подпиточной воде котлов неподготовленной воды, а затем Na-катионитовые фильтры были совсем отключены.

Применение системы Гидрофлоу позволило высвободить площади, которые занимали Na-катионитовые фильтры. Уменьшился перерасход топлива. Сокращены издержки на ежегодную очистку котлов от накипи и сокращена нагрузка на обслуживающий персонал котельной.

Удаление отложений в трубопроводах ХВС 9 этажного жилого дома (Россия, Екатеринбург).

Описание: Устройство Гидрофлоу установлено на трубопроводе ХВС на вводе в дом. В доме 8 подъездов. Контрольные образцы в начале и в конце испытаний вырезались из стояков в самом дальнем подъезде (на расстоянии 125-150 метров от места установки прибора).

В результате через 50 дней отложения из твердых превратились в налет мельчайшей пыли. Масса отложений на стенках уменьшилась в 6 раз. Новых отложений не наблюдалось.

Для того, чтобы убедиться в результативности работы системы Гидрофлоу, нами был проведен опытный эксперимент.

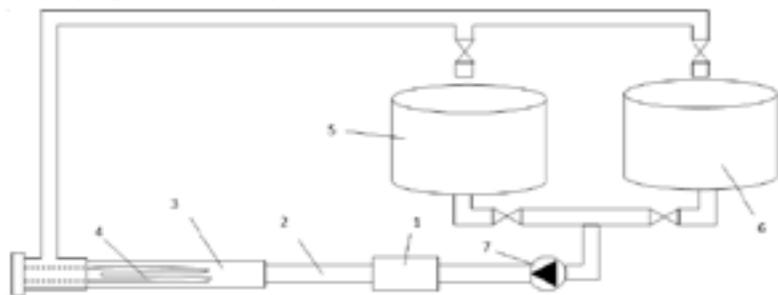


Рисунок 1 – Схема стенда, работающего с устройством HydroFlow.

Работа стенда состоит из двух этапов. Первый этап заключается в осуществлении процесса отмывки. А именно, устанавливается труба с накипью 2. Труба сменная. Затем в работу включается бак с водопроводной водой 6 и устройство для электромагнитной обработки воды 1. При помощи весов замеряется динамика изменения массы элемента котельной установки, по которой проводится анализ снижения накипи в этом элементе.

Второй этап работы стенда заключается в предотвращении накипеобразования. В работу включается бак с жесткой водой 5, вместо элемента котельной установки устанавливается обычная труба без накипи 2, включается в работу ТЭН 4 и по изменению массы ТЭНа (при включенном и выключенном устройстве для электромагнитной обработки воды) проводится анализ влияния устройства для электромагнитной обработки воды на процесс накипеобразования.

Описание эксперимента: Была взята труба с водопровода (холодная вода). Участок трубы около 250 мм (масса загрязненной трубы 434,85 гр) был поставлен в установку. Циркуляция воды с установленной системой Гидрофлоу проводилась в течении 58 суток. Циркулирующая вода была комнатной температуры.

В результате за 58 суток было удалено 4,31 грамма отложений. После просушки были механически удалены все отложения с трубы, вес которых составил около 52 грамм. Таким образом, за 58 суток было отмыто 8,3 % всех отложений на участке трубы.

При работе установки в течении 8 недель и фиксации результатов после каждой недели, мы установили, что 8 % отложений отмываются равномерно в течении 8 недель, т.е. около 1 % отложений за неделю.

В заключении можно сказать, что применение системы Гидрофлоу способствует улучшению экологической обстановки.

При использовании Гидрофлоу в котельном и теплообменном оборудовании происходит сокращение выбросов парниковых газов за счет минимизации перерасхода топлива/энергии. Происходит снижение объема реагентов, которые попадут в сточные воды за счет отказа от химической промывки котельного и теплообменного оборудования.

В водоочистке заметно снижается расход воды для обратной промывки песочных фильтров. Минимизируется расход коагулянта, флокулянта.

Также необходимо отметить, что предприятия, которые внедряют экологичные и быстрокупаемые технологии, такие как Гидрофлоу, получают высокую оценку экологов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://www.h-flow.ru/technologii/>
- 2 <http://www.spicom.ru/hydroflow.htm>
- 3 [http://www.vashdom.ru/articles/nakipinet\\_1.htm](http://www.vashdom.ru/articles/nakipinet_1.htm)
- 4 <http://www.liveinternet.ru/users/hydroflowrus>

#### МОДЕРНИЗАЦИЯ КОТЛА БКЗ-420 ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ГЛАДКОТРУБНОГО ЭКОНОМАЙЗЕРА НА ОРЕБРЕННЫЙ

УВАИСОВА М. Г.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Экономайзер, как и воздухоподогреватель, является низкотемпературной поверхностью, которая располагается в нижней части конвективной шахты. Они являются последними рабочими поверхностями котла по тракту движения дымовых газов. Эти поверхности подвержены абразивному износу металла, коррозии со стороны потока газов и загрязнению поверхности за счет улетучивания золы.

Хоть и рабочие процессы в экономайзере и воздухоподогревателе различаются, но по условиям тепловой работы они взаимосвязаны.

При конструировании этих поверхностей общей целью является интенсификация теплообмена. То есть нам необходимо сконструировать небольшие элементы (поверхности) с умеренными затратами металла, которые были бы стойкими к влиянию золы и коррозии.

Экономайзер является недорогой и компактной поверхностью нагрева, в которой происходит эффективное использование теплоты уходящих газов. Для удобства выполнения ремонтных работ и облегчения очистки поверхности нагрева от золы экономайзер разделяется на отдельные блоки (пакеты). Высота блока не превосходит 1,5 м и разрывы между пакетами составляют 600-800 мм.

Водяные экономайзеры служат для подогрева питательной воды и снижения температуры уходящих газов. Их можно располагать в одну или две ступени в конвективной шахте топочной камеры.

Экономайзеры бывают:

А) Чугунные и стальные, в зависимости от материала, из которого они изготовлены;

Б) С гладкими трубами и оребренными трубами;

В) Кипящего и некипящего типа.

Отличие экономайзера кипящего и некипящего типов состоит в том, что в экономайзере кипящего типа происходит частичное парообразование [1].

Подольским заводом были разработаны мембранно-лепестковые экономайзеры. Конструкция состоит из мембранных панелей, поперёк которых приварены тонкие лепестки металла. Благодаря этому улучшается коэффициент оребрения мембранной панели.

С конца семидесятых годов на угольных электростанциях России и Казахстана началось внедрение оребренных экономайзерных поверхностей. Целью этого являлось уменьшение абразивного износа металла частичками золы путем уменьшения скорости дымовых газов.

В результате ударов твердых частиц, уносимых продуктами сгорания, снижается прочность труб, т.е. происходит износ поверхностей нагрева. Износ труб зависит от абразивных свойств и концентрации частиц уноса: золы, несгоревшего углерода и режима работы поверхности.

Количество разрушенного металла в трубе пропорционально энергии частиц, которые ударяются о ее поверхность. Кинетическая энергия частиц пропорциональна квадрату скорости, а их количество в потоке пропорционально его скорости в первой степени. Поэтому можно считать, что износ трубы золовыми частицами пропорционален скорости газа в третьей степени.

Топливом для котлов являлись экибастузский, кузнецкий каменные угли; челябинский, богословский бурый угли.

В период 2003-2005 гг. были поставлены поперечно-оребранные экономайзеры вместо: – гладкотрубных (Первомайская ТЭЦ «Тулаэнерго», Южноуральская ГРЭС «Челябэнерго»);

- мембранных (Яйвинская ГРЭС «Пермьэнерго», Бийская ТЭЦ-1).

При практически одинаковом температурном режиме снижается металлоемкость труб в 2÷2,5 раза. Снижается аэродинамическое сопротивление поверхности. Происходит упрощение компоновки, так как вместо 4-х секций по высоте устанавливаются две. Происходит упрощение монтажных работ и количество сварных соединений уменьшается в 2 раза. Происходит снижение золосодержащего износа поверхности из-за снижения скорости газов (минимум в 1,5 раза).

При этом оребренный экономайзер вписывается на место гладкотрубного без изменения габаритов конвективной шахты котла.

Как правило, установка оребренных экономайзеров выполняется на одинаковый с существующими теплосъем – т. е. без изменения газовых и водных температурных режимов. Были проведены модернизации 6 котлов с «глубоким» снижением температуры уходящих газов (на 30-40 °С), но для того, чтобы придерживаться оптимальных температурных режимов перегретого пара и горячего воздуха, были выполнены соответствующие реконструкции как экономайзеров, так и воздухоподогревателя (т. е. реконструкция «хвоста»).

Сравнивая поперечно-оребранные экономайзеры и мембранные можно отметить:

1. Пакеты мембранных экономайзеров не подлежат ремонту («жесткие» пакеты) - при необходимости восстановления их можно только глушить (например: Бийская ТЭЦ, где на котле ТПЕ-430А из-за абразивного износа золой вышли из строя ~20% мембранных пакетов. Экономайзер был заменён на поперечно-оребранный. Сейчас происходит поэтапная замена мембранных экономайзеров на всех котлах).

2. При использовании мембранного экономайзера не всегда происходит уменьшение золосодержащего износа, т. к. поперечный шаг пакетов остается как у прежних гладкотрубных (скорость газов не уменьшается).

3. При одинаковом теплосъеме масса мембранного водяного экономайзера в 1,4-1,6 раза больше массы поперечно-оребранный водяного экономайзера. Т. е. при практически одинаковой удельной стоимости изготовления мембранной и поперечно-оребранный

поверхности - стоимость мембранного водяного экономайзера выше стоимости поперечно-оребреного, как минимум, в 1,4-1,6 раза.

4. При установке поперечно-оребрённых водяных экономайзеров поддерживаются оптимальные температурные режимы. А при установке мембранных экономайзеров вместо гладкотрубных (при их реконструкции), неоднократно увеличивалась температура уходящих газов (Усть-Каменогорская ТЭЦ, Рудненская ТЭЦ, Назаровская ГРЭС, Беловская ГРЭС). Сейчас на ряде электростанций поднимается вопрос об увеличении поверхности нагрева новых мембранных водяных экономайзеров (т. е. проведение реконструкции после реконструкции).

Что касается стоимости и затрат, то можно сказать следующее: хоть удельная стоимость изготовления 1 тонны оребренной поверхности несколько выше стоимости изготовления 1 тонны гладкой поверхности, но в конечном итоге, общий тоннаж оребренного водяного экономайзера оказывается значительно ниже гладкотрубного. Т. е. общая стоимость поперечно-оребреного экономайзера на 10,15 % ниже стоимости обычного гладкотрубного экономайзера, рассчитанного на одинаковый теплосъем. Если сравнивать со стоимостью мембранного экономайзера того же теплосъема, то оказывается, что оребренный на 40,5 % дешевле [2].

На данный момент оребренные экономайзеры работают на многих электростанциях СНГ (котлы паропроизводительностью 200÷1650 т/ч): Нижнетуриная ГРЭС, Серовская ГРЭС, Красногорская ТЭЦ, Верхнетагильская ГРЭС, Богословская ТЭЦ («Свердловэнерго»); Троицкая ГРЭС, Южно-Уральская ГРЭС («Челябэнерго»); Кураховская ГРЭС (Украина); Экибастузская ГРЭС, Карагандинская ГРЭС-2, Павлодарская ТЭЦ-1, Рудненская ТЭЦ (Казахстан) и др. [3].

Опыт эксплуатации экономайзера котла БКЗ-420-140 из оребренных труб:

Для того, чтобы повысить срок службы быстроизнашивающихся узлов котлов, которые работают на высокозольном экибастузском угле, было решено заменить первую ступень гладкотрубного экономайзера действующего котла БКЗ-420-140 Павлодарской ТЭЦ-1 ступенью с поперечно-оребрёнными трубами и испытать ее в работе. При конструировании в основу оребренного экономайзера были заложены элементы конструкции заменяемого гладкотрубного.

Экономайзер состоял из шести блоков, которые были расположены в газоходах за второй ступенью воздухоподогревателя. Трубный пучок каждого блока комплектовался 25 змеевиками из оребренных труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм. Длина оребренной части

трубы - 4818 мм; высота ребер – 10 мм при толщине 1 мм; шаг навивки – 11 мм; поперечный шаг труб в пучке – 162 мм.

За 7 лет эксплуатации оребренного экономайзера при различных нагрузках котла аварийного останова из-за золотого износа не наблюдалось. Эксплуатируемый ранее гладкотрубный экономайзер приходилось ремонтировать 4-5 раз в год [4].

Модернизация котла на Омской ТЭЦ-5:

Котел БКЗ-420, работающий на Экибастузском угле  $Q_{рн}=3450$  ккал/кг.

При модернизации был заменен гладкотрубный экономайзер второй ступени на оребренный, исключен гладкотрубный экономайзер первой ступени из гидравлической схемы котла и заменен на оребренный высокотемпературный теплофикационный экономайзер с предвключенным воздушным подогревателем сетевой воды. Также модернизация заключалась в повышении температуры предварительного подогрева воздуха.

Снижение температуры газов на выходе из котла привело к существенному увеличению его КПД (около 2,5 %), улучшению работы электрофильтров за счет уменьшения объема и скорости газов и улучшения электрофизических свойств самой золы, производству большого количества дополнительной тепловой энергии (свыше 14 Гкал/ч) только за счет утилизации низко потенциального тепла. Основой данной модернизации является использование теплообменников из труб с приварным спирально-ленточным оребрением и применение современных новых методов проектирования котлов [5].

В заключении можно сказать, что на всех электростанциях, где применены оребренные экономайзеры, обеспечен необходимый теплосъем и надежная работа в течение всего срока эксплуатации, благодаря отсутствию золотого износа (не требуется очистка от золотых отложений).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://helpiks.org/4-6905.html>
- 2 <http://opser.ru>
- 3 <http://uralkmz.ru/store/10002360/>
- 4 <http://leg.co.ua/arhiv/generaciya/opyt-ekspluatcii-ekonomayzera-kotla-bkz-420-140-iz-orebrennyh-trub.html>
- 5 [http://journal.esco.co.ua/2004\\_8/art01.htm](http://journal.esco.co.ua/2004_8/art01.htm)

## ВЭС ЕРЕЙМЕНТАУ И ПЕРСПЕКТИВА ЕЁ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРАМИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

ХАЛЕЛОВ И. А.

магистрант, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана

В регионах с постоянными сильными воздушными потоками, протекающими у поверхности Земли перспективно использовать для регенерации электроэнергии силу ветра. В частности, в Акмолинской области республики Казахстана, в которой возведена и действует ВЭС Ерейментау. Это первая ветровая электростанция в республике управляется компанией Самрук-Энерго [1]. Сейчас суммарная мощность ВЭС составляет 45 МВт и это только 1-я очередь ЭС, запланировано строительство 2-го и 3-го этапа ВЭС. Первая очередь состоит из 22 [2] ветроэнергетических установок мощностью 2,05 МВт, производства компании FWT Германия. Используются модифицированные установки Frühlander - FL 2000, под климат Казахстана и способны работать при температуре от -40 до +40 °С. Строительство и модернизация установок осуществлялась украинской компанией Фурлендер Виндтехнологджи. Установки имеют следующие технические данные: диаметр ротора – 93,2 м., при высоте башни 100 м. Номинальная мощность – 2050 кВт при средней скорости ветра 12,5 м/сек., на которую рассчитана генерирующая установка [3]. Минимальная скорость ветра, при которой начинается генерация электрического тока, составляет 3 м/сек., при такой скорости ветра вырабатываемая мощность составляет 15,4 кВт. Максимальная скорость ветра, на которую рассчитаны установки, составляет 25 м/сек., при максимальной скорости ветра установки генерируют такое же количество электроэнергии, что и при силе ветра в 12,5 м/сек., то есть максимальной мощности генерации электроэнергии установка достигает при средней скорости ветра, на которую она рассчитана. Максимальная мощность вырабатываемой электроэнергии при средней скорости ветра, на которую рассчитана установка, достигается за счёт использования четырёхступенчатого планетарного привода, через который осуществляется передача крутящего момента от лопастей установки к генератору. Номинальное напряжение вырабатываемого тока составляет – 690 Вольт при частоте – 50/60 Герц. Расчётный срок эксплуатации турбин составляет 25 лет. Обслуживается электростанций 29 сотрудниками. В зависимости

от скорости ветра и показание мощности ветроустановки FL 2000 приблизительно к этому указано в рис. 1

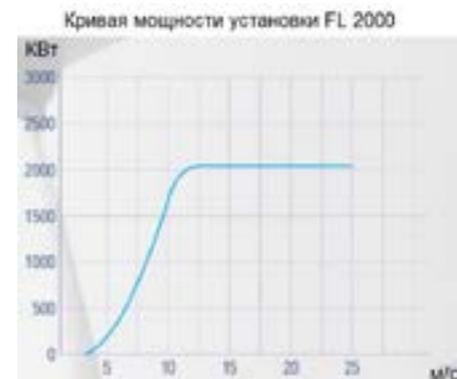


Рисунок 1 – Вырабатываемая мощность при изменении скорости ветра

Также была построена подстанция 220/35кВ с установленной мощностью 63 МВА. Подстанция подключена и подаёт электроэнергию в линию КЕГОС.

Запланировано строительство второй очереди строительства ВЭС Ерейментау. Плановая мощность составляет 50 МВт. По проекту будет установлено 20-ть ветрогенераторов мощностью по 2,5 МВт. Планируется использовать турбины Frühlander FL 2500. Проект второй очереди находится в стадии разработки. Для 3-й очереди строительства тип турбины ещё не выбран, рассматривается 2-а варианта: Frühlander FL 2500 мощностью в 2,5 МВт и Frühlander FL 3000 мощностью в 3,0 МВт. [4]

Ветрогенераторы бывают двух типов с вертикальным и горизонтальным ротором вращения. На ВЭС Ерейментау эксплуатируются горизонтальные генераторы типа «ветряная мельница». Так чем отличаются, чем схожи и какие у этих типов генераторов преимущества друг перед другом?

Генератор с горизонтальной осью вращения, направленной параллельно поверхности Земли устанавливается на мачтах высотой от 75 до 100 м. Причина кроется в том, что чем выше от поверхности Земли, тем сильнее потоки воздуха. Потоки воздуха имеют практически одинаковую скорость на высотах от 70 до 200 метров и поэтому выбрана оптимальная высота строительства ветрогенерирующих установок в этом диапазоне высоты. Вращающий момент создаётся подъёмной

силой, образующейся при обтекании профиля лопастей воздушным потоком, поэтому лопасти ветрогенераторов имеют аэродинамику крыла самолёта. Когда ветер набегаёт на лопасть, то он отражается под углом в сторону позади лопасти, при этом часть потока воздуха проходит прямым потоком возле лопастей. При столкновении этих двух потоков образуется зона высокого давления, из которой выталкивается лопасть. Поэтому обороты лопастей не столько зависят от силы ветра, сколько зависят от давления, создаваемого двумя потоками воздуха. Из-за создаваемого давления скорость вращения лопастей превышает скорость ветра, что позволяет начинать вырабатывать ток при скорости ветра в 2-3 м/с. Но рост давления, создаваемого смешивающимися потоками воздуха ограничен и при высокой скорости ветра часть потока, не успевает обтечь лопасть и в результате создаётся подушка из воздуха перед лопастью с которой отсекает основной поток воздуха в результате падает создаваемое давление и обороты лопастей не увеличиваются. Поэтому в ветрогенераторах устанавливаются планетарный привод, через который регулируется скорость вращения генератора и следовательно, выработка электроэнергии. Также трёхлопастная схема более эффективна, поскольку небольшое количество лопастей не мешает созданию давления большее, поскольку создаваемые воздушные завихрения от лопастей мешают двум потокам воздуха создавать давление. Большое количество лопастей создаёт больше завихрений, которые не успевают исчезнуть и их достигает следующая лопасть, что мешает созданию давления, за счёт которого и вращаются лопасти, поэтому и выбрана оптимальная трёхлопастная схема, при которой завихрения создаваемые одной лопастью не мешают другой. Мощность, развиваемая на оси ветроколеса, пропорциональна квадрату его диаметра и кубу скорости ветра.

По вихревой теории Н. Е. Жуковского использования энергии ветра  $\xi = 0,593$ , то есть передаётся на вращение лопастей 59,3 % энергии, проходящей через поперечное сечение ротора при использовании лопастей оптимальной аэродинамической формы. Само устройство промышленных ветрогенераторов имеет сложную структуру и состоит из множества отдельных компонентов. Помимо основной части – генератора, установлены ступицы, поворотных подшипников и приводных механизмов которые изменяют угол наклона лопастей. Данный механизм необходим для поворота лопастей ребром по направлению к потоку воздуха при сильных - штормовых и ураганных ветрах для избежания поломки как самих лопастей так всей установки вместе с мачтой. Горизонтальным установкам необходима система

и механизм ориентации на ветер, которая не нужна вертикальным, поскольку за счёт особенности конструкции они всегда сориентированы на ветер, какого бы направления он не был бы. В остальном устройство горизонтальных и вертикальных установок схоже. У обоих типов имеется роторный тормоз, система охлаждения и смазки подшипников.

Помимо сходства есть и существенные различия, к примеру вертикальные установки «Дарье» имеют свои плюсы в виде отсутствия системы ориентирования на ветер, а это дополнительные затраты на оборудование для горизонтальных установок. Несомненный плюс в том, что оборудование, включая и сам генератор, располагается на поверхности Земли, что облегчает ремонт и сам монтаж, поскольку не требуется подъём на высоту как у горизонтальных установок. Различные модификации установок способны выдерживать ветра со скоростью до 40 м/с. Недостатком является значительное изменение обтекания потоками воздуха каждой лопасти за один оборот ротора циклично повторяющееся при работе установки. Для исправления этого недостатка применяется неравномерный изгиб лопасти или по другой терминологии – крыла, что создаёт постоянный вращающий момент и позволяет повысить КПД установки [5].



Рисунок 2 – Вертикальная установка «Дарье»

Наиболее эффективны двух, трёхлопастные установки. Значимым плюсом горизонтальных установок перед вертикальными является их постоянная ориентация на ветер. За сменой ветра на горизонтальных установках следят датчики направления ветра, и система ориентирования поворачивает установку по направлению к

ветру. Из-за смены ветра и времени необходимого на поворот установки происходит падение выработки электроэнергии, что отсутствует у горизонтальных установок. Также горизонтальные установки способны работать при сильных ветрах, при которых вертикальные приходится отключать (поворачивать лопасти ребром по направлению к ветру) для предотвращения их поломки. При низких скоростях ветра установки «Дарье» самостоятельно не раскручиваются. Для их раскрутки используются роторы «Савониуса». Рис 3.

Компании производители ветрогенерирующих установок, такие как: Enercon, Vestas, Goldwind и другие компании выпускают как горизонтальные, так и вертикальные установки [6].

Использование электромагнитных подшипников в таких установках повысит их КПД и их время службы.



Рисунок 3 – Вертикальная установка «Дарье» с ротором «Савониуса»

Помимо системы «Дарье» перспективен геликоидный ротор или ротор «Горлова». Рис.4 Ротор состоит из множества лопастей. В зависимости от модификации помимо внешнего устанавливается внутренний ряд лопастей, функция которых заключается в препятствовании завихрению потоков воздуха, в результате чего повышается давление, создаваемое потоками воздуха на лопасти из-за чего, достигается максимальная эффективность установки.

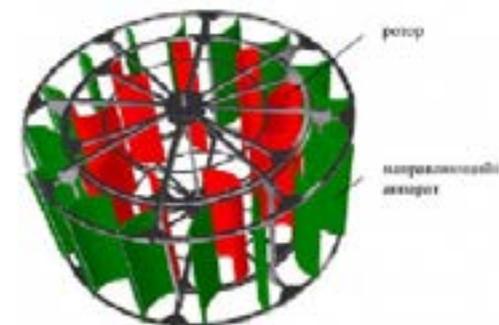


Рисунок 4 – Ротор «Горлова»

Перспективным было бы применение электромагнитных подшипников в роторах установок. Подвешенный в магнитных подшипниках ротор имеет плюсы, такие как отсутствие трения и нет необходимости в смазке подшипника.



Рисунок 5 – Электромагнитный подшипник (ЭМП) [7].

Таблица 1 – Основные параметры радиальных ЭМП

Модель	Несущая способность, Н	Диаметр ротора, мм
РМП-60-67	670	60
РМП-70-100	1000	70
РМП-80-124	1240	80
РМП-90-170	1700	90
РМП-100-190	1900	100
РМП-110-225	2250	110
РМП-120-270	2700	120

Сейчас такие подшипники применяются в паротурбинных и газотурбинных установках [8]. И их использование зарекомендовало себя с лучших сторон таких как рост КПД из-за отсутствия трения и необходимости остановки турбин на ремонт и замену подшипников качения и скольжения из-за их отсутствия. При проекте новых ветропарков стоит рассмотреть вариант установки не только горизонтальных, но и вертикальных установок конструкции «Дарье», но наиболее перспективными возможно будут роторы «Горлова» с большой мощностью. Поскольку применение на них ЭМП и то, что всё оборудование располагается внизу, делает более перспективными по сравнению с горизонтальными установками, установленными на мачтах. Но для того чтобы повысить их эффективность необходимо увеличение размера установок, чтобы лопасти располагались на высоте на которой протекают более сильные потоки воздуха, а это уже 100 и более метров. Такие ветрогенерирующие установки будут колоссальных размеров и более дорогостоящие по сравнению с современными ветрогенераторами. Но ведь когда-то и ныне действующие установки находились в планах конструкторов. Практика показала, увеличение размеров установок приводит к увеличению генерируемой мощности электроэнергии, так что стоит рассмотреть проект по созданию таких установок и просчитать его экономическую целесообразность.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Самрук-Энерго: <http://www.samruk-energy.kz/ru/>
- 2 Sfmruk-Grtn Energy: <http://www.samruk-green.kz/>
- 3 Фурлендер Виндтехнолоджи: <http://fwt.com.ua/>
- 4 FWT: <http://www.fwt-energy.com/ru/fwt/profil.html>
- 5 Vest Techindus: <http://besttechindusgroup.com/>
- 6 Enercon: <http://www.enercon.de/en/home/> ; Vestas: <http://www.vestas.com/> ; Goldwind: <http://www.goldwindglobal.com/web/index.do>
- 7 Микротурбинные технологии: <http://stc-mtt.ru/>
- 8 Корпорация «ВНИИЭМ»: <http://www.vniiem.ru/>

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИЭ В ПАВЛОДАРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕ

ШАПКЕНОВ Б. К., КИСЛОВ А. П., МАРКОВСКИЙ В. П.  
к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ТЕМИРХАНОВ Е. У.

д.э.н., заслуженный энергетик СНГ и Казахстана,  
академик Межд. экономич. Академии «Евразия»,  
зам. ген. директора АО «КазТрансГаз», член Правления, г. Астана

КАЙДАР А. Б.

м. т. и т., гл. менеджер АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу

КАЙДАР М. Б.

менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

ФАЙЗУЛЛА Д. Ф., АЙТЖАНОВ С. Е.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Согласно данным Министерства энергетики Республики Казахстан на 14 сентября 2016 года у нас в стране имелось 56 энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии [1]. Из них – 22 солнечных электростанции, 1 биогазовая, 12 гидроэлектростанций, 22 ветростанции [2-4]. Электростанции расположены на территории всех областей Казахстана, за исключением Павлодарской и Уральской.

В Павлодаре автономные комплексы по возобновляемой энергии имеют ПГУ и ИнЕУ.

ПГУ имеет 4 асинхронных ветрогенератора мощностью 4х1,5 кВт, и солнечные панели мощностью 11,5 кВт (рис. 1 и 2), общая пиковая мощность составляет  $4 \times 1,5 + 11,5 = 17,5$  кВт.

В ИнЕУ имеется 1 асинхронный генератор на 1,5 кВт и солнечные панели на пиковую мощность 10 кВт.

В ПГУ на экспериментальной площадке ВИЭ (рис. 1) установлено 96 солнечных панелей типа Ecmork 120 Вт, 12 В Poly (24 панели по 4 ряда), преобразующих энергию солнца в электрическую энергию. Паспортная мощность одной панели 120 Вт. Суммарная пиковая мощность 11,5 кВт.

Характеристики солнечной панели Ecmork 120 Вт, 12 В Poly:

- Поставщик в Казахстан – Группа компаний «ТОPAZ-Solar» – системы автономного электроснабжения в Казахстане;
- Тип – кремниевая поликристаллическая солнечная панель;
- Эффективность фотоэлектрического преобразования: до 15,6 %;
- Рамка – анодированный алюминий;

- Стекло – бельгийское закалённое (специальная серия для солнечных модулей);
  - Светопроницаемость стекла: 97 %;
  - Выдерживает без повреждения металлический шарик 227 г, с высоты 1 метр;
  - Ветровая нагрузка: до 60 м/с (200 кг на квадратный метр);
  - Фронтальный ламинат — Hi-sheet RC 02B (толщина 0,45 мм), Япония;
  - Подкладка – фольгированный материал, PTL3-38/75(толщина 0,17 мм), Krempel, Германия;
  - Оптимальная температура без потери мощности: до +45 °С;
  - Рабочий диапазон: от - 40 °С до +80 °С;
  - Энергетические показатели  
Номинальное напряжение: 12В;  
Номинальная мощность : 120 Вт;  
Напряжение под нагрузкой: 17,5 В;  
Ток под нагрузкой: 5,71 А;  
Напряжение холостого хода: 21,5 В;  
Ток короткого замыкания: 6,32 А;
  - Тип разъёма: высоковольтные коннекторы, общепромышленный стандарт МС4;
  - Размер одной панели: 1117x670x35 мм;
  - Вес без упаковки: 9,05 кг;
  - Вес с упаковкой: 11 кг (панели в упаковке картон+пенопласт)
  - Гарантия завода ExmorK: 2 года 100 % мощности, 10 лет – 90 % мощности, 25 лет – 80 % мощности;
  - Срок службы: не менее 25 лет.
- Надо отметить, что в настоящее время выпускаются солнечные панели на 380 и более Вт/м<sup>2</sup>.
- Характеристики ветрогенераторов:  
Генераторы – трехфазные с системой возбуждения на постоянных магнитах;  
Мощность – 2 кВт;  
Момент трогания: 2,5 м/с;  
Оптимальная скорость ветра – 10 м/с;  
Диапазон ветрогенерации – 10-35 м/с;  
Максимальная скорость ветра – 50 м/с;  
Рабочая частота вращения ротора – 400 об/мин;  
Количество лопастей – 3 (армированное стекловолокно);  
Диаметр лопасти – 3,6 м;

Вес турбины с лопастями – 68 кг;  
Высота мачты – 10 м;  
Срок службы 10-15 лет.

В качестве накопителя электрической энергии в лаборатории ВИЭ ПГУ использованы гелевые не обслуживаемые (тип VRLA) аккумуляторные батареи Challenger G12 200 (табл. 1, рис. 3). Аккумуляторная батарея Challenger G12 200 может восстанавливаться из состояния глубокого разряда (даже в том случае, когда к процессу заряда не приступили немедленно после разряда батареи) и при этом их характеристики не ухудшаются. Электролит имеет желеобразное состояние.

Применяются аккумуляторные батареи Challenger G12-200 GEL для бесперебойных источников питания, альтернативной энергетики, систем безопасности. Есть варианты исполнения в корпусе отвечающем категории воспламеняемости UL94-V0.

Таблица – 1 Технические характеристики аккумуляторной батареи Challenger G12 200

Номинальное напряжение	12В	Разряд	-20...+60 С
Емкость	200 А·ч	Заряд	0...+50 С
Внутреннее сопротивление	6 мОм	Саморазряд	< 3 % / месяц
Ток заряда, макс	2000 (5 сек)	Хранение	-20...+50С
Напряжение заряда (буферный режим)	13,6-13,8 В (25 С)	Габариты (д/ш/в)	522 x240 x219 мм 300x300x500 мм
Макс. ток заряда	40 А	Вес, кг	60
Уравнивающий заряд и режим циклирования	14,2-14,4 В	Корпус	ABS (UL94-HB)

Особенности аккумуляторов Challenger:

1. Полное восстановление из состояния глубокого разряда.
2. Надежность при эксплуатации в циклических режимах.
3. Отличная устойчивость при высоких температурах.
4. Утолщенные электроды снижают коррозию решетки и увеличивают долговечность батареи.



Рисунок 1 – Функциональная схема лаборатории возобновляемых источников энергии



Рисунок 2 – Площадка автономной ветросолнечной электростанции в Павлодарском государственном университете им. С. Торайгырова

В качестве инвертора автономной ветросолнечной электростанции в ПГУ использованы 2 однофазных инвертора напряжения Power Star W7 6000W-48V (рис. 4).



Рисунок 3 – Аккумуляторные батареи Challenger G12 200



Рисунок 4 – Два однофазных инвертора напряжения Power Star W7 6000W-48V

Технические характеристики инверторов напряжения Power Star W7 6000W-48V:

- Выходная мощность каждого: 6 кВт;
- Пиковая мощность: 18 кВт - PFC (Power Factor Correction): 1,0 - «сквозная нейтраль»;
- Защита от недозаряда, перезаряда аккумуляторной батареи;
- Защита от перегрузки: автоматическое отключение >300 %;
- Управление зарядным устройством: микропроцессорный контроль;
- LCD индикатор режима работы: напряжение, частота, напряжение аккумулятора, %-мощность нагрузки;
- Ток заряда аккумулятора: 50 А;
- Высокоэффективное 4-х ступенчатое зарядное устройство;

- Семь режимов заряда аккумуляторных батарей;
- Переключатель выбора типа аккумуляторов (гелевых, кислотных, наливных);
- Напряжение аккумулятора: 48 В;
- Входное переменное напряжение: 155-265 В (или постоянное 48 В);
- Диапазон частоты на входе: 47~65 Гц;
- Выходное напряжение: 230 В;
- Время переключения (сеть/инвертор): <10 мс;
- Отключение инвертора при снижении напряжения батареи до 42,0 В;
- Форма выходного сигнала: чистая синусоида;
- Частота на выходе: 50 Гц;
- Габаритные размеры: 636x217x179 мм;
- Вес: 49,0 кг.

Для управления ветросолнечной электростанцией, подрядная организация поставившая и установившая оборудование, применила по каким-то причинам применила разнотипные контроллеры. При монтаже были использованы 3 типа разных контроллеров: два экземпляра SR-LG60A Series (рис. 5 – справа и слева), один экземпляр PWM solar charge controller VS4548BN (рис. 5 – в центре) и 4 экземпляра из особо мощной серии контроллеров ZKJ-B модели 2014 года.



Рисунок 5 – Контроллеры серии SR-LG60A Series и PWM solar charge controller VS4548BN

Таблица 2 – Параметры контроллеров серии SR-LG60A Series и PWM solar charge controller VS4548BN [2]

Параметр	Значения параметров
Система с регулируемым напряжением	12V/24V/36V/48V
Ток зарядки	60A
Разрядный ток	60A
Саморазряд	<25mA
Зарядный ток	60A
Ток нагрузки	60A
входное напряжение от солнечной батареи	<140V
Рабочая температура	-35 °C to +85 °C
Вес	1.28kg
Габариты	140×90×25(mm)
Установочные размеры	133.5×69.5(mm)

Контроллеры Exmork предназначены для эксплуатации ветрогенераторов работающих жёстких условиях резкое кручение с места ветрогенератора, работа ветрогенератора при шквальном ветре. В этих контроллерах ТЭНЫ (рис. 7) буферной нагрузки находятся не внутри корпуса, а снаружи, что позволяет защитить контроллер от перегрева, и останавливать ветрогенератор даже при шквальном ветре.

Характеристики контроллера Exmork ZKJ-B 3KW-48Vdc:

Вес контроллера - 23 кг.

Вес блока внешних ТЭНов – 15,5 кг.

Размер контроллера - 590\*490\*315 мм.

Размер блока с ТЭНами - 490\*460\*310 мм.



Рисунок 6 – Контроллеры для ветрогенератора серии Exmork ZKJ-B 3KW-48Vdc



Рисунок 7 – ТЭНЫ для буферной нагрузки

Температурные режимы работы:

Рабочий диапазон: от -30 ° до +40 °.

Степень герметизации – IP 23.

Другие характеристики:

Технология - PWM (ШИМ).

Функция защиты от молний (встроенная защита от импульсных токов, внутри корпуса разрядник).

Максимальная входная мощность – 6 кВт.

Рекомендуемое сечение провода на АКБ – 20 мм<sup>2</sup> и более.

Мощность встроенного предохранителя – 120 А.

Максимальная мощность подключаемых солнечных панелей – 1 кВт.

Анализируя комплектацию оборудования можно отметить, что солнечные панели выбраны выбраны мощностью 120 Вт при площади панели 0,748 м<sup>2</sup>, то есть мощность с 1 м<sup>2</sup> равна 160 Вт/м<sup>2</sup>. В настоящее время выпускаются панели с мощностью 300 Вт/м<sup>2</sup> [5-10].

Контроллеры в количестве 7 штук или неправильно отстроены, или по другим причинам не обеспечивают нормальный технологический режим аккумуляторов. Так, второй контроллер Exmork ZKJ-B 3KW-48Vdc (рис. 6) показывает 56,6 В. То есть на аккумуляторы включенных в группы по 48 В (4x12) поступает 56,6 В. То есть каждый аккумулятор заряжен до напряжения 14,15 В, что больше 12 В на 18 %, но меньше допустимых паспортных значений (табл. 1) для режима циклирования. Но аккумуляторы на момент съемки работали на буфер! Аккумуляторы также не одного типа.

По поводу монтажа. Монтажные работы выполнены неважно, примерно на уровне неплохого сельского электрика. Дизайн также на таком же уровне. Самый главный недостаток: ни на одном кабеле, ни на одном проводе нет бирок, автоматы подписаны фломастером.

Второй недостаток – неправильно выбрана высота мачт для ветрогенераторов. Ветрогенераторы на данной высоте установки попадают в штилевую зону.

Третий недостаток – нет современной аппаратуры мониторинга, нет аппаратуры сопряжения с компьютером и т.д.

Возможно на Ваш взгляд критика покажется жестковатой, но авторы являются экспертами в этой области, работали и работают на современном прекрасно смонтированном и отлаженном оборудовании, были специалистами по контролю качество известных иностранных компаний (Тенгизшевройл, Кентек и др.).

Выводы.

Контроллеры плохо работают, а ветрогенераторы не всегда крутятся.



Рисунок 8 – Общий вид установки оборудования ветросолнечной электростанции



Рисунок 9 – Коммутационная аппаратура

Однако, учитывая, что специалистам из Группы компаний «ТОPAZ-Solar» - системы автономного электроснабжения в Казахстане, поставившей и смонтировавшей это оборудование удалось выполнить эту самостоятельно, не привлекая сторонних специалистов, считаем, что их задача решена.

Установленная в университете автономная ветросолнечная электростанция является прекрасным наглядным действующим оборудованием, необходимым не только для студентов и магистрантов, но и для преподавателей при проведении дисциплин по возобновляемой энергетике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 <http://energo.gov.kz/> Перечень энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии. Министерство энергетики Республики Казахстан. 14 сентября 2016 г.

2 [http://en.szshuori.com/products\\_detail/productId=66.html](http://en.szshuori.com/products_detail/productId=66.html)

3 <http://topaz-solar.kazprom.net/p1749993-exmork-zkj-3kw.html>  
Контроллеры Exmork ZKJ-B 3KW-48Vdc.

4. А.П. Кислов, А.Б.Кайдар, В.П.Марковский, Б.К.Шапкенов. Необходимость применения аккумуляторных накопителей в электроснабжении на основе возобновляемых источников. Вестник ПГУ, №2, 2014., с. 117-124, ISSN 1811-1858.

5 А.Б.Кайдар, В.С. Копырин, Б.К.Шапкенов, В.П.Марковский. Экспериментальные исследования инвертора с широтно-импульсной модуляцией для систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии. Материалы международной научно-технической конференции «VI чтения Ш. Шокина», 10 октября 2014 года, с. 134-140, ISBN 978-601-238-128-3.

6 А.Б.Кайдар, Б.К.Шапкенов, Н.М. Падруль. Повышение эффективности преобразования энергии ветра. Материалы международной научно-технической конференции «VI чтения Ш. Шокина», 10 октября 2014 года, с. 204-210, ISBN 978-601-238-128-3

7 А.Б.Кайдар, Б.К.Шапкенов, В.П.Марковский. Оценка средних и действующих значений тока, мощности статических потерь на этапах коммутации инвертора с широтно-импульсной модуляцией для систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии. Вестник ПГУ, №3, с. 129-136, ISSN 1811-1858, 2014.

8 А.Б.Кайдар, В.С. Копырин, Б.К.Шапкенов, В.П.Марковский. Экспериментальные исследования инвертора с широтно-импульсной модуляцией для систем электроснабжения с возобновляемыми

источниками энергии. Вестник ПГУ, №3, , 2014. с. 137-254, ISSN 1811-1858.

9 А.Б. Кайдар, В.П. Марковский, А.П. Кислов, Б.К. Шапкенов, Е.Т. Шахман, О.К. Жетписов. К выбору эффективных режимов работы электромеханических систем по критериям энергетической эффективности или позиционирования. Сборник Караганда. 2015.

10 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов А.П., Марковский В.П., Жумадилова А.К., Шахман Е.Т. Энергоэффективные ветрогенераторы с улучшенными энергетическими показателями. Сборник Международной научно-практической конференции «УШ Торайгыровские чтения. Качество жизни в Павлодарской области. Состояние и перспективы», т. 5, 293-298.

10 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов А.П., Марковский В.П., Шахман Е.Т., Кабдыкаримов А.Е. Сравнительный анализ вертикально-осевых и горизонтально-осевых ветроустановок. Сборник Международной научно-практической конференции «УШ Торайгыровские чтения. Качество жизни в Павлодарской области. Состояние и перспективы», т. 5, 304-310.

11 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов А.П., Марковский В.П. Новые ветроколеса с улучшенными энергетическими показателями. Перспективы строительства ветроэлектростанций на территории Казахстана. Вестник ПГУ, Энергетическая серия, 2015 г., № 2, С. 46-53. ISBN 1811-1858.

### СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ НА СВЕТОДИОДАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ПО ОДНОПРОВОДНИКОВОЙ ЛИНИИ

ШАПКЕНОВ Б. К., КИСЛОВ А. П., МАРКОВСКИЙ В. П.  
к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КАЙДАР А. Б.  
м. т. и т., гл. менеджер, АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу  
КАЙДАР М. Б.  
менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

Для электрического освещения птицеводческих помещений коллектив Государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук в 2012 г. разработал электрооборудование с резонансной системой питания

светильников на светодиодах электрической энергией высокой частоты по однопроводниковой линии (рис. 1) [1]. Аналогичное устройство было разработано на кафедре Электроэнергетика (Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Кислов А.П., Марковский) и испытывалось в ПГУ, начиная с 2008-2009 г. В мае 2016 г. авторами была получена поощрительная премия в размере 50 тыс. тенге от руководства университета. Материалы были опубликованы в ПГУ, Новосибирске, Екатеринбурге, Душанбе [1, 2, 3, 4]. Однако, эта система (и другие предложенные) не нашла применения ввиду отсутствия инвесторов [2-6].

Были в ПГУ также проведены эксперименты по беспроводной передаче электрической энергии [6], показавшие, что высокочастотное освещение вполне можно применять для уличного освещения.

Применение этого освещения для улиц в первую очередь было обусловлено влиянием высокочастотного электромагнитного излучения 0,5 МГц. Радиус излучения у 200 ватной установки (ПГУ) был в пределах одного метра. Потребляемая мощность до 200 Вт, освещаемая площадь при резонансе не менее 200 м<sup>2</sup> при использовании люминесцентных ламп .

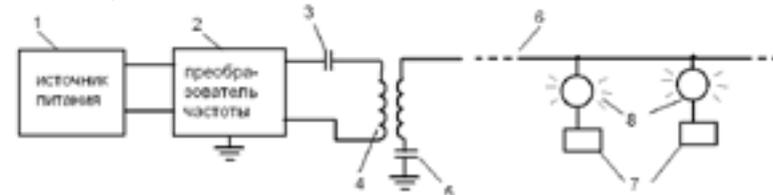


Рисунок 1 – Блок-схема системы освещения ГНУ ВИЭСХ:  
1 – источник питания; 2 – преобразователь напряжения; 3 – емкость резонансного контура; 4 – индуктивность резонансного контура;  
5 – емкость заземления; 6 – однопроводная линия электропередачи;  
7 – собственная емкость светильников;  
8 – светодиодные светильники

В состав этого оборудования, предлагаемого российским институтом ВИЭСХ входят светодиодные светильники мощностью от 1 до 8 Вт, преобразователь напряжения мощностью 1,5 кВт (рис. 2) и блок управления с плавным включением и выключением светильников. Светильники собраны в пластиковых корпусах в виде линеек на основе светодиодов со световым потоком 60-600 лм.



Рисунок 2 – Светодиодные светильники и преобразователь напряжения ГНУ ВИЭСХ

Электрическая безопасность линии электропередачи между преобразователем напряжения и светильниками обеспечивается применением экранированного кабеля типа РК. Светильники состоят из обратного преобразователя, лампы и собственной изолированной емкости. Уровень освещенности регулируется изменением частоты, при этом при отстраивании её от резонансной уменьшается передаваемая мощность. В аварийных режимах система выходит из резонанса и напряжение в линии электропередачи уменьшается в несколько раз. За счет этого системы освещения с таким способом электропитания являются пожаробезопасными. Новая система освещения (рис. 3) отличается экономичностью, потребление электроэнергии уменьшается в 6 раз.



Рисунок 3 – Резонансная система освещения ГНУ ВИЭСХ

Потребляемая мощность птичника размером 7x80 м составляет 330 Вт. Расчеты экономической эффективности показывают [1], что, несмотря на высокие первоначальные затраты на установку нового

оборудования, срок окупаемости новой системы освещения составляет 1,5 года.

Преимущества резонансных систем светодиодного освещения: – безопасность для оборудования и животных случаях коротких замыканий в проводах; – экономия цветных металлов; – улучшенная цветопередача; – долгий срок службы – до 100 тыс. ч; – возможность плавного регулирования освещенности; – экономия электроэнергии до 45 % за счет возможности уменьшать освещенность на разных этапах развития животных и птицы; – возможность быстрой замены неисправного светильника; – высокая скорость и простота монтажа до 3-х раз быстрее, чем традиционная система освещения; – легкость получения эффекта «закат-восход», заложенная в принципе действия.

В настоящее время опыт ГНУ ВИЭСХ похоже начали перенимать и в Казахстане. Так установку ГНУ ВИЭСХ планируется закупать в России и устанавливать для освещения улиц Астаны.

Почему улиц ?

Выше мы отмечали, что установка имеет ВЧ спектр излучения в пределах 0,5 МГц. Провод для передачи так же как и в наших установках был использован тонкого сечения, но для безопасности применили ВЧ телевизионный кабель РК-75-1 [7]..

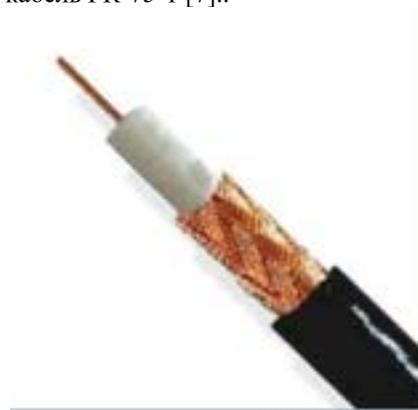


Рисунок 7 – Кабель РК75 – для передачи телевизионных сигналов в системах эфирного, кабельного и спутникового телевидения, систем видеонаблюдения с волновым сопротивлением

Область применения РК-75: Радиочастотные кабели предназначены для трансляции радио- и видеосигналов в диапазоне от метровых до сантиметровых волн

Элементы конструкции РК-75:

1. Токопроводящая жила.
2. Изоляция.
3. Внешний проводник.
4. Оболочка

Технические данные РК-75:

- Электрическое сопротивление изоляции на 1 км длины при температуре 20 °С, ТОм, не менее – 5;
- Коэффициент укорочения длины волны – 1,52;
- Волновое сопротивление, Ом – 75 ±3
- Коэффициент затухания, дБ/м, (на частоте, ГГц) – 0,42(0,2) ;
- Сопротивление связи, МОм/м - 320;
- Напряжение начала внутренних разрядов в изоляции, кВ – 0,9;
- Испытательное напряжение частотой 50 Гц изоляции, кВ – 1,9;
- Номинальная электрическая емкость 1 м кабеля, пФ – 67;
- величина монтажных изгибов:
  - при транспортировке – 30 мм;
  - при монтаже при температуре выше 5 °С – 15 мм;
  - при монтаже при температуре ниже 5 °С; – 30 мм;
  - Максимально допустимая температура эксплуатации 85 °С;
  - Минимально допустимая температура эксплуатации – 60 °С, при изгибах –30 °С;
  - Минимальная наработка при температуре +85 °С, ч – 10000;
- 95 % ресурс, ч – 15000.

Выводы

Применение однопроводных, беспроводных ВЧ систем освещения целесообразно.

До проведения специальных исследований желательно применять для уличного освещения.

Энергию в однопроводной ВЧ системе передаче можно снимать по всей длине линии. Есть вероятность при подключении снимающего блока не попасть в узел пучности, в этом случае необходимо переместить точку подключения [8, 9].

Возможны нарушения в работе радиоаппаратуры, средств связи, вычислительной техники. В экспериментах авторов (потребляемая мощность 300 Вт, 0,5 МГц) таких нарушений не выявлено.

Возможно для применения для объектов сельского хозяйства при соблюдении экранирования ВЧ излучения в проводе и в преобразователе.

Категорически не допускать образования короны.

Требуется максимально обезопасить от несанкционированного доступа, так как вторичная обмотка (рис. 1) трансформатора, однопроводная линия электропередачи – 6, собственная емкость светильников – 7 находятся под высоким напряжением — до 1,5 млн. В (полтора миллиона вольт). Напряжение пробоя коаксиального кабеля РК-75 ниже, по крайней мере, испытательное напряжение 2 кВ. То есть линия будет прошивать, если ее хорошо не изолировать от земли.

Ток короткого замыкания невысокий, порядка нескольких миллиампер. При прикосновении вызывает чувство пощипывания. При коротком (на землю) замыкании происходит срыв генерации и линия обесточивается, то есть  $U_2 = 0$ .

Экономичность по нашим исследованиям при разных условиях может быть в 10 раз и выше, чем при традиционном освещении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Михалев А.А., Юферев Л.Ю. Энерго-ресурсосберегающая система освещения птицеводческих помещений.// Инновации в сельском хозяйстве, 2012, №1 с. 3-8.

2 Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б. «Опыт высокочастотной передачи электрической энергии». Наука и образование в XXI веке: Динамика развития в Евразийском пространстве. Материалы II Междунар научно-практич конф.Инновационный Евразийский университет, Павлодар, 2011. С. Т. 2, 215-218.

3 High-frequency generator in resonant regimes Materials of the international scientific-practical conference “Science and education: no language barriers”, Pavlodar, 2011, v. 3, p. 170-174. B.K. Shapkenov, A.B. Kaidar, K.T. Smagulov, T.B. Zhakupov, F.D. Zhanemirov

4 Б.К. Шапкенов, А.Б. Кайдар. Элементы автоматики для энергосбережения в системах освещения. Наука и техника Казахстана, №1-2 2011 г., с. 77-83.

5 Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б. «Принципы работы резонансных преобразователей напряжения». Материалы международной 4 научной конференции молодых ученых, студентов и школьников XII Сатпаевские чтения, ПГУ, апрель 2012 г. 0,43 п.л.

6 Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б. Wireless transmission of electric power. Сборник материалов XXXVIII научно-практической конференции МАН РК «Интеграция образования и науки – шаг в будущее» посвященная 100-летию академика Ш.Чокина, 5-6 апреля 2012, Инновационный Евразийский Университет, г Павлодар. 0,06 п.л.

7. <http://master-cable.com.ua/kabel-rk-75.html>

8 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К. Изучение высокочастотной передачи электрической энергии в учебном процессе. Использование инновационного потенциала вуза при подготовке бакалавров и магистров// Сборник материалов международной научно-практической конференции /Под общ. ред. Шарипова М.М., Раджабова Р.К. – Душанбе: «Ирфон», 2015. – с.

9 Долбина Д.М., Кайдар А.Б., Кайдар М.Б., Шапкенов Б.К., Марковский В.П., Кислов А.П., Говорун В.Ф., Сироткин В.О. Парадоксы в электродинамике и их экспериментальная иллюстрация на ВЧ генераторах Тесла. Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения», Павлодар, ПГУ, том 8, с. 273-282. ISBN 978-601-238-593 (Т. 8).

### СЕТЕВЫЕ ТОКОВЫЕ ГАРМОНИКИ И ИХ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ

ШАПКЕНОВ Б. К., КИСЛОВ А. П., МАРКОВСКИЙ В. П.

к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ТЕМИРХАНОВ Е. У.

заслуженный энергетик СНГ и Казахстана, д-р экон. наук, академик Межд.  
экономич. Академии «Евразия», зам. ген. директора АО «КазТрансГаз», член  
Правления, г. Астана

КАЙДАР А. Б.

м. т. и т., гл. менеджер АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу

КАЙДАР М. Б.

менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

ТЮЛЮГЕНОВА Л. Б.

докторант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В трехфазной системе сигналы напряжения в каждой фазе относительно нейтральной точки звезды смещены на  $120^\circ$ . Поэтому, в случае идентичности нагрузок каждой фазы, суммарный ток в нейтральном проводе равен 0. В случае несимметричности нагрузок в нейтральном проводе течет только результирующий ток, вызванный разностью нагрузок. В прошлом электромонтажные компании, учитывая незначительную величину токов в нейтральном проводе, с одобрения соответствующих стандартов использовали для нейтрального провода жилу с сечением в половину от сечения фазового провода. Однако, если токи основной частоты в нейтральном проводе взаимно компенсируются, то с гармоническими токами такого не происходит [1].

Действительно, амплитуды гармоник, частота которых равна утроенной основной частоте, умноженной на нечетный множитель (гармоники порядка  $3N$ ), складываются в нейтральном проводе.

На рис. 1 проиллюстрирован этот эффект. Как видно на графиках, фазовые токи, показанные в верхней части рисунка, сдвинуты относительно друг друга на  $120^\circ$ . Третьи гармоники всех фазовых токов синфазны. Частота третьей гармоники в три раза больше основной частоты и сдвинута относительно нее на  $1/3$  периода.

Эффективный ток третьих гармоник в нейтральном проводнике показан на нижнем графике. В рассматриваемом случае токи третьей гармоники каждой фазы с амплитудой 70 % от амплитуды основной частоты в нейтральном проводе дают амплитуду суммарного тока, равную 210 %.

Расчеты для электросетей конкретных коммерческих зданий показывают, что амплитуда тока в нейтральном проводе может составлять от 150 % до 210 % амплитуды фазового тока [2]. Тогда как сечение этого провода в два раза меньше сечения фазового провода. Существует определенная путаница по поводу того, как проектировщики должны бороться с рассматриваемой проблемой. Простое решение для электросетей, в которых используются одножильные провода, - это проложить нейтральный провод в два раза большего сечения (либо в виде двух отдельных жил, либо одной жилой большего сечения). Там, где используются многожильные провода, решение не будет таким простым. Параметры многожильных проводов определяются их производителями исходя из следующих условий: нагрузка в фазах симметричная, а ток в нейтральном проводе отсутствует. Другими словами, только по трем из четырех или пяти жил течет ток и производит тепло. Так как токонесущая способность кабеля ограничивается только теплом, которое он может рассеивать на максимально допустимой температуре, то из этого следует, что кабели, в которых протекают токи гармоник порядка  $3N$ , не соответствуют нормативам [3-5]. В соответствии с рассмотренным примером, кабель несет пять единиц тока: три в фазовых проводах и две – в нейтральном, в то время как он рассчитан только на три единицы. Его токонесущая способность в соответствии с новыми условиями должна быть уменьшена на 60 %. В приложении «С» стандарта IEC 60364-5-523 (информационном) [6] предлагается диапазон коэффициентов снижения номиналов токонесущей способности кабелей для сетей, в которых возможно появление токов гармоник порядка  $3N$ .

На рис. 2 показан график для определения коэффициента уменьшения номинала токонесущей способности кабеля в соответствии с наличием токов 3N-гармоник по рекомендациям приложения «С» стандарта IEC 60364-5-523 и по описанному выше тепловому методу.

Гармоники воздействуют на трансформаторы двояко. В первую очередь пропорционально квадрату номера гармоники возрастают потери, вызванные вихревыми токами, которые обычно при полной нагрузке составляют около 10 %. На практике потери в полностью нагруженном трансформаторе, нагрузка которого представлена цифровым офисным и вычислительным оборудованием, будут в два раза выше, чем для эквивалентной линейной нагрузки. Результатом является намного более высокая рабочая температура и сокращение срока службы. Действительно, срок службы в таких условиях может уменьшиться с 40 лет до 40 дней. К счастью очень редко трансформаторы работают с полной нагрузкой, но при выборе питающей подстанции необходимо учитывать этот эффект.

Второй аспект связан с токами нечетных гармоник порядка кратного 3 (3N). При отражении обратно в обмотку, соединенную по схеме «треугольник», все эти гармоники оказываются в фазе и их токи циркулируют в обмотке [4]. Токи гармоник 3N эффективно поглощаются в обмотке и не поступают в питающую сеть. Поэтому трансформаторы с обмоткой, соединенной «треугольником», могут использоваться как изолирующие трансформаторы. Однако все остальные «не 3N» гармоники проходят через трансформатор. Циркулирующие токи гармоник нужно учитывать при выборе номинала трансформатора по току.

Наличие высокочастотных гармоник может привести к случайному срабатыванию устройств защитного отключения [5]. Принцип работы устройств защитного отключения при утечке тока на землю (УЗО) основан на суммировании тока в фазовом и в нейтральном проводах и, если результат не попадает в заданные границы, отключении мощности от нагрузки. При наличии гармоник случайное переключение может произойти по двум причинам. Первая – УЗО, являясь электромеханическим устройством, не в состоянии корректно суммировать высокочастотные составляющие и поэтому происходит ошибочное отключение. Второе – оборудование, которое генерирует гармоники, также создает шумы переключения, которые должны отфильтровываться на разъеме электропитания оборудования. Обычно используемые для этого фильтры имеют конденсатор, включенный между фазовым проводом и землей и нейтральным проводом и землей.

Через него на землю протекает слабый ток. Согласно стандартам этот ток не должен быть больше 3,5 мА, а на практике обычно он гораздо меньше данного значения. Но когда в одной цепи находится большое количество такого оборудования, то суммарная величина этих токов может оказаться достаточной для срабатывания УЗО. Описанную ситуацию легко избежать, если организовать несколько цепей, в каждую из которых включено меньшее количество оборудования.

Ошибочное выключение миниатюрных автоматических выключателей (МВ) происходит по причине того, что из-за гармонических токов протекающий в цепи ток больше, чем ожидалось на основании расчетов или простого измерения. Большинство портативных измерительных приборов не в состоянии определять истинное среднеквадратичное значение и могут занижать результат для несинусоидальных токов на 40 %.

Сетевые нелинейные искажения могут стать причиной перегрузки конденсаторов коррекции коэффициента мощности. Конденсаторы коррекции коэффициента мощности (ККМ) используются для смещения в сторону опережения фазового угла тока с целью компенсации его запаздывания по фазе, создаваемого индуктивной нагрузкой, например индуктивными электродвигателями.

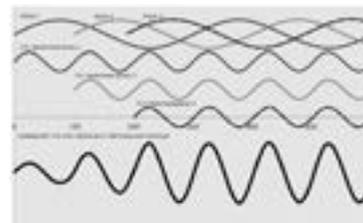


Рисунок 1 – Фазовые токи и сложение токов третьей гармоники в нейтральном проводе

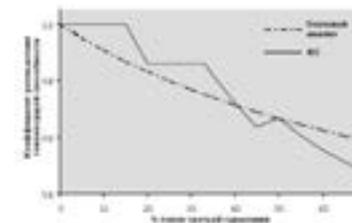


Рисунок 2 – Коэффициент уменьшения номинала токонесущей способности кабеля

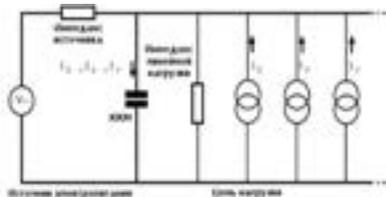


Рисунок 3 – Эквивалентная схема нелинейной нагрузки с конденсатором коррекции коэффициента мощности

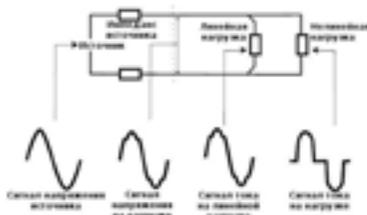


Рисунок 4 – Искажение сигнала напряжения, вызванное нелинейным характером нагрузки

На рис. 3 показана эквивалентная схема конденсатора коррекции коэффициента мощности с нелинейной нагрузкой. На рис. 4 - искажение синусоид напряжений (токов) от источника питания к нагрузке. Импеданс конденсатора ККМ уменьшается с увеличением частоты, в то время как импеданс источника, который, как правило, имеет индуктивный характер, возрастает с увеличением частоты. Поэтому через конденсатор может протекать довольно большой гармонический ток, и если он специально не рассчитан на это, то такая ситуация приведет к его выходу из строя. Потенциально более серьезная проблема возникнет в том случае, когда конденсатор и паразитная индуктивность питающей сети на частоте одной из гармоник входят в резонанс (что, может происходить с интервалом в 100 Гц). Если это происходит, то образуются очень высокие напряжения и токи, часто приводящие к катастрофическим разрушениям конденсаторной системы.

Для устранения возможного резонанса в цепь последовательно с конденсатором ставят индуктивность такой величины, чтобы полученная пара имела минимальный индуктивный характер на низшей значимой гармонике. Это решение также ограничивает ток гармоники, который может протекать через конденсатор. Трудности может вызвать физический размер индуктивности, особенно если в сети имеются гармоники низших порядков.

Высшие гармоники при их значительной амплитуде, например при резонансе, могут к негативным последствиям в виде поверхностного эффекта. Переменный ток стремится протекать ближе к внешней поверхности проводника. Это явление известно как поверхностный эффект. Чем выше частота тока, тем поверхностный эффект более

выраженный. Обычно поверхностный эффект не учитывается, так как на частоте питающей сети он практически незаметен. Но на частоте 350 Гц и выше (что соответствует гармонике седьмого и более высоких порядков) поверхностный эффект становится ощутимым. Он проявляется в потерях электроэнергии и дополнительном выделении тепла. Если присутствуют токи гармоник, то проектировщики должны учитывать поверхностный эффект и соответственно снижать значение номинальной токонесущей способности провода. Для преодоления негативных влияний поверхностного эффекта можно использовать многожильные провода или ламинированные шины. Конструкция приспособлений для крепления шин должна исключать механический резонанс на частотах гармоник.

Практически все современное электрическое оборудование имеет импульсные источники питания или какую-либо схему управления питанием, поэтому является нелинейной нагрузкой. Линейная же нагрузка встречается очень редко. Типичными примерами общеупотребительных линейных устройств являются обычные лампы накаливания без устройств регулировки яркости и нерегулируемые нагреватели. Современные и разрабатываемые стандарты не предусматривают жестких ограничений на загрязнение электросети гармоническими составляющими для цифрового оборудования, такого как персональные компьютеры. А это тот тип оборудования, который создает большое количество связанных с гармониками трудностей, наблюдаемых сегодня в промышленности и различных учреждениях. Частично из-за большого количества такого оборудования, частично из-за того, что создаваемые им гармоники в основном являются гармониками порядка 3N. Так как наблюдается устойчивый рост загрязнения электросетей гармониками, то потребуются дополнительные капиталовложения в правильное проектирование электросетей, подбор соответствующего электротехнического оборудования и надлежащее техническое обслуживание.

Именно это оборудование с импульсными источниками питания оттягивает с сетей суммарно значительную мощность, засоряет свой сегмент сети, локальную распределительную сеть предприятия и магистральные линии поставщиков электро-энергии в целом гармоническими токами. Это искажает синусоиды тока и напряжения до форм и значений, не совместимых с работой других нагрузок. При этом фильтры типовых компенсации реактивной мощности КРМ на понижающих подстанциях, РУ (распределительных установках), КРУ (комплектных распределительных установках), КТП

(комплектных трансформаторных подстанциях), КПП (комплектных преобразовательных подстанциях) далеко не всегда могут вывести предельные значения нелинейных искажений тока THDI и напряжения THDU на уровень норм, регламентированных IEEE Std 519-1992 и IEC/EN61000-3-2 (табл. 1 и 2).

Таблица 1 – Предельно допустимые значения нелинейных искажений по току THDI согласно IEEE Std 519-1992 [6]

Ikз / I п. макс	<11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	THDI, %
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20 - 50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50 - 100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100 - 1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Примечание: Здесь предельные значения искажений по току в % I п. макс приведены для первой гармоники (50 Гц) в первом столбце, а h - предельные значения искажений по току в % I п. макс для нечетного порядка гармоник.

Таблица 2 – Предельно допустимые значения нелинейных искажений по напряжению THDU согласно IEEE Std 519-1992 [6]

Напряжение на шинах	Нелинейные искажения по гармоникам, %	THDU, %
69 кВ и ниже	3	5
от 69,001 кВ до 161кВ	1.5	2.5
свыше 161,001 кВ	1	1.5

Современное промышленное и торговое оборудование, как правило, комплектуется управляющим электронным блоком с импульсным источником питания. Также деятельность предприятия регулируется подразделением с компьютерной и периферийной техникой. Безопасность имущества и людей обеспечивается электронными системами и т.д. и т.п. Нарастивание мощности нелинейных нагрузок в распределительных сетях предприятий происходит постоянно. Причем равномерное распределение этой мощности по фазам при использовании трехфазной сети, хотя и устраняет некоторые проблемы перекаса фаз, но не нивелирует риски перегрузки нейтрального провода. Сечение нейтрального провода традиционно для наших сетей имеет меньшее сечение (в 1,5-2 раза меньше фазной жилы) и не оборудовано предохранителем согласно

ПУЭ из-за рисков последствий сильного перекаса фаз при отключении нейтрали.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Шапкенов Б.К., Акаев А.М., Динмуханбетова А.Ж., Кайдар А.Б. Электрлік жүйелерде акпарат пен энергетикалық процестердің байланысы. Материалы международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения», Павлодар, ПГУ, 2016, том 26, с. 393-396. ISBN 978-601-238-613-4 (Т. 26).

2 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Симметрирование трехфазных систем. Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 36-49.

3 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Исследования качества и дополнительных потерь электрической энергии в распределительных сетях 0,38 кВ. Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 50-65.

4 Б. Шапкенов, Б. Калиев, А. Кайдар. Теория и практика энергетических преобразователей. Монография для студентов, магистрантов, аспирантов и ИТР, руководящего и обслуживающего персонала электростанций. Изд. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2014, 461 с.

5 Кайдар А.Б., Шапкенов Б.К., Марковский В.П., Жанат Ж., Айтжанов С.Е., Жакып К.Б., Файзулла Д.Ф., Джансаринов К.Е., Оспанова Ж.М. Электрмен қамтамасыздандыру жүйелерінің параметрлерін оңтайландыру үшін энергия тұтынуын жүйелік реттеу. Ғылыми журнал. ПМУ хабаршысы. Энергетикалық серия. № 1, 2016, Б. 115-120

6 Стандарт МЭК: IEC 60364-5-523 Электрические установки зданий.

<http://go.mail.ru/search?gp=821273&fr=chxtn12.0.11&q=%D1%81%D1%82>

## СЕТИ С НЕЛИНЕЙНЫМИ НАГРУЗКАМИ, ГЕНЕРИРУЮЩИМИ ГАРМОНИКИ В СРЕДЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

ШАПКЕНОВ Б. К.

к.т.н., профессор, действительный член Всемирной академии наук комплексной безопасности, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар,

ТЕМИРХАНОВ Е. У.

заслуженный энергетик СНГ и Казахстана, д-р экон. наук, академик Межд. экономич. Академии «Евразия», зам. ген. директора АО «КазТрансГаз», член

Правления, г. Астана

КИСЛОВ А. П., МАРКОВСКИЙ В. П.

к.т.н., профессора, ПГУ имени С. Торайгырова

КАЙДАР А. Б.

м-р техн. и технол., гл. менеджер АО «УК СЭЗ ХимПарк Тараз», г. Шу

КАЙДАР М. Б.

менеджер, ТОО «Амангельды газ», г. Астана

ТЮЛЮГЕНОВА Л. Б.

докторант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Основной причиной возникновения гармоник является эксплуатация оборудования, в котором используется силовая электроника. Управляемые тиристорные или транзисторные преобразователи являются источником мощных узкополосных гармоник, излучаемых силовыми сетями [1, 2]. Применение микропроцессорных систем или компьютеризованных системы управления технологическими процессами в современных газо- и нефтедобывающих, химических комплексах требует новых подходов к проектированию и строительству систем электроснабжения, автоматизации и телемеханики.

Поэтому знание влияния высших гармонических составляющих на процессы защиты, автоматического управления, контроля и т.д. крайне актуально.

Для подачи постоянного тока на электронные компоненты оборудование оснащается импульсным источником питания с выпрямителем на входе, потребляющим токи гармоник [3]. Это применимо к компьютерам, приводам с регулируемой скоростью вращения и т. д. Другие нагрузки искажают ток, что обусловлено их принципом действия, и, тем самым, вызывают гармоники. Это применимо к люминесцентным лампам, газоразрядным лампам, сварочным аппаратам и устройствам с насыщаемыми магнитными сердечниками. Поскольку в сети электропитания имеется импеданс источника, гармонические токи нагрузки вызывают искажения сигнала напряжения в результате воздействия гармонических напряжений

(это проявляется как «плоская верхушка»). Импеданс питающей сети складывается из двух составляющих: импеданс внутренней проводки от точки общего соединения (ТОС) импеданса источника в ТОС, т.е., импеданса местного питающего трансформатора (рис. 1).

Экспериментальные данные авторов показывают, что искаженный ток нагрузки, вытекающий из нелинейной нагрузки, вызывает искаженное падение напряжения на импедансе электропроводки [4, 5]. В результате напряжение с искаженной формой прикладывается ко всем другим нагрузкам, включенным в ту же цепь, что приводит к образованию гармонических токов, протекающих через них, даже если эти нагрузки имеют линейный характер.

Решение заключается в отделении нагрузки, создающей поступающие в сеть гармоники, от включенных в ту же сеть нагрузок, чувствительных к воздействию гармоник. Такой подход проиллюстрирован на рис. 2. Линейные и нелинейные нагрузки получают питание по разным цепям, ответвляющимся от общей точки соединения, и вызываемые нелинейной нагрузкой искажения не воздействуют на линейную нагрузку.

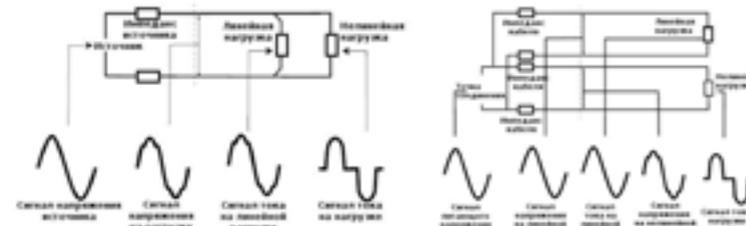


Рисунок 1 – Искажение сигнала напряжения, вызванное нелинейным характером нагрузки

Рисунок 2 – Разделение линейной и нелинейной нагрузки

При определении амплитуды гармонических искажений напряжения, необходимо учитывать, что если нагрузка во время аварийного отключения напряжения переключается на источник бесперебойного питания или на резервный генератор, то импеданс источника, а, следовательно, и результирующее искажение напряжения, будут значительно выше.

Там, где устанавливаются местные трансформаторы, их необходимо выбирать по критерию минимального выходного импеданса и наличию большого запаса устойчивости к воздействию дополнительного тепловыделения. Другими словами, с большим запасом по размеру.

Нельзя выбирать трансформаторы, у которых увеличение мощности достигается просто принудительным охлаждением – такие устройства будут работать в условиях повышенной внутренней температуры и иметь укороченный срок службы. Принудительное охлаждение, что нередко применяется на Заводе второго поколения месторождения Тенгиз (Компания «Тенгизшевройл»), может быть предусмотрено в качестве резерва только для экстремальных режимов работы и не являться необходимым в обычных режимах.

Гармонические искажения напряжения увеличивают потери в электродвигателях на вихревые токи, так же как и в трансформаторах. Также дополнительные потери возникают в результате образования под воздействием гармонических токов магнитных полей в статоре, каждое из которых пытается вращать ротор электродвигателя с разной скоростью как вперед, так и назад. Возникающие в роторе в результате индукции токи высокой частоты еще больше увеличивают потери.

В системах, где присутствуют гармонические токи, номинальные параметры двигателя должны быть пересмотрены в сторону увеличения с учетом возможных потерь.

Многие электронные контроллеры обнаруживают точку перехода напряжения питания через ноль для определения момента включения нагрузки. Это делается, потому что подключение реактивной нагрузки в момент нулевого напряжения не вызывает появления переходных процессов, чем снижаются электромагнитные помехи и нагрузка на полупроводниковые переключающие устройства. Когда в цепи источника электропитания присутствуют гармоники или переходные токи, скорость перехода напряжения через ноль для высших гармонических выше, а момент перехода трудно обнаруживаемым, что приводит к ложному срабатыванию. На практике за полупериод может произойти несколько переходов через ноль.

Когда гармонический ток вытекает из источника питания, он вызывает рост гармонического падения напряжения пропорционально импедансу источника в точке общего соединения. Так как цепь источника питания в общем случае имеет индуктивный характер, то с увеличением частоты растет и импеданс источника. Естественно, что напряжение в точке общего соединения уже искажено гармоническими токами, создаваемыми другими потребителями и в результате искажений, присущих трансформаторам. Каждый потребитель вносит дополнительные искажения.

Естественно, потребители не должны вносить в систему дополнительные помехи, наносящие ущерб другим пользователям.

Поэтому в большинстве стран электроснабжающие отрасли определили нормативы, ограничивающие допустимую амплитуду гармонических токов.

Для улучшения качества напряжения персоналом предприятий принимаются меры, направленные на уменьшение гармоник. Способы уменьшения количества гармоник в сети можно объединить в три основные группы: пассивные фильтры, трансформаторы (изолирующие и уменьшающие количество гармонических составляющих) и активные устройства. Каждое из этих решений имеет свои преимущества и недостатки, поэтому не существует единственного наилучшего решения. В борьбе с гармониками очень легко потратить большие средства на неподходящее в данном конкретном случае и неэффективное решение. Поэтому выбору инструмента должно предшествовать тщательное изучение ситуации.

Пассивные фильтры служат для образования для гармонических токов пути с низким полным сопротивлением, чтобы они протекали через фильтр, а не через источник питания (рис. 3). В зависимости от необходимости фильтр может быть подобран для одной гармоники или для широкого спектра.

Иногда возникает необходимость в разработке более сложного фильтра для увеличения последовательного импеданса на частоте гармоники и, соответственно, уменьшения доли гармонического тока, вытекающего обратно в источник питания (рис. 4).

Иногда предлагаются обычные последовательные заграждающие фильтры, устанавливаемые либо в фазовый, либо в нейтральный провод. Такой фильтр предназначен скорее для отсекаания гармонических токов, чем для их управляемого отвода. Поэтому на таких фильтрах возникает значительное падение напряжения на частоте гармонического тока. Это гармоническое напряжение через источник питания прикладывается к нагрузке. Поскольку напряжение источника становится сильно искаженным, то оно выходит за рамки нормы, на которую рассчитано оборудование и по которой устанавливается гарантия на оборудование. Некоторое оборудование относительно нечувствительно к такому искажению, а некоторое наоборот, очень чувствительно. Последовательные фильтры могут быть полезны при определенных обстоятельствах, но применять их необходимо с осторожностью. Их нельзя рекомендовать как универсальное средство для общего случая.

Токи гармоник порядка  $3N$  циркулируют по обмотке трансформатора, соединенной по схеме «треугольник» (рис. 5). С одной

стороны это создает дополнительные трудности для производителей трансформаторов – необходимо учитывать дополнительную нагрузку – с другой стороны позволяет проектировщикам систем изолировать токи гармоник  $3N$  от источника питания. Тот же эффект можно достичь, если использовать трансформатор с обмоткой, соединенной зигзагом, при котором один конец обмотки каждой фазы трехфазного трансформатора присоединен к общей точке (нейтрали), а обмотка каждой фазы состоит из двух частей, в каждой из которых индуктируются сдвинутые по фазе напряжения.

Ранее описанные решения эффективны только для определенных гармоник. Изолирующий трансформатор позволяет устранить только гармоники порядка  $3N$ , а пассивные фильтры настроены только на частоту определенной гармоники. В некоторых сетях состав гармоник менее предсказуем. Во многих сетях, к которым подключено цифровое информационное оборудование, состав такого оборудования и точки его подключения постоянно меняются, поэтому содержание гармоник в сети также постоянно меняется. Обычным решением в таких случаях является установка активного фильтра или активного согласующего устройства.

Как показано на рис. 6, активный фильтр является шунтирующим устройством. Трансформатор тока измеряет содержание гармоник в токе нагрузки и управляет генератором тока, создающим точную копию, которая в следующем цикле подается в сеть источника. Так как гармонический ток генерируется и поступает в сеть из активного согласующего устройства, то из источника в сеть подается только ток основной частоты. На практике амплитуда гармонического тока уменьшается на 90 %. Соответственно уменьшается импеданс источника на частоте гармоники и уменьшается искажение напряжения.

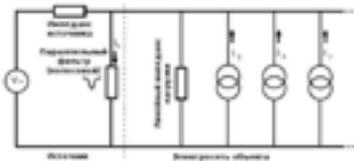


Рисунок 3 – Пассивный параллельный полосовой пропускающий фильтр

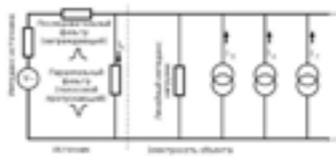


Рисунок 4 – Пассивные параллельный и последовательный фильтры

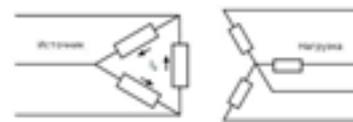


Рисунок 5 – Изолирующий трансформатор с обмотками «треугольник» и «звезда»

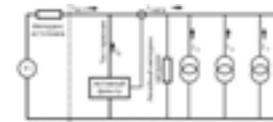


Рисунок 6 – Активный фильтр гармоник

#### Выводы

Снижение экономических затрат при электроснабжении нефтегазового комплекса Казахстана, связано с повышением качества электрической энергии и повышением надежности электрооборудования. Современные нефтегазовые предприятия оснащены новейшим технологическим оборудованием как отечественного, так и зарубежного производства. В свою очередь такое оборудование предъявляет к себе ряд требований, одним из которых является качество электрической энергии, соответствующее ГОСТу 13109-97. Экспериментальные данные, полученные авторами, наглядно показывают несоответствие значений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) требованию ГОСТа. Согласно проведенным исследованиям/коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения в сельских распределительных сетях 0,38 кВ превышает допустимые значения в 4-5 раз, и не соответствуют нормативным требованиям в 8-ми измерениях из 10-ти. Существует нормированные нормально и предельно допускаемые значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения для сетей 0,38 кВ, которые составляют 8,0% и 12,0% соответственно. Присутствие высших гармоник напряжения в электрических сетях 0,38 кВ приводит к резким скачкам напряжения в узлах нагрузки выше допустимого значения, выходу из строя технологического оборудования, нагрузке сетей.

Ввиду тенденции устойчивого роста загрязнения электросетей гармониками требуются дополнительные капиталовложения в правильное проектирование электросетей, подбор соответствующего электротехнического оборудования и надлежащее техническое обслуживание.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Б. Шапкенов, Б. Калиев, А. Кайдар. Теория и практика энергетических преобразователей. Монография для студентов, магистрантов, аспирантов и ИТР, руководящего и обслуживающего

персонала электростанций. Изд. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2014, 461 с.

2 Кайдар А.Б., Кайдар М.Б., Шапкенов Б.К., Марковский В.П., Кислов А.П., Говорун В.Ф., Долбина Д.М., Сироткин В.О. Парадоксы в электродинамике и их экспериментальная иллюстрация на ВЧ генераторах Тесла. Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения», Павлодар, ПГУ, 2016, том 8, с. 273-282. ISBN 978-601-238-593 (Т. 8).

3 P. Kislov, A.B. Kaidar, B.K. Shapkenov, V.P. Markovsky. Stand-alone power systems with IGBT-inverter. VII Международная научная конференция молодых ученых «Электротехника. Электротехнология. Энергетика», 9 – 12 июня 2015 года, с.67-74, Новосибирск, Россия.

4 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Исследования качества и дополнительных потерь электрической энергии в распределительных сетях 0,38 кВ. Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 50-65.

5 Кислов А.П., Шапкенов Б.К., Кайдар А.Б., Шонаев Д.Т., Кайдар М.Б., Марковский В.П., Шарапиденов Д.С. Симметрирование трехфазных систем Вестник ПГУ, Энергетика, № 2, 2016. С. 36-49.

**2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы**  
**2.3 Энергетика және ЖЭК салаларында өнеркәсіптің дамуы**  
**2.3.2 ЭКСПО-2017 үшін заманауи энергия үнемдеу**  
**технологияларын әзірлеу**

**2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала**  
**2.3 Развитие промышленности в области энергетики и ТЭК**  
**2.3.2 Современные энергосберегающие технологии для**  
**ЭКСПО-2017**

**«ЭКСПО-2017» БОЛАШАҚ ЭНЕРГИЯСЫНА ҚАТЫСУҒА**  
**ҮМІТКЕР ҚАЗАҚСТАН ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКТЕРІНІҢ**  
**ӨНЕРТАБЫСТАРЫ**

ЕРШИНА А. Қ.  
 ф-м.ғ.д., профессор, Қазақ мемлекеттік қыздар  
 Педагогикалық университеті, Алматы қ.  
 НУРСАДЫКОВА Ж. К., БӨРІБАЕВА М. А.  
 магистранттар, Қазақ мемлекеттік қыздар  
 Педагогикалық университеті, Алматы қ.

Әлемдегі соңғы онжылдықта жаһандық мәселеге айналған энергияны табиғат көзінен (жел, күн, су және т.б.) өндіруге қызығушылық артуда, сондай-ақ оны тәжірибе жүзінде және теориялық тұрғыдан қолға алуда. Бұл дегеніміз әлемдік деңгейде жанарып тұратын энергия көздеріне (ЖТЭК) бет бұрып келе жатқандығымыздың айғағы. ЖТЭК – тұтынушыларға аса қажетті, таусылмайтын табиғат қорларынан өндірілетін энергия көздері болып табылады. Жел энергетикалық қондырғысы (ЖЭҚ) экологиялық жағынан таза, экономикалық тұрғыдан тиімді электр энергиясын өндіреді.

Қазақстан Республикасы жел энергетикалық ресурстарына бай. Еліміздегі орташа жылдық жел жылдамдығының көрсеткіші 6 м/с және одан да көп, бұл жел энергиясын пайдалы мақсатқа жұмсауға мүмкіндік береді [1]. Қазақстан Республикасының Президенті «Жанарып тұратын энергия көздерін қолдау» заңына 2009 ж. 4 шілдеде қол қойды.

Қазіргі таңда гидро электр станциясынан (ГЭС) өндірілетін энергияны есептемегенде ЖТЭК-нің үлесі Қазақстанда 1 %-дан кем, ал бүкіл әлемдегі жел электр қондырғылары 2016 жылдың аяғына қарай ЖЭҚ-ның көмегімен өндірілетін электр энергиясының қуаты 456 486 МВт-қа жетті [2].

Қазақстан өнертапқыштары кіші жел қондырғыларының екі түрлі типтерін, яғни айналу осі вертикаль және горизонталь орналасқан ЖЭҚ дайындап, жасап шығаруда. Бірінші топқа қатысты зерттеулерге Ш. А. Ершиннің, А. В. Болотовтың, проф. С. Н. Буктуковтың, Т. О. Қонақбаевтың, ал екінші топқа М.Н. Қамбаров, Х. Ж. Байшагиров, Г. Б. Нұрпейсова, В. Петров, Қ. Қ. Құсайынов, Э. М. Жилкашинова және т.б. жұмыстарын жатқызуға болады.



Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ математика және механика ФЗИ профессоры, ҚР ҰҒА академигі Ш. А. Ершин карусель типті жел турбинасының, Дарье және Бидарье режимінде жұмыс жасайтындай етіп құрып, олардың лабораториялық моделін және өндірістік түрін дайындады. Турбинаның валдары өзара подшипниктер арқылы бөлінген, бір-бірінен тәуелсіз, автономды түрде жұмыс істейді. Әрбір вал өз генераторына жұмыс істейді,

яғни айналу энергиясы екі әртүрлі ток генераторына беріледі. Олардан жел қондырғысы (БЖЭҚ) өндірілген электр энергиясы өзара қосылады. Сонымен осы конструкцияның ерекшелігі екі өзара тәуелсіз «жұмыс жасайтын» валдар турбинаның сол айналу ауданынан жоғары энергияны жинайды. Сондықтан өндірісті жоғары дәрежеде ұйымдастыру барысында жел энергиясының пайдалану коэффициенті эффективті мәнін 0,7-ге жеткізуге болады.

Бидарье жел турбинасы да Бетц-Жуковский постулатына бағынады. Ерекшелігі бір платформада екі Дарье турбинасы орналастырылған. Олардың әрқайсысының жел энергиясының пайдалану коэффициенті  $\xi=0,35$ .



Сурет 2

Бидарье жел энергетикалық қондырғысы 5-15 м/с жел жылдамдығында электр энергиясымен тұтынушыларды қамтамасыз ете алады. Оның номинальді қуаты 7 кВт-ты 7-8 м/с жел жылдамдығында құрайды. Авариялық тоқтауы 20 м/с, жалпы ЖЭҚ-тың биіктігі 10,6 м, массасы 800 кг. ЖЭҚ жеңіл фундаментке қосымша тростың көмегімен орнатылады. Айналу осі вертикаль орналасқан Бидарье роторы бір-біріне тәуелсіз қарама-қарсы бағытта айналатын екі коаксиальды валы бар, жұмысшы қалақшалар симметриялы NASA профилі түрінде жасалынып, айналу валымен серпер немесе тропоскино жүйесі арқылы бекітілген. Ротордың өлшемдері: максималды сыртқы ротор серперінің ұзындығы – 2 м, қалақшаның ұзындығы – 4,5 м, ішкі ротор серперінің ұзындығы – 1,7 м, қалақшаның ұзындығы – 4 м [3]. Жел энергиясын пайдалану коэффициенті Дарье жел турбинасымен салыстырғанда 40% жоғары  $\xi=0,65$  [4]. Өнертабыс Қазақстан Республикасының патентімен қорғалған (1 сурет).

Қазақ ауыл шарушылығын механизациялау және электрификациялау ғылыми зерттеу институты 90-шы жылдардан бері суды жер бетіне көтеріп шығаратын және электр энергиясын өндіретін жел электр қондырғыларын жасаумен белсенді айналысады. Осы жұмыстардың қорытындысы ретінде Қазақстан территориясының көптеген бөліктерінде орналасқан жай қозғалатын көп қалақшалы қондырғыларды ВВ-3Т, ВВ-5Т, ВЭ-2Т, ВГЭ-2,7Т, ВЭ-5Т, ВГЭ-5Т және ВЭ-5Т-2М айтуға болады ( 2 сурет)

Профессор А.В. Болотовтың айналу осі вертикаль орналасқан роторлық турбинасындағы модульдері қарама-қарсы бағытта айналады. Роторлық жел турбинасының параметрлері: модульдың салмағы 750 кг, температура диапазоны  $(-40) \text{ C}^\circ - (+40) \text{ C}^\circ$ , қуаты 3-10 кВт, номинальды жылдамдығы – 12,3 м/с, пайдалану мерзімі 10 жыл. Жел бағытына тәуелсіз, турбуленттік шарт негізінде жұмыс істейтін, күн панелі бар комбинациясы синергетикалық эффект негізінде орналастырылған.

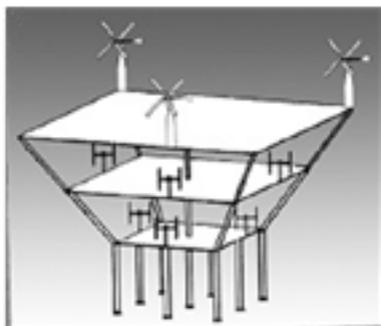
Профессор Н. С. Буктуковтың қондырғысы (ҚР БжФМ Тау кен институты) жел бағытынан тәуелсіз жұмыс істейді, оның жылдамдығы 3-тен бастап 60-70 м/с. бағасы 5 мың АҚШ доллары. Сондай-ақ құрамында генератор, мультиплексор, аппаратты басқаратын құрылғы, аккумуляторды, қорғайтын және зарядтайтын құралдар бар.

Н. С. Буктуковтың жел электр станциясының мұнарасы жоқ, қарапайым дайындалған [5].



Сурет 3

Сонымен қоса, өнертабысты бір мезгілде Қазақстанның даласы мен аралдарында шамшырақ (маяк) ретінде пайдалануға болады. Жел жылдамдығының жоғарылауынан ЖЭҚ қалақшалары сығылып, трубаның формасын қабылдайды. Оның жылдамдығының диапазоны едәуір артық 3 тен 70 м/с, – дейді автор.



Сурет 4

Ал шын мәнінде 30 м/с-тан артық жылдамдықта күшті дауыл тұрады, сондықтан ЖЭҚ-ның жұмысы тоқтатылады.

ҚР ҰҒА академигі М. Өтелбаев пен әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің механика кафедрасының доценті Т.О. Қонақбаев көпқабатты жел электрстанциясының (КҚЖЭ) моделін ұсынды, оның төменгі қабаты жерде орналасады. КҚЖЭ көпсатылы конструкция болғандықтан, оның аралық қабаттарында 5 – суреттегі макеттегідей әр түрлі типті жел турбиналарын орналастыру көзделуде. КҚЖЭ артықшылықтары: территориясының үнемділігі, жел энергиясын тұрақты пайдаланыуы және қабаттардың арасында жел коридорының орналасуында. 2013 жылғы ҚР ҒЖБМ-нің гранттық қаржыландыру шеңберінде «Компактілі жел электр станциясының тиімділігін тәжірибе жүзінде

зерттеу, дайындау және жасап шығару» атты жобаның үш сатылы компакттілі жел электрстанциясының тәжірибелік үлгісі ұсынылмақ [6]. Төңкерілген пирамида тәрізді жасалған «Бәйтерек» жел стансасы жел жоқ, ауа райы тымық күндері де аккумулятордың көмегімен өзінің қарамағындағы аймақты жарықпен, жылумен үздіксіз қамтамасыз ете алады. Авторлардың мәлімдеуінше қондырғы бес жылдан кейін өзін-өзі ақтап, 30 жыл бойы үздіксіз жұмыс істейді, – деп болжануда.

Біздің ойымызша КҚЖЭ-ның кемшілігі, жел көп сатылы кедергінің арасына соқпай, оны айналып орай ағу қаупі бар.



Сурет 5

Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университетінде диффузорлы жел энергетикалық қондырғының (ДЖЭҚ) тәжірибелі үлгісі жасалынды. ДЖЭҚ шыны пластиктен жасалынған және экологиялық таза, электр энергиясының көздерін пайдалану барысында тасымалдауға ыңғайлы [7]. Зерттеулер көрсеткендей, диффузоры жоқ ЖЭҚ қарағанда, ДЖЭҚ екі есе қуатты болып келеді. Ең негізгі теориялық идея – диффузордың тиімді екендігі дәлелденді, – дейді автор. ДЖЭҚ параметрлері: массасы 95 кг, мұнара биіктігі 4 м, қуаттылығы 1 кВт, температуралық режімі минус 50 °С-ден плюс 80°С-ге дейін, жұмыс істеу (эксплуатациялау) ұзақтығы 20 жыл, жел жылдамдығы 4-25 м/с кезінде ток өндіреді. ДЖЭҚ іске қосу көтергіш кранды қажет етпей 2-3 сағатта 3 қызметкердің көмегімен жиналады. Ресурсты сақтау технологиясы бойынша ЖЭҚ-ның негізгі бөлігі мен диффузоры шыны пластиктерден жасалған. Соның нәтижесінде өртүрлі климаттық жағдайларға төзімді, металл аз пайдаланылады және ДЖЭҚ-ны тасымалдау оңай, қолдануға қолайлы, дизайны әдемі, радиобайланысқа зияны жоқ.



Сурет 6

ДЖЭҚ ҚР индустриясындағы жаңа бағыт болып табылады. Онда композициялық материалдар технологиялары пайдаланылып, аэродинамикалық және беріктілік мәселелері шешіледі. Конструкторлық немесе инженерлік шешімдер «ноу-хау» жаңалықтарды қамтиды.

ДЖЭҚ-сы да жоғарыда қарастырылған КҚЖЭ сияқты, жел диффузордың ішіне енбей, сыртынан орай ағуы мүмкін.

Проф. Қ.Қ. Құсайынов (Қолданбалы математика институты, Қарағанды қ.) «Көлденең қимасы айнымалы, айналмалы қозғалыстағы цилиндрдің негізінде желдің төменгі жылдамдықтарында жұмыс істейтін жел двигателін жасап шығару» атты ғылыми зерттеулер жүргізді. Магнус эффектісі арқылы пайда болатын көтеру күші әртүрлі зерттеу денесінің айналу жылдамдығы мен геометриялық параметрлерінде және ағын жылдамдығының үлкен диапазонында (3-15 м/с) зерттеу жұмысы жасалды.

Көтеру күшінің аэродинамикалық коэффициентінің жел жылдамдығы мен зерттелетін дененің диаметрлеріне байланысты тәуелділігі алынды. Көтеру күшінің коэффициенті максимал мәнге ие болатын және оны тұрақты қамтамасыз ететін оптималды параметрлері табылды.



Сурет 7

Профессор М.Н. Қамбаровтың (ЖШС «Ecowatt») жасаған «Қазқанат» ЖЭҚ-ның параметрлері: қуаты – (15 кВт), номинальды қуаты 5 кВт, желдің тоқтаусыз жылдамдығы 3 м/с-тан 40 м/с-қа дейін, кернеу 380/200 В, қалақшаларының саны – 2, қалақшаның өлшемдері – төменгі хорда – 1 м, жоғарғы хорда – 0,5 м, қалақшаның радиусы – 1,8 м, тіреуіш саны – 2 (кеністіктік конструкция), биіктігі – 2,4 м, жер бетінен қалақшаның биіктігі – 2,4 м. Желге бағдарлану қалақшаның флюгерлік эффектісінің есебі арқылы жүзеге асады және арнайы механизмдерсіз 4 жазық тіреуіші бар, ал қалақшаның бұрылу бұрышы – 80. Бұл ЖЭҚ жел энергиясын пайдалану коэффициенттері туралы мәліметтер берілмеген.

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университетінің (ШҚМУ) ұлттық ғылыми зертханасында доцент А.М. Жилкашинова айналу осі горизонталь орналасқан қуаты 5,5 кВт желкенді жел генераторының тәжірибелік үлгісін қолданысқа енгізді, кернеуі 380 В. ШҚМУ-нің оқу-ғылыми-өндірістік «Сибинь» базасында желкенді жел генераторының тәжірибелі үлгісі орналастырылған, желкенді жел дөңгелек соққан желдің бағытына қарай тез бұрылады [8].

Техникалық сипаттамасы: қуаты 2 кВт, жел қондырғысының биіктігі 4 м, жел дөңгелектің диаметрі 2,5 м, желкеннің саны 8, генераторы асинхронды, 2 м/с жылдамдықта жел қондырғысы қозғала бастайды [9].

Сонымен А.В. Болотов пен А.М. Жилкашинованың ЖЭҚ жалпы желкенді жел турбиналарының жел энергиясын пайдалану коэффициенті ( $\xi$ ) өте төмен, Савониустың желкенді жел турбинасының қатарына жатады.

Қорытынды

Осы мақалада Қазақстан өнертапқыштарының жел электр қондырғыларына талдау жасалынды. Осылардың ішінде проф. Ш.А. Ершиннің карусель типті коаксиальды валы бар жел энергетикасын пайдалану коэффициенті жоғары Бидарье жел агрегаты тиімді деп табылды.

Сонымен қоса жел турбинасын дамыту барысындағы айналу осі вертикаль және горизонталь орналасқан Қазақстанда дайындалып жатқан жел турбиналары түрлерінің энергетикалық сипаттамасы қарастырылды. Оларды Қазақстанда пайдалану «Экспо-2017» «Болашақ энергиясы» көрмесін Қазақстанда өткізу, жаңарып тұратын энергия көздерін пайдалану мен энергияны үнемдеуге ынталандырады.

Соның нәтижесінде жел энергетикасының ғылыми – техникалық және өндірістік базасын сондай-ақ, жел машинасын құруды дамытуда маңызы зор.

Түйіндеме

Мақалада энтузиастарының дайындаған жел агрегаттары сыни түрде қарастырылып, олардың техника экономикалық сапасы салыстырылды. Біздің ойымызша, проф. Ш.А. Ершиннің жасаған жел агрегаты сәтті шыққан.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 <http://www.windenergy.kz/> Казахстанская электроэнергетическая Ассоциация Комитет по Возобновляемым Источникам Энергии
- 2 <http://www.wwindea.org> The World Wind Energy Association 2016
- 3 Ершина А.К. и др. Основы теории ветротурбины Дарье. – Алматы: КазгосИНТИ, 2001. – 104 с.
- 4 Предварительный патент №19114 РК, F03D 3/06 (2006/01). Ветроустановка Бидарье /Ершина А.К., Ершин Ш.А. – № 2006/0166.1; заявлено.15.02.2006; опубл. 15.02.2008, бюл. №2.
- 5 «Есть идея, Инновации в Казахстане, изобретения Казахстана» // Казахстанский инновационный журнал.- № 19.- 2012.
- 6 «Класс-time» апталық басылым. Төңкерілген пирамида «Бәйтерек» – көпқабатты жел станциясы №17 (65) 24 сәуір 2013.
- 7 Байшагиров Х.Ж., Каримбаев Т.Д., и др., Отчет о НИР «Разработка и создание композиционной ветроэлектрогенераторной установки с диффузором». – Алматы. – 2004. – 91 с.
- 8 Жилкашинова А.М., Жилкашинов Р. Разработка эффективного парусного ветрогенератора мощностью 5,5 кВт // Региональный Вестник Востока г: Устькаменогорск, ВКГУ им. С.Аманжолова- №2(50).- 2011.
- 9 Байшагиров Х.Ж. и др. О разработке малых ветроустановок в Казахстане // Научный журнал, Региональный вестник Востока г: Усть-Каменогорск, ВКГУ им. С.Аманжолова- №3. 2013. – С.14-22.

#### МАЗМҰНЫ

### 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы 2.2 Металлургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы 2.2.1 Металлургиялық кластердің қазіргі жағдайы және дамуы

### 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала 2.2 Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения 2.2.1 Современное состояние и развитие металлургического кластера

- Жакупов А. Н., Жакупова А. Т.**  
Особенности применения неразрушающих методов при контроле качества термической обработки стальных изделий .....3
- Камаров А. У., Богомолов А. В.**  
Проблемы и перспективы получения металлических расходных материалов для 3D- печати .....9
- Кулумбаева Г. Н., Аубакиров Ж., Жунусова А. К., Жунусов А. К.**  
Исследование получения окомкованного сырья из металлургических отходов.....14
- Кызылбаев Е. К.**  
Переработка доменного шлака .....17
- Макеев В. О., Айтбаев А. Е., Айгужин Д. А., Таранченко К. А., Маркс Е. М., Дрючин М. Ю., Богомолов А. В.**  
Перспективы использования отходов сварных труб для изготовления мебельной фурнитуры.....22
- Мәдениев Е. Н., Сагандықов А. Б., Суяндіков М. М.**  
Влияние торцевой зацентровки заготовки на формирование овальности и утолщения стенок концевых участков бесшовных труб.....28
- Нугманова Ф. Б., Агибаев К. К., Агибаева А. Ж.**  
Обзор теорий 19-20 веков о природе пластического деформирования металлов. ....32
- Нурова А. А.**  
Анализ качества бесшовных труб по толщине стенки .....37
- Нурсейтов Б. Н., Тургумбаева Г. Т.**  
О взаимосвязи показателей материалоемкости и фондоотдачи .....41
- Сапинов Р. В., Бакеева Д. М., Суяндіков М. М.**  
Влияние объемно – поверхностной закалки на механические характеристики фрагментов боковой рамы тележки грузового вагона.....45

<b>Саясатова С. Б., Мағзұмова А. А., Дитягина К. И., Терехов А.В., Богомолов А. В., Какимова Ж. Ж.</b> Особенности мультифизического моделирования коррозионных процессов .....	50
<b>Спанов С. С., Жунусов А. К., Толымбекова Л. Б., Кулетов З. О., Жунусова А. К.</b> Применение известняка при производстве стали .....	56
<b>Шакенев Р. К.-К., Касенов А. Ж.</b> Кинетический расчет барабанной прокаточной печи .....	58

## 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы

<b>2.2 Металлургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы</b>
<b>2.2.2 Машина жасау саласының индустриалды-инновациялық дамуы</b>

## 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения

### 2.2.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

<b>Абишева М. Ж., Мусина Ж. К.</b> Магнитные методы неразрушающего контроля .....	65
<b>Амренов Е. Т., Касенов А. Ж.</b> Методика анализа производственных процессов .....	68
<b>Арқалықов Қ. Ғ., Касенов А. Ж.</b> Ремонт и восстановление изношенных зубчатых поверхностей .....	73
<b>Деревягин С. И., Суенова М. Р.</b> Применение 3D-сканера для контроля машиностроительной продукции .....	77
<b>Yevtushenko T. L., Yksan J. M., Shumeiko I. A., Tkachuk A. A.</b> The factors which influence accuracy of the processing of the cogwheels on the gear hobbing machine .....	82
<b>Капуста Я. Я., Шумейко И. А.</b> Проблемы и перспективы развития малой ветроэнергетики .....	85
<b>Касенов А. Ж., Абишев К. К., Муканов Р. Б.</b> Индустрия 4.0 .....	88
<b>Касенов А. Ж., Жанбулатова Л. Д.</b> Применение прикладных программ в процессе подготовки инженеров .....	94
<b>Касенов А. Ж., Абишев К. К., Итыбаева Г. Т.</b> Главные регионы машиностроения .....	100
<b>Кенжебекова А. Е., Ықсан Ж. М.</b> Современные станки с ЧПУ .....	113

<b>Мақыбек Ы. Қ., Байгазинова А. Т., Бекенов К. Ш., Мусагазинова С. Н., Олжабаев Р. О.</b> Упрочняюще-чистовая обкатка прокатных валков .....	116
<b>Мұратханұлы Б., Мусина Ж. К.</b> Веломобиль как альтернативное транспортное средство .....	119
<b>Очередная В. И., Мусина Ж. К.</b> Виды и методы контрольного анализа арматурной стали .....	123
<b>Сейфуллина М. Б., Итыбаева Г. Т.</b> Комбинированные методы поверхностного упрочнения конструкционных материалов .....	126

## 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы

<b>2.2 Металлургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы</b>
<b>2.2.3 Көлік инфрақұрылымының жағдайы мен болашағы</b>

## 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала 2.2 Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения

### 2.2.3 Состояние и перспективы транспортной инфраструктуры

<b>Бейсенова Х. З., Зарипов Р. Ю., Сармурзин Г., Госман Н.</b> Автоматизация процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны ...	131
<b>Дурмагамбетова А. А., Госман Н. Н., Қасенәлі Ә. Д., Тинелов Т. М., Капуста Я. Я., Каракаев А. К.</b> Интеллектуальная собственность (ИНСО) .....	139
<b>Дурмагамбетова А. А., Адильбекова К. Б., Каербеков Д. Ж., Медведев А. С., Капуста Я. Я., Каракаев А. К.</b> Взаимосвязанность изобретательства, эргономики, дизайна и других дисциплин .....	147
<b>Жасқайратова А. Е., Мейрам М. Д., Қайыргелді А. Б., Бельгибаева А. А., Нурумжанов А. С., Қаракаев А. Қ.</b> Шығармашылықтың, эргономиканың, дизайнның және басқа пәндердің тығыз байланысы .....	153
<b>Zaripov. R.</b> Hydrogen cars – the future of the automotive industry .....	159
<b>Зарипов Р. Ю., Каракаев А. К.</b> Методы повышения эффективности использования вагонов грузового парка на железнодорожном транспорте .....	165
<b>Қусайнов А. А., Ставрова Н. Д.</b> Анализ использования нетрадиционных топлив в дизельных двигателях .....	173
<b>Құсайынқызы А.</b> Жаһандық экономикадағы қазақстандық логистиканың бүгінгі, ертеңі және ағымдық кедергілер .....	180

<b>Танирбергенова Ж. Р., Асайнов А. А., Кусаинов А. А., Саубенов А. Г., Сарыбай А. М., Каракаев А. К.</b> Экспертиза дорожно-транспортных происшествий (ДТП) .....	184
<b>Танирбергенова Ж. Р., Асайнов А. А., Кусаинов А. А., Жайлаубай Д. С., Какенов А. У., Каракаев А. К.</b> Служебная и судебная экспертные оценки транспорта и транспортной техники, компетенции, права и обязанности служебного и судебного экспертов .....	192
<b>Танирбергенова Ж. Р., Асайнов А. А., Кусаинов А. А., Саубенов А. Г., Абдираимов Н. Э., Каракаев А. К.</b> Влияние дорожных условий на безопасность движения транспорта .....	200
<b>Ташенова М. Ж., Адылханов Ж. С., Лавренчуков Г. Г., Айдарханов Т. Н., Серикпаев Т. М., Кумаров Т. К.</b> Принципы выбора основных параметров железнодорожных линий .....	207

**2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы**  
**2.3 Энергетика және ЖЭК салаларында өнеркәсіптің дамуы**  
**2.3.1 Энергетиканың дамуы**

**2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала**  
**2.3 Развитие промышленности в области энергетики и ТЭК**  
**2.3.1 Развитие энергетики**

<b>Айткүл Ә. Б.</b> LABVIEW бағдарламасында тұрақты тоқ қозғалтқышымен автоматты басқару жүйесінің виртуалды үлгісін әзірлеу .....	210
<b>Алинов М. Ш.</b> Модель создания регионального центра энергоэффективности .....	217
<b>Ахметбаев Д. С., Ищанова Д. У.</b> Расчет установившегося режима сети методом коэффициентов токораспределения .....	223
<b>Батал М. М., Жумажанов С. К.</b> Энергетикалық еркіндік: заманауи пайдаланымдар .....	226
<b>Бояндинова А. Б., Приходько Е. В.</b> Технологии сжигания биотоплива .....	230
<b>Дробинский А. В., Акимхан А. Х.</b> Бытовые отходы и устройство для их сжигания .....	234
<b>Дулат Ә. Д.</b> Перспективы развития ветроэнергетики в Казахстане .....	240
<b>Едакин А. И., Герасимов Д. Ю.</b> Обеспечение электромагнитной совместимости емкостных накопителей энергии с питающими сетями электроснабжения .....	247
<b>Ершина А. К., Борибаева М. А., Нурсадыкова Ж. К.</b> Развитие ветроэнергетики в мире и Казахстане .....	252

<b>Илиясов А. А.</b> Совершенствование технического обслуживания высоковольтных выключателей в АО АРЭК .....	259
<b>Кажыбаева А. Т.</b> Способы увеличения надёжности работы деаэраторов повышенного давления .....	267
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Темирханов Е. У., Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П., Файзулла Д. Ф., Айтжанов С. Е.</b> Оценка ветроэнергетического сектора Кызылорды .....	270
<b>Кузнецова Н. С., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж., Нуржан Е.</b> Особенности трещинообразования и разрушения твердых тел при электровзрыве .....	279
<b>Қожабаев Е. А.</b> Повышение энергоэффективности насосной станций .....	284
<b>Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Акимжанов Т. Б., Кондратюк А. В., Сабитова М. К.</b> Гибкие микропроцессорные защиты от аварийных режимов распределительных сетей .....	290
<b>Никифоров А. С., Тусупбекова А. Д.</b> Исследование тепловых режимов коксования самоспекающих электродов .....	300
<b>Никифоров А. С., Сапаров Д. А.</b> Исследование и разработка режимных карт при термоаудите теплоэнергетических объектов .....	306
<b>Оришевская Е. В., Увайсова М. Г., Адильбекова З. Б.</b> Отложения в парогенераторах и теплообменных аппаратах и методы борьбы с ними .....	310
<b>Сәдіман Н. О.</b> Применение цифровых методов диагностики устройств регулирования напряжения. Анализ регулирования напряжения трансформаторами в АО АРЭК .....	314
<b>Сыдықкұл И. Е., Жамалов А. Ж.</b> Битумды сіңіру панелді гелиоколлекторды тәжірибелік зерттеу .....	321
<b>Темирханов Е. У., Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Сейтказин С. Б., Акаев А. М.</b> Причины возникновения высших гармонических в сетях переменного тока и результат их воздействия .....	327
<b>Увайсова М. Г., Аскарбеков А. С., Приходько Е. В.</b> Система HydroFlow .....	335
<b>Увайсова М. Г., Приходько Е. В.</b> Модернизация котла БКЗ-420 путем замены гладкотрубного экономайзера на оребренный .....	339

<b>Халелов И. А.</b> ВЭС Ерейментау и перспектива её модернизации ветрогенераторами с горизонтальной и вертикальной осью вращения .....	344
<b>Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П., Темирханов Е. У., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Файзулла Д. Ф., Айтжанов С. Е.</b> Реализация проектов в области использования ВИЭ в Павлодарском государственном университете .....	351
<b>Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б.</b> Системы питания светильников на светодиодах электрической энергией высокой частоты по однопроводниковой линии.....	360
<b>Шапкенов Б. К., Кислов А. П., Марковский В. П., Темирханов Е. У., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Тюлюгенова Л. Б.</b> Сетевые токовые гармоники и их негативное влияние.....	366
<b>Шапкенов Б. К., Темирханов Е. У., Кислов А. П., Марковский В. П., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Тюлюгенова Л. Б.</b> Сети с нелинейными нагрузками, генерирующими гармоники в среде тока и напряжения .....	374

## 2 Секция. Бизнес потенциалдың жағдайы мен дамуы

### 2.3 Энергетика және ЖЭК салаларында өнеркәсіптің дамуы

#### 2.3.2 ЭКСПО-2017 үшін заманауи энергия үнемдеу технологияларын әзірлеу

## 2 Секция. Состояние и развитие бизнес-потенциала

### 2.3 Развитие промышленности в области энергетики и ТЭК

#### 2.3.2 Современные энергосберегающие технологии для ЭКСПО-2017

<b>Ершина А. Қ., Нурсадыкова Ж. К., Бөрібаева М. А.</b> «ЭКСПО-2017» Болашақ энергиясына қатысуға үміткер Қазақстан жел энергетиктерінің өнертабыстары .....	381
--	-----

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ТӘУЕЛСІЗДІГІНІҢ 25 ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН «VIII ТОРАЙҒЫРОВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ МАТЕРИАЛДАРЫ

6 ТОМ

Техникалық редактор З. Ж. Шокубаева  
Корректорлар: А. Р. Омарова, З. С. Искакова  
Компьютерде беттеген М.А. Шрейдер  
Басуға 17.11.2016 ж.  
Әріп түрі Times.  
Пішім 29,7 × 421/4. Офсеттік қағаз.  
Шартты баспа табағы 22,7. Таралымы 500 дана.  
Тапсырыс № 2900

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.