

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ
ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ С. ТОРАЙҒЫРОВА**

**АКАДЕМИК Қ. И. СӘТБАЕВТЫҢ
120 ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН
ЖАС ҒАЛЫМДАР, МАГИСТРАНТТАР,
СТУДЕНТТЕР МЕН МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ
«ХІХ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ,
СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ
«ХІХ САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 120-ЛЕТИЮ
АКАДЕМИКА К. И. САТПАЕВА**

ТОМ 20

**ПАВЛОДАР
2019**

ӘОЖ 378
КБЖ 74.58
Ж66

Редакция алқасының бас редакторы:

Ахметова Г.Г., филос.ғ.к., 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:

Абишев К.К., Ахметов Қ.К., Бегімтаев Ә.И., Бексейітов Т.К., Испулов Н.А., Кислов А.П., Кудерин М.К., Эрнзаров Т.Я., Бергузинов А.К., Муканов Р.Б., Каюмова М.С., Мажитова А.Ә.

Жауапты хатшылар:

Агибаева А.Ж., Азербайев А.Д., Акимбекова Н.Ж., Аманбаева С.Б., Аманжолов С.К., Аубакиров А.М., Әмірғалы М.А., Биль Т.Ю., Еликпай С.Т., Жаябаева Р.Г., Жуманбаева Р.О., Зарипов Р.Ю., Звонцов А.С., Кабжанова Г.А., Камашев С.А., Коспаков А.М., Кривец О.А., Куанышева Р.С., Мапитов Н.Б., Молдабаева С.К., Мошна Н.И., Мусабекова Н.М., Мусаханова С.Т., Мусина А.Ж., Мустафаева Н.Б., Огузбаев А.Е., Ордабаева Ж.Е., Рахимжанова Г.Х., Самсенова Г.С., Султанова Г.Ш., Талипов О.М., Титков А.А., Ткачук А.А., Тулкина Р.Ж., Туртубаева М.О., Чидунчи И.Ю., Ысқақ Б.Ә.

Ж66 «XIX Сәтбаев оқулары» жас ғалымдар, магистранттар, студенттер мен мектеп оқушыларының : халықар. ғыл. конф. мат-дары Академик Қ. И. Сәтбаевтың 120 жылдығына арналған. – Павлодар : С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2019.

ISBN 978-601-238-907-4
Т. 20 «Жас ғалымдар». – 2019. – 398 б.
ISBN 978-601-238-929-6

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 378
КБЖ 74.58

ISBN 978-601-238-929-6 (Т. 20)
ISBN 978-601-238-907-4 (жалпы) © С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2019

**С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры,
филос.ғ.к., Г. Ахметованың алғы сөзі**

Құрметті «Сәтбаев оқуларына» қатысушылар!

Сіздерді игі дәстүрге айналған «XIX Сәтбаев оқулары» халықаралық ғылыми конференциясының ашылуымен құттықтаймын!

Бүгін қазақтың бағына біткен біртуар ғалым Қаныш Сәтбаевтың ізін басқан жастарға қош келдіңіздер дейміз! Ғылыми шараны халықаралық деңгейде ұйымдастыру біз үшін зор мәртебе, үлкен мақтаныш!

2001 жылдан бері өткізіліп келе жатқан «Сәтбаев оқуларының» мақсаты – асыл азамат, ірі тарихи тұлға, академик, ғалым Қаныш Сәтбаевтың еңбегін жастарға таныту, сол арқылы үлгі, өнеге көрсету.

Қ. И. Сәтбаев – туған халқының нұрлы болашағы үшін білімнің күдіреті арқылы күресе білген бірегей тұлға. Қазақ ғылымының қарашанырағы Ұлттық академиясында қыруар ғылыми зерттеулер жүргізді. Ол кісі соғыстан кейінгі қиын-қыстау кезеңде қазақ Академиясын өзі бас болып құрып, ғылымның бастауында тұрды.

Қазақстан ғылымы үшін Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың есімі қастерлі де қымбат. Жасынан зеректік танытқан Қаныш аға өзінің бар ғұмырын ғылымға арнау туралы шешім қабылдағанда ол тек биік мақсаттарды көздеген еді. Қазақстанда геология мектебін қалыптастырып, жер асты қазба байлықтарын ел игілігіне жаратуы, осы салада көптеген ізбасар шәкірттерді тәрбиелеп шығуы өз алдына бір төбе. Жалғыз геология ғана емес, басқа ғылым салалары бойынша да талай азаматтардың ізденіс жолына түсіп, ғалым болуына өзінің ағалық және әкелік қамқорлығын көрсетті. Оның бүкіл өмір жолы, еліне сіңірген еңбегі, жасаған қызметі кейінгі жастарға үлгі-өнеге болды.

Жастарды ғылымға баулып, білімін шыңдау – біздің парыз. Оқу ордамызда он тоғызыншы мәрте өткізіліп отырған халықаралық ғылыми конференция Қаныш Сәтбаевтай асыл ағамыздың ізбасарларына даңғыл салып, ғылымдағы игі дәстүрлерді жаңғырта түседі деген сенімдеміз. Өңіріміздегі білімнің қарашанырағы – С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті қашан да дарынды, білгір, зияткер де қабілетті жастарды қолдауға дайын.

Әрине, мен конференция қатысушыларына нәтижелі диалог құруларына, оның нәтижесі Қазақстандағы зерделенетін мәселелердің жай-күйі мен келешекте жақсы түсінуге мүмкіндік беретін нақты ғылыми қорытындылар шығаратынына жүректен тілектеспін.

**С. Торайғыров атындағы
ПМУ ректоры, филос.ғ.к.**



Г. Ахметова

4 Секция. Металлургия және машина жасау
салаларында өнеркәсіптің дамуы
4 Секция. Развитие промышленности в области
металлургии и машиностроения

4.1 Металлургиялық кластердің қазіргі жағдайы және дамуы
4.1 Современное состояние и развитие металлургического
кластера

ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНА И ПИГМЕНТОВ
ИЗ ЖЕЛЕЗИСТОЙ ФРАКЦИИ БОКСИТОВ

АБДУЛВАЛИЕВ Р. А.
к.т.н., зав. лаборатории, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, г. Алматы
ПОЗМОГОВ В. А.
к.т.н., старший научный сотрудник, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, г. Алматы
ГЛАДЫШЕВ С. В.
вед. науч. сотрудник, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, г. Алматы
ИМАНГАЛИЕВА Л. М.
вед. инженер, магистр техники и технологии, Satbayev University,
АО Институт металлургии и обогащения, г. Алматы
КАСЫМЖАНОВА А. К.
ведущий инженер, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, г. Алматы

Утилизация железосодержащих промпродуктов глиноземного производства связана только с восстановительной плавкой красных шламов для получения чугуна [1–3, 5]. В представленной работе рассмотрена возможность комплексной утилизации железистых песков обогащения бокситов для получения железоксидных пигментов и чугуна.

Общим недостатком существующих технологий производства природных и синтетических железоксидных пигментов является сложность аппаратно-технологической схемы, которая в основном базируется на использовании кислых сред (рН 1–5), что ведет к большим капитальным затратам на строительство и эксплуатацию производств. При этом, для получения каждого вида пигмента с определенной окраской и потребительскими свойствами, по сути требуется индивидуальная технология со своим аппаратным оформлением и параметрами эксплуатации,

соответствующей инфраструктурой, включая природоохранные объекты. В результате, строительство рудников и предприятий по производству пигментов требует больших инвестиционных затрат, которые в конечном итоге отражаются на себестоимости выпускаемой продукции.

В исследованиях в качестве железосодержащего сырья для получения чугуна и железоксидных пигментов использованы железистые пески глиноземного производства Павлодарского алюминиевого завода (ПАЗ) АО «Алюминий Казахстана».

Железистые пески на Павлодарском алюминиевом заводе отделяют на стадии мокрого размола боксита на гидроциклонных аппаратах и направляются в отвал [4].

Химический состав усредненной пробы железистых песков, мас. %: Na_2O 0,4; Al_2O_3 13,4; SiO_2 4,1; CaO 4,6; TiO_2 2,96; Fe_2O_3 56,3; CO_2 10,3; SO_3 4,2; P_2O_5 0,10; п.п 3,64.

Усредненную пробу железистых песков перед гидрохимической переработкой дополнительно измельчили до крупности – 0,1 мм.

Целью гидрохимической переработки железистых песков являлось максимальное удаление Al_2O_3 и получение нового железосодержащего материала – гидрогранатового кека пригодного для получения чугуна и железоксидных пигментов. Основой кека является железистый гидрогранат – $3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Для получения гидрогранатового кека, железистые пески выщелочили в высокомодульном щелочном растворе [6], содержащим $Na_2O_{кв}$ 240 г/дм³ ($\alpha_{кв} - 30$); в присутствии CaO при молярном отношении в пульпе (м.о.) равному $CaO : SiO_2$ от 0,5–3,0 при температуре – 240 °С (таблица 1).

Таблица 1 – Гидрохимическая переработка железистых песков

№	Условия выщелачивания	Состав железосодержащего кека					
		Al_2O_3		Na_2O	CaO	SiO_2	Fe_2O_3
		%	* ϵ , %	%	%	%	%
1	$CaO : SiO_2 = 0,5$	10,4	48,0	6,1	9,2	13,2	48,5
2	$CaO : SiO_2 = 1$	9,2	50,2	3,9	13,1	11,9	44,6
3	$CaO : SiO_2 = 2$	9,1	42,8	2,5	20,6	10,3	36,6
4	$CaO : SiO_2 = 3$	10,2	25,0	1,19	25,1	9,2	34,8

* ϵ , % – извлечение в раствор

Максимальное извлечение Al_2O_3 в раствор 50,2 % получено при молярном отношении в пульпе $CaO : SiO_2 = 1$. Однако

железосодержащий гидрогранатовый кек при этом содержит большое количество щелочи – 3,9 %.

Фазовый состав гидрогранатового кека приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Фазовый состав гидрогранатового кека

Наименование	Формула	%
Магнетит	Fe_3O_4	17,9
Кальцит	$Ca(CO_3)$	17,8
Алюмокальциевый гидрогранат	$(CaO)_3(Al_2O_3)_{1,75}(H_2O)_{3,75}$	14,0
Андрадит	$Ca_3(Fe_{0,87}Al_{0,13})_2(SiO_4)_{1,65}(OH)_{5,4}$	13,6
Гидроалюмосиликат кальция	$Ca_3Al_2(SiO_4)(OH)_8$	12,9
Гидроксид железа (II)	$Fe_{1,833}(OH)_{0,5}O_{2,5}$	12,5
Портландит	$Ca(OH)_2$	11,4

При репульпации кека выделена мелкодисперсная фракция черного цвета количество которой составило 40 % от массы кека. Фракция может быть использована в качестве железоксидного гидрогранатового пигмента черного цвета. Остальная часть гидрогранатового кека с содержанием Fe_2O_3 44,6 % была использована для получения чугуна.

Выделенная мелкодисперсная фракция проанализирована методом Мёссбауэровской спектроскопии. Метод высокоэффективен при идентификации соединений как в индивидуальном виде, так и находящихся в виде смесей; установлении валентности (степени окисления) элемента в исследуемом соединении.

В результате анализа получен фазовый состав соединений железа в мелкодисперсной фракции: оксид $\alpha-Fe_2O_3$, 20 %; Fe_3O_4 – магнетит с нарушенной стехиометрией: 23 % (тетраэдрическая подрешётка), 30 % (октаэдрическая подрешётка.); парамагнитные фазы Fe^{3+} – смесь гидроксидов $\beta-FeOOH$ (акаганеит) 20 % + $\gamma-FeOOH$ (лепидокрокит) 7 %.

Черный цвет полученной мелкодисперсной фракции определяют соединения железа, имеющие высокие красящие свойства и преобладающими во фракции.

Для определения удельной поверхности частиц, удельного объема и среднего размера пор использовали БЭТ – анализ (метод Брунауэра – Эммета – Тейлера) (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты БЭТ – анализа мелкодисперсной фракции гидрогранатового кека.

Наименование	Параметр				
	SW, м ² /г	V_{adsmax} , мл/г	$V_{ист}$, мл/г	ρ , г/м ³	d, мк
Мелкодисперсная фракция	10,34	25,65	0,041	2,7	0,21

где SW – удельная поверхность, м²/г;

V_{adsmax} – общий объем пор при газовом заполнении, мл/г;

$V_{ист}$ – суммарный истинный объем пор, мл/г;

ρ – плотность твердого тела, г/м³;

d – размер частиц, мк.

Для изменения фазового состава железистых песков – перевода двухвалентного (II) железа в (III) провели обжиг песков при температуре 600 °С в течение 1 часа. Рентгенофазовый анализ железистых песков после обжига представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Фазовый состав обожжённых железистых песков

Наименование	Формула	%
Гематит	Fe_2O_3	48,6
Кварц	SiO_2	27,1
Кальцит	$CaCO_3$	24,3

Гидрохимическую переработку железистых песков после обжига проводили в аналогичных условиях.

Результаты гидрохимической переработки железистых песков после обжига приведены в таблице 5, 6.

Таблица 5 – Гидрохимическая переработка железистых песков после обжига

№	Условия выщелачивания	Состав железосодержащего кека					
		Al_2O_3		Na_2O	CaO	SiO_2	Fe_2O_3
		%	ϵ , %	%	%	%	%
1	CaO / SiO_2 = 0,5	7,33	65,0	1,12	8,4	12,1	56,4
2	CaO / SiO_2 = 1	8,0	60,5	1,3	12,0	11,5	54,8
3	CaO / SiO_2 = 2	7,44	58,2	0,74	17,6	10,1	48,3
4	CaO / SiO_2 = 3	9,9	28,5	0,52	26,3	8,2	37,3

Таблица 6 – Фазовый состав гидрогранатового кека выщелачивания обожженных железистых песков

Наименование	Формула	%
Гематит	Fe ₂ O ₃	37,9
Кальцит	Ca(CO ₃)	14,8
Алюмокальциевый гидрогранат	(CaO) ₃ (Al ₂ O ₃) _{1,75} (H ₂ O) _{3,75}	10,0
Андрадит	Ca ₃ (Fe _{0,87} Al _{0,13}) ₂ (SiO ₄) _{1,65} (OH) _{5,4}	25,9
Портландит	Ca(OH) ₂	11,4

Из полученных результатов гидрохимической переработки железистых песков после обжига следует, что оптимальным является добавление CaO из расчета получения в пульпе м.о. CaO/ SiO₂ = 2 при котором извлечение Al₂O₃ составило 58,2 %, а содержание Na₂O в кеке 0,74 %.

После репульпации гидрогранатового кека выщелачивания обожженных железистых песков была выделена мелкодисперсная фракция красно – коричневого цвета количество которой составило 54 % от массы кека. Остальная часть кека с содержанием Fe₂O₃ 48,3 % была использована для получения чугуна.

В результате анализа мелкодисперсной фракции гидрогранатового кека выщелачивания обожженных железистых песков методом Мессбауэровской спектроскопии получен фазовый состав: оксид α-Fe₂O₃ – 45,0 %; оксид железа – замещённый Fe_{2-x}M_xO₃ – 23,0 %, где М – элементы, стоящие слева в периодической таблице от железа; парамагнитные фазы Fe³⁺ – смесь гидроксидов β-FeOOH (акаганеит) – 17,0 %, γ-FeOOH (лепидокрокит) – 15,0 %.

Красно – коричневый цвет полученной мелкодисперсной фракции определяют соединения трехвалентного железа имеющие высокие красящие свойства и преобладающие в пигменте.

Результаты Бэт – анализа мелкодисперсной фракции гидрогранатового кека выщелачивания обожженных железистых песков приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты БЭТ – анализа мелкодисперсной фракции железосодержащего кека выщелачивания обожженных железистых песков

Наименование	Параметр				
	SW, м ² /г	V _{адсмкс.} , мл/г	V _{ист.} , мл/г	ρ, г/м ³	d, мк
Мелкодисперсная фракция	13,0359	30,78	0,052	2,7	0,17

Вторая часть опытов была направлена на получение чугуна из осадка автоклавного выщелачивания железистого песка в высокомолекулярном растворе в присутствии CaO – гидрогранатового шлама. Железистый гидрогранатовый шлам после сушки и брикетирования с древесным углем плавил в муфельной печи при температуре 1600 °С в графитовых тиглях.

Химический анализ полученного чугуна показал, что по содержанию ограничительных компонентов ($P < 0,01$, $S < 0,002$, $Si - 2,3$) состав чугуна соответствует марке Л4 (ГОСТ 4832-95).

Таким образом, в результате комплексной переработки железосодержащей фракции бокситов – железистых песков получены: черный и красно-коричневый пигменты и чугун.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программно – целевому финансированию № BR05236406.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Иванов, А. И., Кожевников, Г. Н., Ситдиков, Ф. Г., Иванова, Л. П.** Комплексная переработка бокситов. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 2003. – 180 с.

2 **Шморгуненко, Н. С., Корнев, В. И.** Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства. – М. : Металлургия, 1982. – 128 с.

3 **Самченко, С. В., Земскова, О. В., Козлова, И. В.** Технология пигментов и красителей. Учебное пособие для ВУЗов. – М. : НИУ МГСУ, 2015. – 151 с.

4 **Ибрагимов, А. Т., Будон, С. В.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар, 2010. – 304 с.

5 **Akcil, A., Akhmadiyeva, N. K., Abdulvaliyev, R. A., Abhilash & Pratima Meshram.** Overview On Extraction and Separation of Rare Earth Elements from Red Mud: Focus on Scandium // Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. GMPR-2016-0194, (ISSN:0882-7508-ISSN:1547-7401 в базе Scopus 1,24), 2018. Vol. 39, No.3, – P. 145-151. (IF – 1,219.). DOI:10.1080/08827508.2017.1288116.

6 Заключение о выдаче патента на изобретение № 1748 от 17.01.2019 г. Способ переработки красного шлама / Кенжалиев Б. К., Ахмадиева Н. К., Абдулвалиев Р. А., Гладышев С. В., Омарова С. А., Манапова А. И., Зиновьева Л. В.

ИЗУЧЕНИЕ СТАДИИ ДЕФОРМАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

АУБАКИРОВА Ж. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгыров, г. Павлодар

КЕНЖЕБЕКОВА А. Е.

магистр техники и технологий, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АБДРАХМАНОВ Е. С.

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

Одной из важных задач, стоящих перед наукой и практикой, является оперативное управление структурой слоя дисперсных материалов для получения форм или брикетов заданных свойств. В этой связи становятся актуальными исследования, направленные на разработку физико-математических моделей дисперсных сред и совершенствование технологических процессов в промышленности, в частности, для получения прочных и плотных форм и брикетов.

Известно, что в узком интервале давлений увеличение плотности среды пропорционально начальной плотности материала ρ_0 и приращению давления dP :

$$d\rho = k \cdot \rho_0 \cdot dP \quad (1)$$

Так как начальная (насыпная) плотность является величиной постоянной, то можно принять, что $k = \frac{d\rho}{dP}$, где k – коэффициент прессования. В работе [1] связь между коэффициентом прессования и давлением выражается уравнением:

$$\ln k = \ln k_0 - \alpha \cdot P$$

или

$$k = k_0 \cdot e^{-\alpha \cdot P}; \quad (2)$$

где α – коэффициент потери сжимаемости;

k_0 – начальное значение коэффициента прессования.

Зависимость (2) показывает, что в области упругопластических деформаций коэффициент прессования убывает с повышением давления по экспоненциальному закону.

Подставив (1) в (2), получим:

$$\frac{d\rho}{dP} = k_0 \cdot e^{-\alpha \cdot P}$$

Отсюда после интегрирования имеем:

$$\rho = -\frac{k_0}{\alpha} \cdot e^{-\alpha \cdot P} + C. \quad (3)$$

Предположим, что данная зависимость справедлива при $P = \infty$, то есть когда плотность прессуемого слоя становится равной плотности сплошного (контактного) тела, когда $C = \rho_{пр}$ и

$$\rho = \rho_{пр} - \left(\frac{k_0}{\alpha}\right) \cdot e^{-\alpha \cdot P}, \quad (4)$$

Здесь $\rho_{пр}$ – предельная плотность сплошного тела.

Графическая интерпретация зависимости (4) показана на рисунке 1 в обычных координатах ρ , P и на рисунке 2 – в системе ρ , $e^{-\alpha \cdot P}$. Следует отметить, что в последнем случае уравнение прессования (4) изображается прямой ВД. Насыпной плотности ρ_0 отвечает ордината точки А, соответствующее давление $P=0$. Участок АВ характеризует первую стадию прессования – структурное уплотнение сыпучего материала. Участок ВД соответствует второй стадии прессования, а ДС – третьей стадии процесса, то есть объемному сжатию пористого тела. Условная предельная плотность соответствует точке Е, которая определяется экстраполяцией в результате продления отрезке ВД до пересечение с осью ординат.

С целью экспериментального определения констант прессования для конкретного сыпучего материала следует использовать метод трех прессований, которые проведены при давлениях P_1 , P_2 , P_3 . Причем $P_2 - P_1 = P_3 - P_2 = \Delta P$.

Поскольку каждому из указанных давлений соответствует плотность ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , из (4) следует:

$$\alpha \cdot (P_2 - P_1) = \ln \frac{\rho_{пр} - \rho_1}{\rho_{пр} - \rho_2}$$

и

$$\alpha \cdot (P_3 - P_1) = \ln \frac{\rho_{пр} - \rho_1}{\rho_{пр} - \rho_3}$$

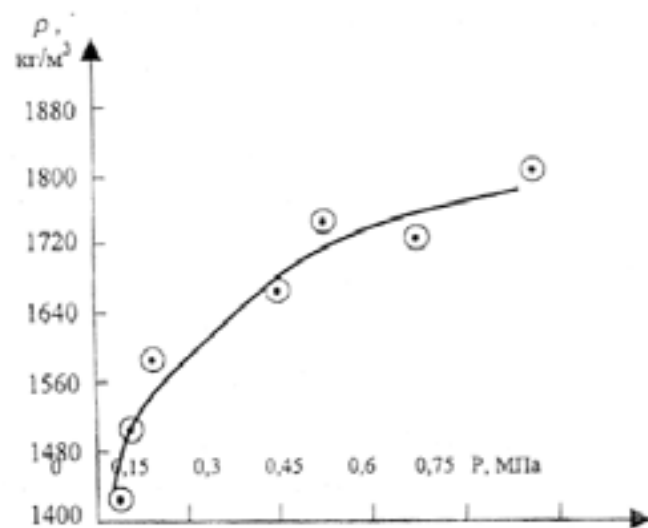


Рисунок 1 – Зависимость плотности формовочной смеси от давления прессования в обычной системе координат:

— - расчетная кривая; \odot – эксперимент

После преобразования, принимая, что $\left(\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_1}\right) = 0,5$, получим

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{\rho_1 \cdot P_2 - P_1^2}{\rho_1 + P_2 - 2 \cdot P_1} \quad (5)$$

Другие константы определяются из следующих выражений:

$$\alpha = \frac{2,303 \cdot \lg \left(\frac{\rho_{\text{пр}} - P_1}{\rho_{\text{пр}} - P_2} \right)}{P_2 - P_1} \quad (6)$$

$$\lg \frac{k_0}{\alpha} = \frac{\alpha \cdot P_1}{2,303} + \lg (\rho_{\text{пр}} - P_1) \quad (7)$$

Естественно, что плотности слоя ρ_1 , ρ_2 и ρ_3 , находящиеся под давлением, должны определяться с большой точностью.

Уравнение прессования (4) можно использовать для построения диаграммы изменения сил сопротивления по ходу прессующего

органа или для выявления связи между давлением прессования и перемещением рабочего органа. Оно также может быть использовано для расчета работы сил прессования, затраченной на формирование образца [2].

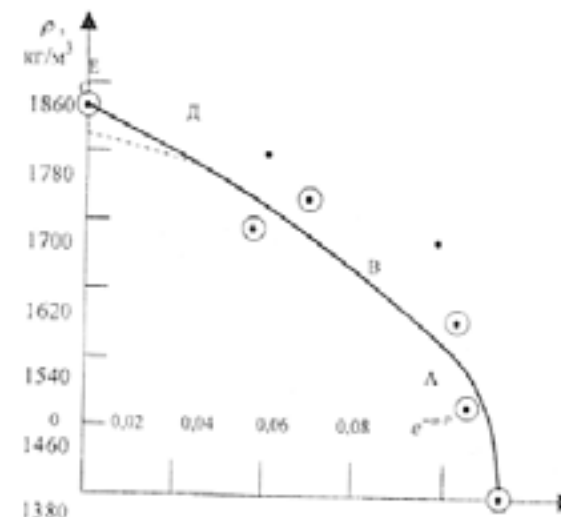


Рисунок 2 – Зависимость плотности формирования смеси от давления прессования в координатах ρ , $e^{-\alpha P}$

Проверку зависимости (4) осуществляли в лабораторных условиях на песчано-глинистых смесях. Испытывали образцы диаметром 50 мм, которые формовали с помощью копра в гильзе. Величину приложенного давления изменяли от 0,05 до 0,75 МПа.

На рисунке 2 показана зависимость плотности песчано-глинистой смеси от величины прилагаемой нагрузки. Из полученных данных следует, что зависимость (4) с хорошей точностью описывает результаты экспериментов. Погрешность аналитической зависимости (4) колеблется в довольно узких пределах – 6,9 + 7,8 %.

В случае одностороннего прессования с учетом (4) и известной зависимости по определению средней плотности образца высотой h , находящегося под давлением $\rho = \frac{m}{F \cdot h}$,

где m – масса образца,

F – площадь прессующего органа, можно переписать

$$\rho = \frac{m}{F \cdot h} = \rho_{\text{np}} - \frac{k_0}{\alpha} \cdot e^{-\alpha \cdot P}. \quad (8)$$

Отсюда, выражая текущую высоту прессуемого образца h через начальную высоту заполнения формы H и расстояние L , пройденное поршнем при прессовании образца $h=H-L$, после соответствующих преобразований получим

$$L = H - \frac{m}{F \cdot \left[\rho_{\text{np}} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right) e^{-\alpha \cdot P} \right]} \quad (9)$$

или

$$P = -\frac{1}{\alpha} \cdot \ln \left[\frac{\alpha}{k_0} \left[\rho_{\text{np}} - \frac{m}{F \cdot (H-L)} \right] \right] \quad (10)$$

Так как значения ρ_{np} , k , α известны, они определены нами ранее, то построение зависимости от $P=P(L)$ не представляет трудностей. Усилие на прессе составляет

$$P' = P \cdot F$$

В свою очередь, работа прессования образца определяется известным выражением

$$N = \int_0^{H-h_{\text{об}}} P' \cdot dL$$

где $h_{\text{об}}$ – высота образца.

Примем, что во всем интервале изменение давления прессования от 0 до P_{max} справедлива зависимость (4), тогда после подстановки значения dL , найденного по зависимости (9), и интегрирования получим

$$N = \frac{m}{\rho_{\text{np}} \cdot \alpha} \cdot \left[\ln \frac{\rho_{\text{np}} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right) e^{-\alpha \cdot P_{\text{max}}}}{\rho_{\text{np}} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right)} - P_{\text{max}} \cdot k_0 \cdot \frac{e^{-\alpha \cdot P_{\text{max}}}}{\rho_{\text{np}} - \left(\frac{k_0}{\alpha} \right) e^{-\alpha \cdot P_{\text{max}}}} \right] \quad (11)$$

Здесь P_{max} – давление прессование, соответствующее конечной высоте образца (ноб). Это давление легко определить по следующей зависимости:

$$P_{\text{max}} = -\frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{\alpha}{k_0} \cdot \left(\rho_{\text{np}} - \frac{m}{F \cdot h} \right) \right] \quad (12)$$

Следовательно, удельная работа прессования или работа, отнесенная к единице массы прессуемого материала, равна

$$N_{\text{уд}} = \frac{A}{m}$$

Она может быть рассчитана с помощью зависимости (11).

Выводы: Таким образом, дисперсная среда при уплотнении проходит три стадии деформации. На первой стадии происходит структурное уплотнение дисперсного слоя в результате смешения частиц относительно друг друга и заполнения ими пустот в объеме слоя. На второй стадии, после укладки частиц, уплотнение слоя происходит в результате деформации частиц. Здесь упруго-пластическая деформация частиц определяет основные энергетические затраты процесса, и, следовательно, образуется прочная пористая оболочка. Третья стадия процесса деформации соответствует объемному сжатию пористого тела.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кунин, Н. Ф., Юрченко, Б. Д. Порошковая металлургия. – 1963. – № 6. – С. 3–6.
- 2 Пузанов, В. П., Кобелев, В. А. Структурообразование из мелких материалов с участием жидких фаз. – Екатеринбург, 2001. – 634 с.

ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ФРАКЦИИ ХРОМОВОЙ РУДЫ

ГЛАДЫШЕВ С. В.
вед. науч. сотрудник, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан
АБДУЛВАЛИЕВ Р. А.
зав. лаборатории, к.т.н, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан
ДЮСЕНОВА С. Б.
вед. инженер, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан
КАСЫМЖАНОВА А. К.
веду. инженер, Satbayev University,
Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан

Коренным недостатком действующих технологий переработки хромитсодержащих руд является образование отхода производства – шлама, складываемого в прудах – шламонакопителях. Современные гравитационные технологии обогащения хромитсодержащих руд позволяют эффективно получать хромитовые концентраты из крупных и средних фракций, а мелкодисперсный шлам практически не обогащается из-за трудности разделения сложных минералов на хромитовые концентраты и пустую породу.

В Казахстане добычу и обогащение хромовой руды производит Донской ГОК [1, 2]. Доизвлечение хрома из мелкодисперсной фракции обогащения с учетом существующего спроса на хромовые концентраты и требований экологии является важной практической задачей.

В работе проведены исследования гравитационного обогащения мелкодисперсной фракции – шламовых хвостов хромовой руды с применением предварительной химической активации [3].

Для исследований была использована проба шламовых хвостов обогащения хромовой руды обогатительной фабрики ДОФ1 Донского ГОКа (таблица 1).

Химический состав шламов обогащения хромовых руд, мас. %:
 Cr_2O_3 25,47; MgO 29,4; SiO_2 21,53; Fe_2O_3 9,1; Al_2O_3 1,51; CaO 0,75; H_2O (связанная) 7,8; п.п 4,44.

Таблица 1 – Рентгенофазовый анализ шламовых хвостов обогащения

Наименование фазы	Формула согласно базы данных PDF II 2012 г.	Содержание фазы, %
Антигорит	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	41,8
Клинохризотил	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	5,1
Лизардит-1М	$(Mg, Fe)_3Si_2O_5(OH)_4$	12,5
Алломожелезистый магнезит	$MgAl_6Fe_{1,4}O_4$	8,7
Хромит	$(Fe_{0,52}Mg_{0,48})Cr_{0,76}(Al_{0,24})O_4$	15,3
Клинохлор	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$	5,6
Алломагнезитовый силикат	$Ca_{3,20}Mg_{22,4}(Al_{192}Si_{100}O_{384})$	11,0
Кварц	SiO_2	-

Исследование гранулометрического состава шлама проводили на классе пробы крупностью $-1,0+0$ мм. Получено, что продуктивным классом крупности шлама для обогащения является фракция $-0,2+0$ мм, в ней содержится 78,84 % Cr_2O_3 от исходного количества.

Гравитационное обогащение шлама класса крупности $-0,2+0,071$ мм проводили на концентрационном столе (таблица 2), а класс крупности $-0,071+0$ мм на центробежном концентрате «KNELSON» модели KC-MD3 фирмы FLSmidth (таблица 3).

Таблица 2 – Обогащение шлама на концентрационном столе

Наименование	Выход, %		Содержание Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , % от класса	Извлечение Cr_2O_3 , % от исх. шлама
	от класса	от исх. шлама			
Концентрат концентрационного стола	29,42	4,84	48,8	73,02	7,45
Промпродукт концентрационного стола	14,3	2,35	11,5	8,36	0,85
Хвосты концентрационного стола	56,28	9,27	6,5	18,62	1,9
ИТОГО	100,0	16,46	15,64	100,0	10,2

Таблица 3 – Обогащение шлама на центробежном сепараторе KNELSON

Наименование	Выход, %		Содержание Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , % от класса	Извлечение Cr_2O_3 , % от исх. шлама
	от класса	от исх. шлама			
Концентрат центробежного сепаратора	48,5	32,1	42,8	66,64	55,0
Концентрат контр.	13,6	9,02	32,8	14,2	11,72
Хвосты центр. сепаратора	37,9	25,08	15,75	19,16	15,80
ИТОГО	100,0	66,2	31,14	100,0	82,52

Выход суммарного хромового концентрата с содержанием 43,58 % Cr_2O_3 составил 37,0 % от исходного шлама (таблица 4).

Извлечение Cr_2O_3 в концентрат составило 62,45 %. Общие потери хрома в хвостах и в классе крупности +0,2 мм составили 24,98 %, при его содержании ~12,0 %.

Таблица 4 – Сводные показатели обогащения шлама гравитационными методами

Наименование	Выход от исх. шлама, %	Содержание Cr_2O_3 , %	Извлечение от исх. шлама, %
Концентрат стола	4,84	48,8	7,45
Концентрат центробежного сепаратора	32,1	42,8	55,0
Суммарный концентрат	36,94	43,58	62,45
Промпрод стола	2,35	11,5	0,85
Концентрат контр.	9,02	32,8	11,72
Суммарный промпрод	11,37	28,4	12,57
Хвосты концент. стола	9,27	6,5	1,9
Хвосты центр. сепаратора	25,08	15,75	15,80
Суммарные хвосты	34,35	13,25	17,7
Класс крупности +0,2 мм	17,34	10,6	7,28
ИТОГО	100,0	25,14	100,0

С целью повышения эффективности гравитационного обогащения хромсодержащего шлама проведены исследования по проведению перед обогащением операции предварительной химической активации в растворе, содержащим $120 \text{ г/дм}^3 \text{ NaHCO}_3$ при температурах 100–240 °С, продолжительности 90 минут и отношении Ж:Т=10,0 [3].

Изменение фазового состава шламовых хвостов после химической активации приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Фазовый состав шламов после химической активации при температуре от 100 до 240 °С

Наименование	Состав шлама, %							
	Анти-горит-8М	Клинохри-зотил	Ли-зардит-1М	Алюможе-лезистый магнезит	Хро-мит	Клино-хлор	Алю-момаг-ниевый силикат	Кварц
Исходный шлам	41,8	5,1	12,5	8,7	15,3	5,6	11,0	-
После активации при 100 °С	21,8	20,9	20,4	7,6	15,8	5,6	0,8	1,2

После активации при 120 °С	21,8	21,6	20,6	15,3	15,7	5,2	0,8	1,4
После активации при 150 °С	22,0	21,3	20,6	15,9	15,4	4,2	0,6	1,0
После активации при 200 °С	22,4	21,4	19,7	15,7	15,8	5,0	-	-
После активации при 240 °С	23,7	21,0	21,5	18,2	15,6	5,2	-	-

Анализ зависимости фазового состава шламовых хвостов от температуры активации показывает, что при температуре 120 °С практически все основные изменения заканчиваются. Химический состав проб шламовых хвостов после активации практически не изменился.

Для определения влияния предварительной активации на обогащение, активированные при 120 °С шламовые хвосты направили на гравитационное обогащение (рисунок 1).

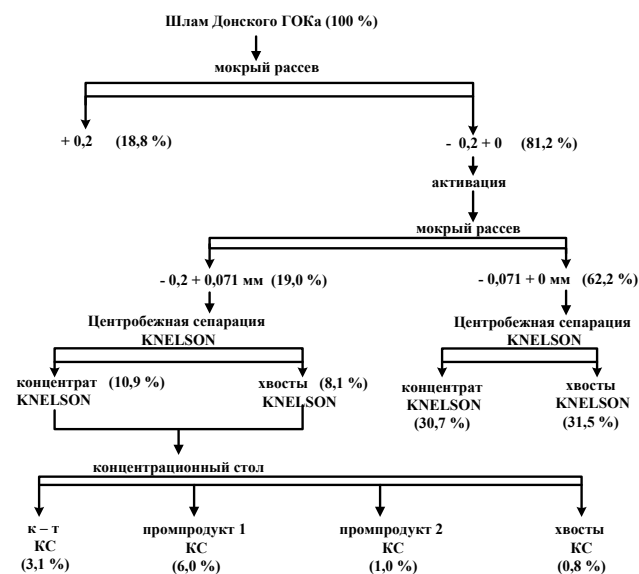


Рисунок 1 – Схема обогащения активированных шламовых хвостов

Результаты обогащения активированных шламовых хвостов представлены в таблицах 6, 7.

Таблица 6 – Материальный баланс обогащения шламовых хвостов класса -0,2 + 0,071 мм после активации на центробежном сепараторе KNELSON

Наименование	Выход		Содержание Cr_2O_3 , %	Произведение Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , %
	г	%			
Концентрат KNELSON	108,9	73,53	21,746	1598,98	91,4
Хвосты KNELSON	39,2	26,47	5,674	150,19	8,56
Итого:	148,1	100,0		1749,17	8,6

Таблица 7 – Материальный баланс обогащения шламовых хвостов класса -0,2 + 0,071 мм после активации на концентрационном столе

Наименование	Выход		Содержание Cr_2O_3 , %	Произведение Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , %
	г	%			
Концентрат КС	31,6	26,42	52,329	1382,53	68,51
1промпродукт КС	69,5	58,11	9,076	527,41	26,14
2промпродукт КС	10,0	8,36	5,830	48,74	2,42
Хвосты КС	8,5	7,11	8,328	59,21	2,93
Итого:	119,6	100,0		2017,89	100,0

В связи с тем, что после обогащения класса - 0,2 +0,071 мм на центробежном сепараторе KNELSON было получено низкое содержание Cr_2O_3 в концентрате с выходом концентрата 73,53 %, концентрат и хвосты объединили и направили на концентрационный стол. После концентрационного стола обогащения класса - 0,2 +0,071 мм активированных шламовых хвостов получен концентрат с содержанием Cr_2O_3 52,329 % с выходом 3,1 % от исходного количества шлама.

Результаты обогащения шламовых хвостов класса - 0,071 + 0 мм на центробежном сепараторе KNELSON приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Материальный баланс обогащения шламовых хвостов класса - 0,071 + 0 мм после активации на центробежном сепараторе KNELSON

Наименование	Выход		Содержание Cr_2O_3 , %	Произведение Cr_2O_3 , %	Извлечение Cr_2O_3 , %
	г	%			
Концентрат KNELSON	247,6	41,3	51,22	2115,38	63,15
Хвосты KNELSON	351,8	58,7	21,03	1234,46	36,85
Итого:	599,4	100,0		3349,84	100,0

При объединении концентратов, полученных из классов -0,2 + 0,071 мм и -0,071 +0 мм получили объединенный концентрат с

содержанием Cr_2O_3 51,3 % с выходом 41,7 %. Извлечение Cr_2O_3 в объединенный концентрат составило 68,1 %.

Проведение операции предварительной активации шламовых хвостов позволило получить концентрат на 8,42 % богаче, и извлечение Cr_2O_3 в концентрат выше на 1,46 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программно-целевому финансированию № BR05236406.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ибраев И. И. Утилизация хромсодержащих шламов / И. И. Ибраев, О. Т. Ибраева, М. М. Суюндинов. Металлург. № 10. – 2012. С. 28–30.

2 Базарбаева С. М., Ермагамбетова Ж. С. Распределение хрома и бора в компонентах окружающей среды г. Актобе // Вестник Актыбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова. – № 4. – 2015.. Актобе. С. 32–35.

3 Патент №32333.Способ подготовки алюмосиликатного сырья перед выщелачиванием/ Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Позмогов В.А., Имангалиева Л.М.; опубл. 31.08.2017. Бюл. №16.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В ФЕРРОСИЛИЦИИ

ГЛУНЦОВА Ж. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАЛИАКПАРОВ А. Г.

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

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, ассоц. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Ферросплавы используются в производстве металлов и сплавов различного назначения. Как правило, они служат в качестве раскислителей, модификаторов и легирующих элементов. В зависимости от выплавляемых марок стали и их назначения, в сталь добавляются те или иные марки ферросплавов, и в различных долях.

Из многообразия выпускаемых ферросплавов одно из первых мест по объему производства занимает ферросилиций, который находит применение, как при производстве стали, так и в качестве восстановителя в силикотермических процессах. От состава ферросилиция зависят качество выплавляемых марок стали. Особое внимание уделяется присутствию вредных примесей. Содержание

примесей в ферросилиции зависит, прежде всего, от состава шихтовых материалов.

Ферросилиций получают в руднотермических электропечах путем восстановления диоксида кремния из кварцита углеродистым восстановителем в присутствии стальной стружки [1].

В процессе восстановительной плавки происходит восстановление не только кремнезема, но и содержащихся в кварците и золевосстановителя (кокс, полукокс, уголь) сопутствующих оксидов – Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , CaO и т.д. в данном случае, алюминия, Ti, Al, P, Cr, Mn являются примесями с высокой долей (более 50 %) перехода в металл (опасные) и требуют постоянного контроля шихтовых материалов по их содержанию.

Существуют следующие разновидности способов производства ферросилиция с пониженным содержанием примесей:

- производство ферросилиция с пониженным содержанием Al, Ti, и P за счет использования чистых шихтовых материалов;
- производство ферросилиция с пониженным содержанием Al, Mg, Ca и C за счет окислительного рафинирования;
- производство ферросилиция с пониженным содержанием Cr [2].

Содержание примесей в 75 % высокочистом ферросилиции не должно превышать: [Al]–0,05%; [Ti]–0,05%; [Ca]–0,02%; [C]–0,02%; [P] – 0,02 %. Такой состав полностью удовлетворяет требованиям зарубежных фирм к качеству высокочистого ферросилиция. Производство высокочистого ферросилиция указанного состава возможно только сочетанием выплавки чистого по титану и фосфору предельного 75 % ферросилиция и рафинированием его в ковше методом продувки через донную пробку от алюминия, кальция, углерода методом «Tinjest». Метод не требует больших капитальных затрат и вписывается в существующих режим выпуска и разлива ферросилиция. Метод доказал свою надежность, эффективность и гибкость за время эксплуатации в течение 15 лет [3].

В соответствии с международным стандартом ГОСТ 1415-93 содержание алюминия в высококремнистом ферросилиции марки ФС70А1 не должно превышать 1 %. В прежнем ГОСТе 1415-78 и в нормативных документах зарубежных фирм содержание алюминия в ферросилиции ФС75(э), предназначенном для использования при выплавке электротехнической стали, не должно превышать 0,1 %, а в ферросилиции марки ФС75(л) для получения литейной стали не более 1,5 %. Вместе с тем промышленная практика выплавки ферросилиция с использованием кварцита и металлургического

коксика, свидетельствует, что фактическое содержание алюминия в ферросилиции марок ФС65, ФС70 и ФС75 превышает 1,5 % и колеблется в пределах 1,8–2,5 % [4].

Потребность промышленности в высокопроцентном ферросилиции с низким содержанием алюминия возрастает непрерывно, поскольку при легировании и раскислении стали повышенное содержание алюминия приводит к заростанию разливочных каналов сталеразливочного и промежуточного ковшей, а также резко ухудшает качество трансформаторной стали. Понижая содержание алюминия в ферросилиции повышаются твердость стали, пределы текучести и упругость, увеличивается сопротивление металла окислению и разрыву.

Для получения высокочистых сортов 70 и 75 %-го ферросилиция с содержанием алюминия менее 0,1%, а также с ограничением содержания других примесей была разработана и использовалась в промышленных условиях технология многостадийного рафинирования ферросилиция в дуговой электропечи [5]. К недостаткам известного способа, принятого в качестве прототипа, следует отнести:

1) необходимость организации специального производства ферросилиция с ограниченным содержанием алюминия – менее 1 %. Это требует применения чистого по алюминию кварцита и специальных низкочольных восстановителей – низкочольных углей, нефтяного или пекового коксов и т.д. Соответственно – повышается себестоимость передельного и рафинированного ферросилиция;

2) невозможность получения рафинированного ферросилиция с содержанием алюминия и кальция 0,02–0,05 %, что требуется для производства рельсовой стали.

Для получения рафинированного ферросилиция с содержанием алюминия и кальция 0,02–0,05 % запатентовано изобретение, которое позволяет использовать одностадийную схему производства рафинированного ферросилиция с применением не более двух обработок рафинировочным шлаком. В способе расплавляют ферросилиций в виде отсеков от дробления ферросилиция фракции 0-15 мм с содержанием алюминия до 2,5 % и кальция до 0,7 %, а рафинирование осуществляется со снижением алюминия и кальция в ферросилиции до 0,02–0,05 %, при этом используют в качестве рафинирующих шлакообразующих смесь, состоящую из извести и окислительной добавки в виде железорудных окатышей, железорудного концентрата или железной руды в количестве

3-5 % от веса исходного ферросилиция при соотношении известь: окислительная добавка (1:1,5)–2,5, соответственно, и плавикового шпата в количестве 6–7,5% от веса рафинировочных шлакообразующих [6].

Для получения 70 и 75 %-го ферросилиция с содержанием алюминия менее 1,5; 1,0 и 0,5 % были разработаны и использовались в промышленных условиях следующие способы окислительного рафинирования ферросилиция в ковше [7]:

- обработка жидкого ферросилиция синтетическими шлаками;
- обработка жидкого ферросилиция карбонатной железной рудой (сидеритом);
- продувка жидкого ферросилиция в ковше сжатым воздухом через погружную фурму;
- вдувание в жидкий ферросилиций через погружную и поверхностную фурму железорудных концентратов и порошкообразных окислительных материалов.

Описанными выше способами оказалось невозможным обеспечить рафинирование ферросилиция до содержания алюминия менее 0,1 % из-за значительных (более 5 % абсолютных) потерь кремния со шлаком и в улет.

Производственный опыт показывает, что вышеперечисленные способы экономически оправданы при рафинировании исходного ферросилиция с содержанием алюминия не более 2,0 %; при большем содержании требуется промежуточное скачивание образующегося алюмосиликатного шлака и внешний подогрев расплава, что трудноосуществимо в ковше.

Продувка металла в ковше кислородо-воздушной и газопорошковой смесями была связана с резким ухудшением санитарно-экологической обстановки в цехе; не была решена проблема низкой стойкости графитовых фурм. По этим причинам производство ферросилиция с пониженным алюминием в отделении кислородного рафинирования было прекращено и оборудование демонтировано.

Обработка ферросилиция в ковше сидеритом с целью снижения содержания алюминия менее 1,5 % промышленно используется и в настоящее время.

Таким образом, разработка внепечной технологии снижения алюминия в ферросилиции позволит уменьшить процент алюминия в сплаве и решать задачи повышения конкурентоспособности продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Поволоцкий Д. Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов: учебник для вузов / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рошин, Н. В. Мальков – М. : Metallurgy, 1995. – 592 с.
- 2 Гасик М. И. Физико-химия и технология рафинирования жидкого ферросилиция от примесных металлов // Системные технологии / М. И. Гасик и др. – Днепропетровск, 2002. – С. 53–61.
- 3 Жилияков С. С. Проблемы производства ферросилиция на АО «Кузнецкие ферросплавы» / С. С. Жилияков, В. Н. Толстогузов, И. М. Кашлев // Известия вузов 4. – М., 1995. – № 8. – С. 33–35.
- 4 ГОСТ 1415-93 Ферросилиций. Технические требования и условия поставки. – М., 2005. – 11 с.
- 5 Канаев Ю. П. Получение высокочистого ферросилиция в электропечи / Ю. П. Канаев, Н. Е. Молчанов, А. Н. Сидоров и др. // Сталь. – 1987. – № 9. – С. 47–49.
- 6 Пат. № 218.016.7FFD, РФ, Способ рафинирования ферросилиция от алюминия и кальция / Щербаков Е. И., Акимов Е. Н., Павлов С. В. – Опубл. 24.08.2018. – 4 с.
- 7 Гуляев Н. М. Основные способы рафинирования ферросилиция от алюминия в ковше / Н. М. Гуляев, Е. А. Ибрагимов // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2018. – С. 18–20.

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОХРОМА

ДЖОЛДИБАЕВ М. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
КУЗНЕЦОВ А. И.

д.т.н., ассоц. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В условиях рыночной экономики при жесткой конкуренции основными факторами, влияющими на эффективность и прибыльность работы предприятия, являются высокое качество продукции и низкая ее себестоимость.

Качество продукции в значительной степени определяется свойствами исходного сырья, стабильностью его состава,

организацией системы контроля на всех этапах производства и соблюдением технологического режима.

Учитывая значительный объем производства в цехе № 2 Аксуского завода ферросплавов (АксЗФ) при выплавке высокоуглеродистого феррохрома используется несколько видов рудного сырья и восстановителя, различающихся как по химическому, так и по гранулометрическому составу. Это создает определенные трудности при организации их складирования и подачи в дозирочное отделение плавильного цеха. Для предотвращения поставки сырья, не соответствующего требованиям технических условий, оно должно обязательно проходить входной контроль. Для обеспечения непрерывного режима работы на шихте относительно постоянного состава большое значение имеет поддержание неснижаемого запаса каждого из компонентов шихты и раздельное их складирование, исключаящее их смешивание. При этом не должна допускаться работа «с колес», т.е. подача выгруженного материала сразу в дозирочное отделение плавильного цеха, минуя его складирование в приемках. Существующие колебания каждого вида материала по составу должны сглаживаться за счет организации его усреднения на складе при выгрузке из вагонов в терриконы и последующей подаче в бункера дозировок.

Одним из основных требований технологии выплавки высокоуглеродистого феррохрома в низкошахтных руднотермических печах, является обеспечение хорошей газопроницаемости столба шихтовых материалов. Это достигается использованием компонентов шихты оптимального гранулометрического состава. Наличие в руде кускового материала размером 10-60 мм помимо обеспечения стабильного хода печи, является необходимым условием при производстве феррохрома марки ФХ 800, пользующегося повышенным спросом на мировом рынке. Использование шихты с повышенным количеством мелких фракций руды сопровождается ее неравномерным сходом с частыми обвалами вокруг электродов и выбросами материалов. Это ведет к увеличению расхода рудных материалов, восстановителя, электроэнергии, снижению извлечения хрома и, как следствие, к росту затрат на выплавку феррохрома.

В связи с дефицитом кускового рудного сырья, проблема вовлечения в производство некондиционной по крупности мелочи, которая образуется как при добыче, так и при обогащении бедных хромитовых руд, стоит весьма остро на большинстве ферросплавных заводов.

Решению этой задачи при выплавке высокоуглеродистого феррохрома в последние годы уделяется большое внимание на Аксуском заводе ферросплавов.

Окускование мелких фракций хромитовых руд и концентратов является существенным резервом расширения возможности использования добываемого рудного сырья для производства высокоуглеродистого феррохрома. Выбор оптимального способа окускования играет важную роль в повышении технико-экономических показателей процесса и снижении себестоимости готовой продукции.

Первым видом окускованного сырья, испытанного в цехе № 2 были брикеты из обогащенной рудной мелочи фракции 0–3 мм, полученные на Актюбинском заводе ферросплавов с использованием в качестве связующего жидкого стекла. В процессе испытаний выявлено два фактора, которые в основном определяют уровень образования мелкой фракции в брикетах. Во-первых, уровень прочности брикетов и, во-вторых, влагосодержание брикетов (собственная влага и приобретенная в процессе перевозки и складирования у потребителя). Так в вагонах, попавших под дождь, при выгрузке на АксЗФ встречались монолитные куски массой до 50 кг из спрессованной мелочи и брикетов, а содержание мелкой фракции 0–10 мм в отдельных вагонах вместо положенных 10 % превышало 20 %. При подаче со склада в цех происходило дополнительное разрушение брикетов на многочисленных перегрузках, в итоге, содержание мелочи перед печью достигало 40 %, т.е. практически не отличалось от ее содержания в рядовой руде. Кроме того, отмечено образование легколетучих возгонов, приводящих к более быстрому, чем при обычной работе, зарастанию свободного сечения наклонного газохода, что требовало остановки печи на его дополнительную чистку. Причиной этого мог быть улёт натрия из связующего брикетов в виде каких-то соединений, с последующим оседанием их на охлаждаемых стенках аппаратов газоочистки. Себестоимость феррохрома, выплавленного с использованием брикетов, оказалась на 20–23 \$ дороже, чем в базовом периоде ввиду более высокой цены брикетов по сравнению с рядовой рудой [1, с. 11].

Учитывая полученные результаты, для обеспечения сырьем АксЗФ на Донском ГОКе была построена фабрика по производству обожженных хромовых окатышей.

Обожженные окатыши, как показали результаты испытаний, имеют ряд преимуществ по сравнению с кусковой рудой или брикетами:

- имеют более однородный состав;
- обладают высокой скоростью восстановления вследствие пористой структуры;
- характеризуются более полным извлечением ведущего элемента;
- более стойки к нагреву и механическому разрушению;
- обеспечивают равномерное течение восстановительных газов через слои шихты.

Все эти положительные качества обожженных окатышей позволяют достигнуть высокого извлечения хрома, эффективности эксплуатации технологического оборудования и обеспечить безопасные условия работы.

Использование в шихте около 50% окатышей совместно с кусковой хромовой рудой, способствовало улучшению газопроницаемости колошника и обеспечению равномерного схода шихты на печах, что привело к снижению количества выбросов шихты, снижению аварийности и количества горячих простоев из-за забивания труботечек. Это позволило увеличить мощность, а, следовательно, и производительность печей на 21,1 % и улучшить технико-экономические показатели работы (повысить извлечение хрома на 4,2 % (абс.) и снизить удельный расход электроэнергии на 4,5 %) [1, с. 11].

В связи с повышением спроса на высокоуглеродистый феррохром на мировом рынке и увеличением его производства в других цехах завода, поставки окатышей было недостаточно для покрытия общей потребности в окискованном сырье.

В настоящее время эффективность работы предприятий не может рассматриваться вне проблем рационального использования природных ресурсов. Так на заводе при выплавке ферросплавов неизбежно образуется большое количество пыли газоочисток, побочные продукты и всевозможные отсеvy, которые, с одной стороны, составляют крупные потери минерального сырья, а, с другой, наносят огромный ущерб окружающей среде. За вывоз и складирование неиспользуемых отходов и отсеvов завод вынужден был платить большие штрафы, что вело к увеличению себестоимости выпускаемой продукции.

Учитывая это, на заводе построен агломерационный цех, предназначенный для окискования мелочи хромовых руд и пыли газоочисток, с использованием в качестве флюса отсеvов кварцита и оборотного песка, которые не пригодны к использованию в плавильных агрегатах из-за малого размера частиц. При агломерации в качестве топлива для спекания используются отсеvy кокса, образующиеся на

предприятии и не находящие ранее применения. В качестве топлива для зажигания шихты на агломашине применяется вторичный энергоресурс предприятия - ферросплавный газ, имеющийся в избытке и ранее дожигаемый на «свечах».

При агломерации происходят такие положительные процессы как удаление из руды вредных примесей (серы) и частичное восстановление компонентов шихты с использованием вместо дорогостоящего кокса его отсеvов. Получаемый агломерат, согласно проведенным исследованиям, более высокого качества, чем применяемая для выплавки ферросплавов сырая руда, из-за более низкого содержания серы, частичного восстановления окислов железа и низкой газоплотности, способствующей более равномерному протеканию технологических процессов в плавильных печах.

Таким образом, окискование мелочи и утилизация пылевидных отходов способствует улучшению экологической обстановки региона, позволяет получить агломерат крупностью 10–60 мм для выплавки феррохрома и, как следствие всего этого, снизить себестоимость продукции.

Поскольку технико-экономические показатели процесса выплавки ферросплавов в значительной степени определяются устойчивой и безаварийной работой электродов, то именно этому вопросу необходимо уделять особое внимание. Специалистами завода проведена большая работа по изменению конструкции электродов и подбору электродной массы оптимального состава для каждого вида сплава.

Основу применяемого восстановителя при выплавке феррохрома составляет коксовый орешек. Дефицит кокса ведет к росту цен на него и как следствие к удорожанию продукции. При существующей жесткой конкуренции в условиях рынка это создает трудности по поддержанию требуемого объема производства и получению требуемых прибылей. В связи с образующимся дефицитом кокса возникла проблема поиска его заменителей или снижения его расхода на процесс за счет повышения эффективности использования восстановителя без ухудшения качества готовой продукции.

Именно кокс является основным поставщиком вредных примесей, определяющих свойства (и соответственно цену) металла. Использование более чистых по содержанию вредных примесей восстановителей позволит получать высококачественную продукцию, пользующуюся повышенным спросом на мировом рынке. На заводе таким восстановителем является кокс производства КНР,

использующийся при выплавке высокоуглеродистого феррохрома с пониженным содержанием фосфора. Более дешевыми видами заменителей кокса являются Шубаркольский спецкокс и антрацит с низким содержанием золы, фосфора и серы. Большим преимуществом антрацита является его высокое удельное электросопротивление. Использование 20 % антрацита при выплавке высокоуглеродистого феррохрома на печах (21 МВ · А) привело к снижению удельного расхода восстановителя на 1,9 % и электроэнергии на 6,8 %. Извлечение хрома практически не изменилось, снизилась себестоимость производства 1 т высокоуглеродистого феррохрома [2, с. 26].

Одним из важных факторов снижения себестоимости феррохрома является повышения степени извлечения ведущего элемента. Потери хрома происходят на протяжении всего технологического процесса, начиная с выгрузки и подачи сырья на печи и кончая процессом выпуска и разлива продуктов плавки. Уловленные пыли систем аспирации и газоочистки возвращаются цеху в составе агломерата. Количество уловленной пыли определяется эффективностью работы систем газоочистки. Значительная часть хрома в форме оксидов, запутавшихся корольков и слитков осажденных частиц в донной части шлаковой чаши (или шлаковни) поступает со шлаком в шлакоперерабатывающий цех. Здесь в процессе дробления, магнитной сепарации ручной выборки и обогащения продуктов сепарации, значительное количество извлеченного металла поступает как готовая продукция на отгрузку потребителям или возвращается в виде металлоконцентрата плавильным цехам и поступает в составе шихты на переплавку в печи.

На количество шлакометаллических настывлей, образующихся на стенках разливочных ковшей влияет большое количество факторов. После очистки ковшей в плавильном цехе производится частичная (около 3 % от выплавленного) выборка чистого металла, а остальное отправляется в шлакоперерабатывающий цех. Для снижения количества шлакометаллических настывлей на ряде заводов применяется предварительный подогрев футеровки ковшей за счет электричества или сжигания ферросплавного газа.

Рассмотренные пути снижения себестоимости не охватывают всех возможностей удешевления продукции. В каждом конкретном случае возникают новые задачи по улучшению количественных и качественных показателей производства, решение которых – обязанность коллектива цеха и работников соответствующих служб.

ЛИТЕРАТУРА

1 Едилбаев И. Б., Меньшенин В. М., Кузнецов А. И. и др. Использование окускованного хромового сырья при выплавке феррохрома на АО «ТНК «Казхром» / И. Б. Едилбаев, В. М. Меньшенин, А. И. Кузнецов и др. // Горный журнал Казахстана. – №2. – 2008. – С. 9-12.

2 Калиакпаров А. Г., Сулов А. В., Страхов В. М. Промышленное использование антрацита с низким содержанием фосфора в производстве высокоуглеродистого феррохрома / А. Г. Калиакпаров, А. В. Сулов, В. М. Страхов // Кокс и химия. – № 6. – 2014. – С. 23-27.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ В КАЗАХСТАНЕ

ЖАКУПОВА А. Т.

докторант, Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан

АБДУЛИНА С. А.

PhD, Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

САЛИНА В. А.

к.т.н., ст. науч. сотрудник, ФГБУН Институт металлургии УрО РАН,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Рынок стальных труб в Казахстане находится на подъеме, по данным Агентства РК по статистике в 2018 году их было произведено 289,5 тыс. тонн, что по сравнению с 2017 годом, составляющем 255,2 тыс. тонн, выше на 13,4 % [1]. Основные производители стальных труб в РК – казахстанское подразделение ТМК, «АрселорМиттал Актау», Павлодарский трубопрокатный завод, а также ПФ ТОО «KSP Steel», из которых единственным производителем бесшовных горячекатаных труб является последний. Поэтому, говоря об объемах казахстанского рынка бесшовных труб нефтяного сортамента, подразумевают объем производства ПФ ТОО «KSP Steel», насосно-компрессорные, обсадные и нефтепроводные трубы которого производятся из непрерывнолитых стальных заготовок круглого сечения. С 2007 года ПФ ТОО «KSP Steel» разливает в электросталеплавильном цехе заготовки диаметром

210 и 300 мм на трехручьеваой машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) криволинейного типа.

Среди отливаемых сталей [2] наибольшим спросом пользуются Т1 (заводской марочник стали), 13ХФА, 25ХМФА, 09Г2С, сталь 20 и на сегодняшний день вопрос повышения качества структуры получаемых изделий остается открытым. Связано это как с дефектами проката, так и с дефектами, возникающими на стадии разливки, осуществляемых на МНЛЗ. Однако, предупреждение появления дефектов на стадии разливки позволяет избежать проявлению многих дефектов на стадии прокатки и тем самым повысить выход годной трубной продукции. В связи с этим, анализ, исследование и решение проблем разливки трубной заготовки становится первоочередной, отодвигая решение проблем прокатки на второй план.

Качество непрерывнолитых заготовок круглого сечения

Анализ качества непрерывнолитых круглых заготовок ПФ ТОО «KSP Steel» (таблица 1) согласно ГОСТ Р 58228-2018 «Заготовка стальная непрерывнолитая. Методы контроля и оценки макроструктуры» показывает, что на развитие дефектов влияют как геометрия отливаемой заготовки, для стали Т1 при диаметре заготовки 300 мм средний балл дефекта выше, чем на заготовке диаметром 200 мм, так и химический состав стали, влияющий на сегрегацию и процесс массопереноса. Согласно статистике за период с 01.01.2018 по 31.12.2018 (рисунок 1) основными видами дефектов, составляющих основную долю дефектов от общего числа и по которым произошло превышение допустимых значений балла, впоследствии приведшее к неисправимому браку являются центральная пористость и осевая ликвация.

Результаты данных, приведенных на рисунке 1, показывают что основная доля брака связана с центральной пористостью и осевой ликвацией, что создает вопрос углубленного изучения и исследования данной проблемы для ее устранения. Кроме того, на данном производстве ПФ ТОО «KSP Steel» имеется параллельная линия для разливки непрерывнолитой заготовки квадратного сечения 125×125 и 150×150 мм, на которой отсутствует проблема по данным видам дефектов, в таком объеме, что подразумевает влияние формы поперечного сечения отливаемой заготовки, на которую действуют отличные от данной технологии разливки закономерности температурно-скоростных и деформационных режимов.

Таблица 1 – Качество непрерывнолитых заготовок круглого сечения производства ПФ ТОО «KSP Steel»

Диаметр заготовки, мм	Марка стали	Количество templeтов	Дефект макроструктуры, балл (среднее значение)				
			Центральная пористость	Осевая ликвация	Ликвационные полосы и трещины	Светлые полосы	Краевое точечное загрязнение
210	T1	85	1,12	1,33	0,71	0,73	0,0
	13ХФА	64	1,56	1,45	0,75	0,75	0,11
	25ХМФА	58	1,75	1,55	0,81	0,84	0,12
300	T1	70	1,25	1,47	0,77	0,78	0,0
	09Г2С	65	1,68	1,88	0,79	0,89	0,11
	Сталь 20	70	1,01	1,11	0,68	0,70	0,0
Допустимое значение по СТО 002-2014			2,0	2,0	1,0	1,0	1,0

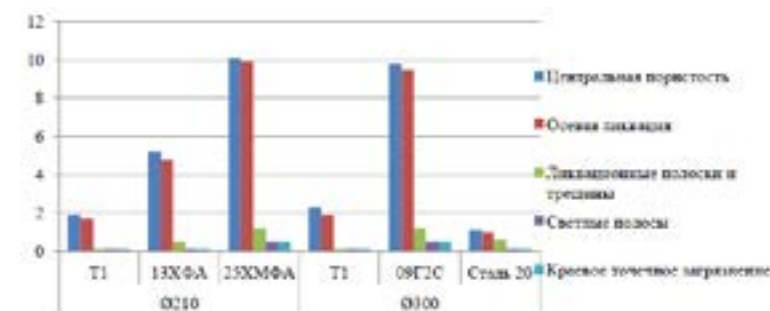


Рисунок 1 – Процент брака от доли «годного» непрерывнолитой трубной заготовки производства ПФ ТОО «KSP Steel»

Причины возникновения центральной пористости и осевой ликвации

В макроструктуре заготовки всегда наблюдаются дефекты, которые не могут быть полностью устранены даже при рациональном выборе технологических параметров производства и которые напрямую связаны с ликвационными процессами, протекающими при кристаллизации. Центральная пористость и осевая ликвация (рисунок 2) обусловлены ликвационным обогащением центральной зоны заготовки в процессе продвижения фронта затвердевания, усадкой металла осевой зоны при затвердевании в замкнутом объеме, выжиманием обогащенного примесями раствора из междендритного пространства в пустоты, образующиеся в результате усадки металла при его затвердевании или выпучивании под воздействием ферростатического давления затвердевшей наружной корки между поддерживающими роликами после смыкания фронтов затвердевания.

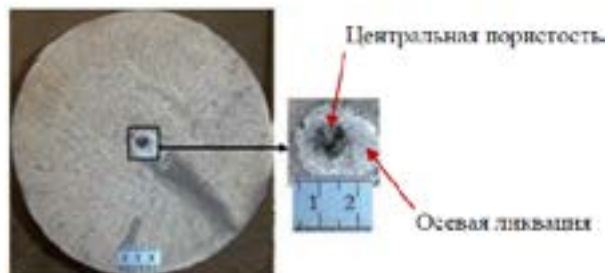


Рисунок 2 – Центральная пористость и осевая ликвация трубной непрерывнолитой заготовки

Предлагаемые способы устранения центральной пористости и осевой ликвации непрерывнолитых заготовок круглого сечения

На многих металлургических предприятиях для устранения вышеуказанных причин образования центральной пористости и осевой ликвации применяют современные технологии разливки, заключающиеся:

- в электромагнитном перемешивании металла [3];
- в вводе микроохлаждильников [4];
- в обжатию затвердевающей заготовки [5–6];
- в пульсационной продувке металла в кристаллизаторе инертным газом [7];
- в ультразвуковом воздействии на металл [8].

Кроме того, в последние годы разработаны новые способы и конструкции для получения непрерывнолитых полых заготовок из углеродистых и легированных сталей. Установлено, что качество внутренней поверхности труб, полученных из этих заготовок, более высокое по сравнению с качеством труб, прокатанных из сплошных заготовок. Это объясняется тем, что в полых заготовках ликвационная зона и усадочная рыхлость рассредоточены внутри стенки полых заготовки, тогда как в сплошной заготовке они сконцентрированы в осевой зоне.

Анализ перспективных способов повышения качества непрерывнолитых заготовок показывает, что каждый из них в отдельности не обеспечивает улучшение всего комплекса показателей качества непрерывнолитых слитков [8]. В этой связи представляется необходимым реализовывать комплексные внешние воздействия на процесс кристаллизации на различных участках формирующейся непрерывнолитой заготовки.

Для повышения качества металлургической продукции необходимо устранение возможных дефектов на стадии разливки, так как непрерывнолитая заготовка имеет наследственное влияние, предопределяющее качественные показатели горячекатаного проката.

Для устранения таких видов дефектов, как центральная пористость и осевая ликвация, необходимо применение современных методов воздействия на процесс разливки: электромагнитное перемешивание, использование микроохлаждильников, применение мягкого обжатию заготовки; пульсационная продувка металла в кристаллизаторе инертным газом и ультразвуковое воздействие, ни одно из которых на сегодняшний день не применяется на ПФ ТОО «KSP Steel».

ЛИТЕРАТУРА

1 Министерство национальной экономики / Комитет по статистике / *Официальная статистическая информация* > *Оперативные данные (экспресс информация, бюллетени)* > *Промышленность [Электронный ресурс]*. – URL: stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/homeNumbersIndustry?_aftrLoop=2766080137784469#%40%3F_aftrLoop%3D2766080137784469%26_adf.ctrl-state%3Dc742n54pv_54 [дата обращения 02.03.2019].

2 Производитель стальных бесшовных труб в Казахстане / *Продукция [Электронный ресурс]*. – URL: http://www.kspsteel.kz/ru/product/zagotovka_nepreryvnolitaya_kvadratnaya.html [дата обращения 02.03.2019].

3 **Великий, А. Б.** Влияние электромагнитного перемешивания на структуру и химическую неоднородность в сортовой непрерывнолитой заготовке / А. Б. Великий, А. С. Казаков, В. П. Филиппова и др. // *Вестник МГТУ им. Г.И. Носова*. – №4. – 2007. С. 37–40.

4 **Носоченко, О. В.** Уменьшение осевой ликвации элементов в непрерывнолитой заготовке при введении стальной ленты / О. В. Носоченко, О. Б. Исаев, Л. С. Лепихов и др. // *Сталь*. – №9. – 2003. – С. 42–44.

5 **Богомолов, А. В.** Улучшение структуры осевой зоны непрерывнолитых заготовок / А. В. Богомолов, П. О. Быков, А. Т. Канаев, Р. И. Сержанов // *Материалы I Международной Казахстанско-Российско-Японской научной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов» / ВКГТУ – Interactive Corp.* – МИСиС / Под ред. проф. Г.М. Мутанова. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2008. – С. 764.

6 **Быков, П. О.** Качество непрерывнолитых заготовок / П. О. Быков, Г. М. Никитин, Р. И. Сержанов, А. В. Богомолов, Ж. М. Иксан // Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана» / Мин-во образования и науки Республики Казахстан; Караганд. гос. техн. ун-т. Караганда, 2007. – С. 379-383.

7 **Быков, П. О.** Влияние пульсационной продувки на макроструктуру заготовок / П. О. Быков, М. Ж. Тусупбекова, И. Э. Штиль, А. О. Быков / Наука и техника. – 2008. – №1. – С. 17–21.

8 **Kittaka, S., Kanki, T., Watanabe, K., Miura, Y.** Ultrasonic methods of influence on the crystallization of metal // Nippon Steel Technical Report. – 2002. – № 86, July. P. 68–73 [на англ. яз.].

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА ДЕКОМПОЗИЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОСТУПАЮЩИХ АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО ГЛИНОЗЕМА

ЖЕКСЕНБИНОВА Т. Ш.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САУТОВ А. Е.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова г. Павлодар

Глинозем – это материал, который достаточно часто используется в промышленной сфере, который используют для производства многих полезных промышленных материалов. Известно, что крупность глинозема напрямую зависит от крупности гидроксида алюминия, получаемого на стадии разложения алюминатных растворов. Это обусловило необходимость поиска усовершенствованной технологии процесса декомпозиции, позволяющей уменьшить колебания крупности получаемого гидроксида алюминия до приемлемых значений. Разложение алюминатных растворов является одной из наиболее важных операций в производстве глинозема, так как имеет большое влияние на производительность и определяет качество глинозема. Поэтому процесс декомпозиции был в центре внимания исследований и получил хорошее развитие. Однако, результаты исследований противоречивы ввиду сложности процесса разложения и множества факторов влияющих на него [1].

Для удовлетворения потребностей глиноземных заводов (то есть для получения глинозема требуемого качества при высокой производительности) процесс кристаллизации нужно держать под эффективным контролем. Как результат, исследования аспектов кристаллизации стали темой номер один в глиноземной промышленности. Большинство исследований направлено на изучение строения алюминатных растворов и механизмов кристаллизации гидроксита из этих растворов.

Множество исследований посвящено оптимизации температурный режима передела. Он определяет интенсивность процесса и полноту выделения гидроксида алюминия. Нагрев алюминатного раствора равносильно уменьшению пересыщения его гидроокисью алюминия. Следовательно, стойкость раствора растет с температурой, а скорость разложения убывает. Лабораторные и заводские исследования показали, что растворы полнее разлагаются при температуре около 30 °С [2–3]. При более низких температурах стойкость алюминатных растворов увеличивается, что связывают с повышением их вязкости. В то же время при низких температурах в основном формируется тонкозернистый осадок, что приводит к получению некондиционного продукционного сырья. На производстве растворы разлагают, постепенно охлаждая раствор до 45–50 °С. Что позволяет обеспечивать получение фракционного состава глинозема соответствующего маркам ГК (глинозем крупнокристаллический) [4].

Декомпозиция является наиболее важной стадией при производстве глинозема по способу Байера, поскольку от физико-химических свойств полученного гидроксида алюминия непосредственно зависит качество глинозема, а производительность этой стадии определяет экономику всего глиноземного производства.

Кинетика кристаллизации гидроксида алюминия из пересыщенных алюминатно-щелочных растворов и качество получаемого осадка определяются многими факторами. Важнейшими из них являются степень пересыщения и состав раствора. Значительное влияние оказывают температура, количество затравки (площадь поверхности затравочных кристаллов), воздействие различных физических факторов. Особо следует отметить влияние примесей (как растворимых, так и нерастворимых), которое проявляется на всех этапах кристаллизации.

Для получения крупнокристаллического осадка необходимо в процессе декомпозиции поддерживать небольшое пересыщение (т.е. при политермической кристаллизации охлаждать раствор медленно).

Гранулометрический (дисперсионный) состав гидроксида алюминия, от которого зависит гранулометрический состав и конечного продукта – глинозема [5]. Хорошим показателем можно считать состав с преобладающей (70–80 %) фракцией «–50–100 мкм».

Наличие мелких фракций приводит, прежде всего, к пылению при транспортировке глинозема и загрузки его в рабочую зону электролизера. Сильное пыление происходит при разрушении корки под действием горячих газов и десорбции влаги из более холодных слоев глинозема. Возникают «гейзеры» глиноземной пыли. Это увеличивает потери глинозема и ухудшает экологическую ситуацию. Пыление осуществляется, главным образом, за счет фракций мельче 45 мкм (–45 мкм). Повышение содержания фракций –45 мкм увеличивает время растворения глинозема в электролите, ухудшает его адсорбционную способность при нахождении на корке и в сухой газоочистке, увеличивает время образования корки, ее теплопроводность и уменьшает прочность. Наилучшая для электролиза крупность глинозема – средний размер частиц должен быть не менее 70 мкм, а содержание фракций –45 мкм не более 25 %.

Декомпозиция должна проходить при постепенно понижающейся температуре. Так как естественное охлаждение не обеспечивает нужного температурного режима, то применяют искусственное охлаждение, используя специальную аппаратуру.

Для снижения температуры алюминатного раствора перед декомпозицией применяется процесс быстрого охлаждения раствора путем вскипания под вакуумом. Основную массу потока алюминатного раствора (–90 %) подвергают охлаждению до температуры 65–70 °С. В промышленных условиях используются, в основном, 2 способа охлаждения алюминатного раствора [6]:

- в теплообменниках (трубчатых, пластинчатых или спиральных), охлаждением через стенку холодной водой;
- в самоиспарителях, охлаждением раствора за счет вскипания его под вакуумом.

Понижение температуры вызывает образование мелкозернистой гидроокиси алюминия. На декомпозицию поступает алюминатный раствор ветви спекания с температурой 95 °С. Использование алюминатного раствора при такой температуре снижает производительность процесса декомпозиции и поэтому для увеличения производительности необходимо снизить температуру до 59–60 °С. На сегодняшний день алюминатный раствор охлаждается самоиспарителями и бароомоконденсаторами, которые с охлаждением

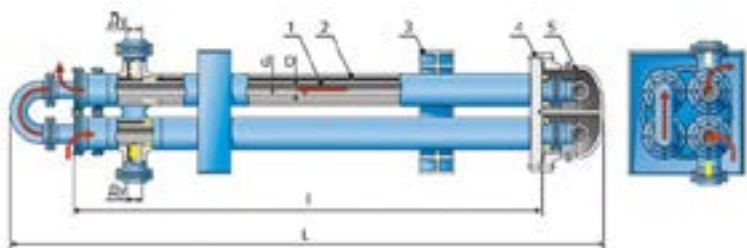
одновременно позволяют создавать нужное давление. Кроме того, на декомпозиер поступает пульпа с ветви Байера 93 °С. Гидратная пульпа охлаждается теплообменниками типа Alfa Laval, но при этом она не выдерживает нужную температуру для оптимального прохождения процесса. Решением данной проблемы предлагается заменить теплообменники типа Alfa Laval на теплообменник конструкции типа «труба в трубе» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Теплообменник конструкции типа «труба в трубе»

При охлаждении алюминатного раствора в теплообменниках труба в трубе процесс осуществляется следующим образом. Патрубком (или внутри трубы) падают алюминатный раствор. В межтрубном пространстве (по второй трубе) падают холодную оборотную или подшламовую воду. Теплообмен между раствором и водой осуществляется через стенку (трубы) и зависит от чистоты поверхности.

Конструкция теплообменника типа «труба в трубе» представлена на рисунке 2.



1 – труба теплообменная; 2 – труба кожуховая; 3 – опора;
4 – решетка кожуховых труб; 5 – камера

Рисунок 2 – Конструкция теплообменника типа «труба в трубе»

Теплообменник типа «труба в трубе» включает несколько расположенных друг под другом элементов, причем каждый элемент из двух труб: наружный – 2 большого диаметра и расположенный внутри нее трубы – 1. Внутренние трубы элементов соединения между собой последовательно; также связаны между собой и наружные трубы. Для возможности очистки внутренние трубы соединяют при помощи съемных калачей L.

Отфильтрованный алюминатный раствор насосами подают в вакуум-охладительные установки и теплообменники труба в трубе. Тепло охлаждаемого алюминатного раствора используют для нагрева маточного раствора. Охлажденный алюминатный раствор поступает в баки, откуда его насосами качают в головные аппараты батарей декомпозиеров, туда же подают затравочную пульпу.

Часть охлажденного алюминатного раствора направляют на репульпацию кека затравочных фильтров для получения затравочной пульпы.

Кристаллизацию гидроксида из алюминатно-щелочных растворов осуществляют в аппаратах – декомпозиерах, соединенных последовательно в батарее декомпозиеров.

При движении пульпы от первого декомпозиера к последнему идет процесс кристаллизации гидроксида из раствора. Для увеличения скорости процесса в первых пяти декомпозиерах ведут интенсивное охлаждение пульпы с помощью водяных рубашек, смонтированных на транспортных и перемешивающих аэролифтах. Частичное охлаждение пульпы идет через корпус декомпозиеров.

Для получения крупнозернистого глинозема планируются экспериментальные исследования. В ходе исследований будет определять дисперсный состав гидроксида алюминия при различном

времени выкрутки и прочность кристаллов, которую измеряют по методике теста Форсита-Хертвига.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Ахметов, А. С., Таскарина, А. Ж.** Влияние гранулометрического состава на качество товарного глинозема // Международная научная конференция молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVIII Сатпаевские чтения. – Т. 18. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2018. – С. 203–210.

2 The application of additives in the precipitation of bayer sodium aluminate liquors / Lu Zijian // *Light Metals*, 2004. – P.77–80.

3 Attrition behaviour of laboratory calcined alumina from various hydrates and its influence on sg alumina quality and calcination design/ A. Saatci // *Light Metals*, 2004. – P. 81–86.

4 **Rosenberg, O., Steven, P.** Layered double hydroxides in the Bayer process: past, present and future / Steven P. Rosenberg, Lyndon Armstrong // *Light Metals*, 2005. – P. 157–161.

5 Kinetics of crystallization in sodium aluminate liquors / Qun Zhao // *Light Metals*, 2004. – P. 71–75.

6 **Ибрагимов, А. Т., Будон, С. В.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар, 2010. – 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА НА КАЧЕСТВО ВЫПУСКАЕМЫХ ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ НА АО «КЭЗ»

ЖУСУПБАЕВ Д. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АХМЕДЬЯНОВА Г. К.

магистр химии, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОШАНОВА Т. Н.

магистр техники, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АБДРАХМАНОВ Е. С.

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

На единственном в стране предприятии по производству первичного алюминия методом электролиза – Казахстанском электролизном заводе постоянно улучшается технологический процесс и увеличивается производство. В условиях рынка алюминий должен

быть высококачественным и конкурентоспособным. Одним из основных факторов, влияющих на качество и производительность предприятия является улучшение качественных показателей обожженных анодов. Качество обожженных анодов зависит от качественных характеристик используемого сырья. Поэтому исследование влияния свойств пека и кокса на качество обожженных анодов – одна из важнейших научно-технических задач на предприятии.

Пек является связующим материалом при производстве «зеленых» анодов, в связи с этим исследование пека и его свойств является одной из приоритетных задач в производстве обожженных анодов на базе Казахстанского электролизного завода.

Ввиду своего химического состава и низкого содержания различных примесей каменноугольные пеки являются предпочтительным видом связующего для производства алюминия на анодном производстве Казахстанского электролизного завода.

Согласно источнику [1], каменноугольный пек является сложной смесью полициклических, ароматических и гетероциклических компонентов с алифатическими и функциональными группами. Как установлено химическими, физико-химическими и физическими методами исследований, пек представляет собой сложную гетерогенную систему высококонденсированных карбо- и гетероциклических соединений и продуктов их уплотнения, различающихся степенью ароматичности, составом, свойствами, молекулярной структурой, а, следовательно, и отношением к растворителям.

В связи с этим, для изучения свойств пека как самостоятельного продукта и как связующего электродной массы, к исследованию подвергают наряду с исходным пеком и его фракции – группы веществ, объединенных одинаковым отношением к определенным растворителям.

Согласно [1], основными факторами, влияющими на свойства каменноугольного пека, являются следующие:

- происхождение и качество угля, технология его коксования и свойства получаемой из него каменноугольной смолы;
- способ дистилляции смолы: периодический или непрерывный;
- содержание в пеке остаточных низкокипящих компонентов (коэффициент дистилляции);
- способ дополнительной обработки пека: окисление воздухом, термообработка, дистилляция при пониженном давлении.

Все составляющие каменноугольного пека можно разбить на три группы:

1) мальтены, или γ -вещества, растворимые в нейтральном эфире (смешанный раствор кристаллизующихся веществ, образующих вязкую маслообразную фазу);

2) асфальтены, или β -вещества, растворимые в толуоле, но нерастворимые в петралейном эфире (плавкое вещество черного цвета), эта часть может вытягиваться в нити;

3) нерастворимый остаток, или α -вещества, нерастворимые в толуоле (неплавкий и непластичный порошок черного цвета). При температуре размягчения пека 63–70 °С выход α -составляющей части около 25 %; β -составляющей 41 % и γ -составляющей 34 %.

Согласно источнику [2], важнейшими свойствами пека, как связующего, являются:

- сродство к наполнителю;
- смачиваемость кокса;
- относительно низкая стоимость и доступность в больших объемах;
- низкое содержание золы и серы;
- равномерный выход летучих веществ во всем диапазоне температур обжига анодов;
- формирование устойчивой к окислению матрицы.

В источнике [3], описана технология производства металлургического кокса в коксовой печи, которые объединяются в группы и представляют собой коксовые батареи, где газы, выделяемые при прокатке кокса, осаждаются и из полученной каменноугольной смолы путем дистилляции в ректификационной колонне получаем каменноугольный пек.

Согласно источнику [4], в настоящее время каменноугольный пек транспортируется и хранится, преимущественно, в жидком состоянии, что обусловлено требованиями безопасности и охраны здоровья. Пыль, образующаяся при транспортировке твердого пека, опасна для здоровья, вызывает раздражение кожных покровов и глаз, а также может спровоцировать серьезные заболевания.

Немаловажным является то, что жидкий пек легче транспортировать по трубопроводам, существенно снижается количество потерь, перед вводом в процесс.

Качество пека определяется набором физических и химических свойств, которые влияют на эксплуатационное качество анодов.

По источнику [1], наиболее важными для технологических целей свойствами пека, как приведено в таблице 1, являются плотность, вязкость, поверхностное натяжение, смачиваемость,

термостабильность, спекаемость, содержание примесей, а также способность давать коксовый остаток. Эти свойства у пеков с разной температурой размягчения не одинаковы и зависят от качества сырья и условий получения пека. На физико-химические свойства среднетемпературного пека в основном влияют состав смолы и условия ее дистилляции. Качественные показатели пеков с высокой температурой размягчения зависят от метода и технологии получения пека, в первую очередь от степени термического воздействия.

Таблица 1 – Свойства пека, определяющие его качество

Свойства	Метод	Единица измерения	Значение
Содержание влаги	ISO 5939	%	0-0,2
Дистилляты 0-270°	AKK 109	%	0,1-0,6
Дистилляты 0-360°	AKK 109	%	3-8
Температура размягчения	ASTM D3104-87	°	110-115
Вязкость при 140°	ASTM D4402-87	сПз	3,000-12,000
Вязкость при 160°	ASTM D4402-87	сПз	1,000-2,000
Вязкость при 180°	ASTM D4402-87	сПз	200-500
Плотность в воде	ISO 6999	кг/дм ³	1,30-1,33
Коксовое число	ISO 6998	%	56-60
Вещества нерастворимые в хинолине	ISO 6791	%	7-15
Вещества нерастворимые в толуоле	ISO 6376	%	26-34
Зольность	DIN 51903	%	0,1-0,2

К примесям по ISO 12980 относятся такие элементы, как: *S, Na, Ca, Mg, Ca, Cl, Al, Fe, Zn, и Pb*. Их содержание в пеке строго регламентированы.

Как и на всех зарубежных заводах, на Казахстанском электролизном заводе в настоящее время обожженные аноды изготавливаются с использованием пека с температурой размягчения 100–125 °С по Меттлеру.

Весь поступающий на завод пек, по партиям подвергается лабораторным анализам, для определения качественных характеристик и подбора оптимального количества для дозирования при смешении анодной массы перед прессованием. В ходе анализа определяются температура размягчения, вязкость и количество веществ нерастворимых в хинолине и в толуоле. Немаловажным является и определение коксового остатка.

Проведя анализ влияния качественных характеристик пека на качество обожженных анодов за период январь-сентябрь 2017 г., было выявлено, что ухудшение качественных показателей обожженных анодов может напрямую зависеть от качества пека.

За этот период заметно ухудшились качественные характеристики завозимого с г. Темиртау пека, такие, как температура размягчения, коксовый остаток, вязкость, содержание веществ нерастворимых в толуоле и в хинолине. Вместе с ним и ухудшились качественные показатели обожженных анодов, как заметное снижение кажущейся и истинной плотностей анодов, увеличение удельного электросопротивления, снижение прочности анодов на изгиб.

Выводы

1 Исходя из проведенного выше сравнительного анализа, можно с уверенностью говорить о прямой зависимости качества обожженных анодов от качественных характеристик и свойств пека.

2 Снижение упомянутых выше характеристик анодов приводит к ухудшению качества алюминия в серии электролиза, увеличению расхода анодов на тонну алюминия, снижению выхода по току металла, что в конечном итоге выливается в экономические потери.

3 Повышение расхода пека, увеличивает количество трещин в анодах, пены в электролизерах и повышает себестоимость анодов и первичного алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Hulse, K. L.** Производство анодов. Сырье, состав и технологические параметры. – Красноярск : Классик центр, 2004. – 452 с.

2 **Привалов, В. Е., Степаненко, М. А.** Каменноугольный пек. – Москва, Изд-во: «Металлургия», 1981. 208 с.

3 **Халс, К.** Производство анодов, R&D Carbon Ltd. Sierre, Switzerland, Publication, 1st edition 2000

4 **Янко, Э. Я.** Аноды алюминиевых электролизеров.– М. : Издательский дом «Руда и металлы», 2001

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА АЛЮМИНАТНЫХ РАСТВОРОВ

ҚАБДРАХМАН А. Қ.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТОҚСАНБАЙ Р. Н.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, ассоц. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Основным промежуточным продуктом стадии выпаривания в производстве глинозема по способу Байера является оборотный алюминатный раствор. Поэтому знание строения, состава и основных физико-химических свойств этого раствора необходимо для разработки эффективного и надежно работающего технологического оборудования и для управления им.

Основные компоненты алюминатных растворов алюминат натрия и едкий натр. В них имеются примеси карбонатной соды, сульфатов, кремния, ванадия, фосфора, железа, галлия, органических веществ и др. [1].

Для удобства расчетов и по традиции, содержание компонентов в алюминатных растворах выражают концентрацией окислов в граммах на литр. Например, считается, что раствор состава 65 г/л Al_2O_3 , 170 г/л Na_2O , 150 г/л Na_2O_k , 20 г/л Na_2O_y и 1 г/л SiO_2 содержит 65 г/л двуокиси алюминия, 170 г/л общей щелочи, 150 г/л каустической щелочи, 20 г/л углеродистой (карбонатной) щелочи и 1 г/л силикатов. При этом, различают следующие виды щелочи: общую, каустическую и углеродистую. Концентрацию углеродистой щелочи часто выражают в процентах соды, определяемых как процентная доля углеродистой щелочи от общей. Смеси алюминатных растворов с твердой фазой в пульпе характеризуют отношением жидкой и твердой фаз – ж:т или содержанием твердого в растворе в граммах на литр.

Поскольку алюминатные растворы на различных переделах глиноземного производства имеют различное соотношение каустической щелочи и окиси алюминия, важной характеристикой их является каустический модуль, представляющий собой молярное отношение концентраций двуокиси натрия и окиси алюминия. Различают общий и каустический модули раствора [2].

Общий модуль раствора

$$\alpha_0 = 1,645 \frac{Na_2O_0}{Al_2O_3}$$

Каустический модуль раствора

$$\alpha_k = 1,645 \frac{Na_2O_k}{Al_2O_3}$$

Поведение растворов алюмината натрия весьма своеобразно и не похоже на поведение растворов других солей. Основная особенность алюминатных растворов состоит в том, что растворы одного и того же состава могут быть устойчивыми и неустойчивыми в зависимости от температуры; для растворов различной концентрации при одной и той же температуре характерны различные модули раствора, при которых растворы становятся устойчивыми.

Особенности алюминатных растворов обусловлены спецификой их строения, выяснение которого составляет одну из главных проблем химии алюминия и теории получения глинозема щелочными способами. До последних пор не было единого взгляда на то, являются ли эти растворы коллоидными или истинными. Отсутствие единого взгляда на природу и строение алюминатных растворов вызвано противоречивостью опытных данных. По утверждению А. И. Лайнера и его сотрудников [3], в литературе нет убедительных доказательств против смешанной теории, т.е. против наличия в растворе коллоидных частиц наряду с ионами. Вместе с тем, отсутствуют также достаточно твердые доказательства наличия этих коллоидных частиц.

Наиболее достоверные данные по свойствам алюминатных растворов убедительно согласуются с их ионной природой, что соответствует современным представлениям. Согласно которым этот раствор является истинным (ионным), в котором большая часть алюминия находится в форме алюмината натрия. Однако, некоторое количество гидроокиси алюминия может присутствовать в растворе в виде золя. В то же время, с полной ясностью вопрос о составе и структуре алюминатных растворов не решен [4].

В промышленных алюминатных растворах, кроме основных компонентов, всегда содержатся примеси, влияющие на их свойства и стойкость. Основной примесью является карбонатная сода, повышающая стойкость алюминатных растворов. При увеличении содержания соды в растворе, равновесная концентрация алюминия

повышающая, т.е. наличие соды играет негативную роль при декомпозиции растворов.

Карбонаты в процесс получения глинозема поступают с бокситами и при их разложении переходят в карбонатную соду. Выводятся они при выпаривании в виде «рыжей соды», которая кристаллизуется из упариваемого раствора, отделяется от него и отводится на стадию спекания. Рыжей эта сода называется потому, что вместе с ней из растворов выделяются органические вещества, придающие ей рыжий цвет.

При переработке алюминатных растворов важную роль играет кремний. В ходе разложения бокситов, кремнезем вначале растворяется в растворе, а затем кристаллизуется в виде гидроалюмосиликата натрия (ГАСН). Химический состав ГАСН непостоянен и зависит от температуры, состава и концентрации алюминатного раствора и соответствует следующей условной химической формуле: $n Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (1,4-2,0) SiO_2 \cdot x H_2O$.

В алюминатных растворах имеются также соединения железа, титана, серы и других компонентов. Сера находится в них в виде сульфатов и сульфидов. Наличие сульфидной серы увеличивает коррозию оборудования, ускоряет износ теплообменных трубок выпарных аппаратов [5]. Присутствие сульфид-, сульфат- и других ионов серы замедляет разложение алюминатных растворов, увеличивает их вязкость и плотность.

Органические вещества попадают в алюминатные растворы из бокситов, в которых они содержатся в форме гуминов и битумов. Они реагируют со щелочами, образуя различные соединения щелочных гуматов, превращающихся в легко растворимый оксалат натрия и в смолистые вещества, дающие с едкой щелочью коллоидные растворы. Хотя содержание органических веществ в бокситах невелико, в растворах они накапливаются в значительном количестве. Органические вещества оказывают вредное влияние при получении глинозема, вследствие заметного увеличения вязкости. Из-за них замедляется процесс декомпозиции, уменьшается размер кристаллов гидроокиси алюминия [6]. Органика ухудшает работу выпарных аппаратов, затрудняет кристаллизацию соды, приводит к пенообразованию [7].

Содержащиеся в алюминатных растворах органические вещества удаляются из процесса на разных переделах с отфильтрованными осадками: красным шламом, гидроокисью алюминия и «рыжей содой». При этом наилучшая адсорбционная способность у соды, на кристаллах которой выделяется оксалат натрия [8]. Растворимость этой соли

значительно ниже, чем у карбоната натрия: содержание ее в растворе достигает нескольких граммов в литре. Она выделяется в виде очень тонких вытянутых кристаллов, в виде шаров, пучков, метелок.

Рассмотрим поведение примесей, присутствующих в алюминатных растворах, и их влияние на показатели процесса выпаривания. Среди них основными являются: кремнезем, карбонат и сульфат натрия, органика. Характер растворимости кремния определяют выбор направления движения раствора на выпарной батарее: прямоток или противоток. Кремний выделяется в виде ГАСН, растворимость которого растет с увеличением концентраций щелочи (вследствие растворения в нем) и алюминия. С ростом температуры, растворимость ГАСН уменьшается. Наиболее глубоко обескремнивание растворов происходит при нагреве до 150–170 °С. Поэтому наиболее предпочтительно выпаривание алюминатных растворов в противоточных батареях.

Алюминатные растворы всегда содержат карбонат и сульфат натрия. При выпаривании с увеличением концентрации щелочи начинается кристаллизация этих солей. По данным Ф. И. Цимбала [9] растворимость соды резко уменьшается с ростом концентрации раствора и, после достижения 240–250 г/л по Na_2O_k , начинается ее кристаллизация [4].

При выделении соды вязкость алюминатного раствора существенно влияет на форму, величину и дисперсность кристаллов. В упаренном при низкой температуре под вакуумом вязком растворе образуются мелкие кристаллы соды. Они медленно отстаиваются и плохо отделяются от раствора. При упаривании того же раствора при атмосферном давлении, т.е. при большой температуре, выделяются гораздо более крупные кристаллы, хорошо отстаиваемые и отделяемые от раствора. При этом в растворе остается на 1–2 % меньше соды. К увеличению вязкости алюминатных растворов ведет присутствие в них органических веществ, о чем говорилось выше. Органические вещества, накапливаясь в алюминатных растворах, препятствуют образованию и росту кристаллов.

Выделение соды из алюминатных растворов происходит, в зависимости от температуры в различном виде. Карбонат натрия кристаллизуется в виде моногидрата ($Na_2CO_3 \cdot H_2O$) при температуре до 107 °С, а при большей температуре в безводном виде. Отсюда следует, что при упаривании этого раствора в противоточных выпарных батареях и батареях смешанного тока, когда конечное концентрирование раствора осуществляется в первом или втором корпусах (при температурах 110–130 °С), карбонатная сода

кристаллизуется в безводном виде. При этом количество тепла, поглощаемого при кристаллизации соды, составляет 23,6 кДж (5,63 ккал) на моль Na_2CO_3 , а выделяющиеся кристаллы имеют плотность 2530 кг/м³.

При кристаллизации карбонатной соды из алюминатных растворов в них возникает по ней пересыщение. Однако, в ходе выделения кристаллов соды, пересыщение снимается лишь частично – на 30–40 %. В результате, из оборотных алюминатных растворов после кристаллизации и отделения «рыжей соды», сода продолжает выделяться из раствора во всех аппаратах и трубопроводах, где он находится, что значительно осложняет эксплуатацию. Существенно увеличить степень снятия пересыщения алюминатных растворов по соде можно путем увеличения концентрации твердой фазы при кристаллизации [10].

В заключение отметим, что при производстве глинозема по комбинированному способу Байер - спекание, существенные затруднения при выпаривании алюминатных растворов причиняет сульфат натрия. Его растворимость резко уменьшается с увеличением концентрации алюминатного раствора. Поэтому при выпаривании из концентрированных растворов выпадают осадки, обогащенные сульфатом натрия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Еремин, Н. И., Наумчик, А. Н., Казаков, В. Г.** Процессы и аппараты глиноземного производства – М.: Металлургия, 1980. – 360 с.
- 2 **Самарянова, Л. Б.** Технологические расчеты в производстве глинозема – М.: Металлургия, 1981. – 280 с.
- 3 **Логинова, И. В.** Технология производства глинозема: учебное пособие / И. В. Логинова, А. В. Кырчиков, Н. П. Пенюгалова; под общ. ред. проф. И. В. Логиновой – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 336 с.
- 4 **Логинова, И. В.** Производство глинозема и экономические расчеты в цветной металлургии: учебное пособие / И. В. Логинова, А. А. Шопперт, Д. А. Рогожников, А. В. Кырчиков – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2016. – 253 с.
- 5 **Сизяков, В. М.** Химико-технологические закономерности процессов спекания щелочных алюмосиликатов и гидрохимической переработки спеков // Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – Санкт-Петербург. – 2016. – 110 с.

6 **Шопперт, А. А.** Изучение кинетических закономерностей осаждения крупнодисперсного гидроксида алюминия из щелочно-алюминатного раствора при использовании солей алюминия в качестве затравки / И. В. Логинова, А. С. Ситшанва, Л.И.Чайкин // Вестник ИрГТУ. – № 5 (112). – 2016. – С. 159–167.

7 **Анашкин, В. С., Шемякин, В. С., Широкова, А. Г. и др.** Влияние органических веществ на технологический процесс Байера и качество получаемых продуктов // Материалы VII конф. «Алюминий Урала-2002». – Краснотурьинск, – 2003. – С. 151–153.

8 **Широкова, А. Г., Анашкин, В. С. и др.** Органические кислоты в растворах глиноземного производства // Сб. докл. VIII конф. «Алюминий Урала-2003». – Краснотурьинск, 2003. – С. 55–56.

9 **Пересторонин, А. В.** Кристаллизация соды из алюминатных растворов / А. В. Пересторонин, А. Н. Федяев, А. В. Панов, Е. А. Власов, В. М. Ронкин // Известия СПбГТИ(ТУ). – № 24 (50). – 2014. – С. 18–21.

10 **Волк, Г. М.** Исследование эффективности ультразвукового метода снижения скорости образования накипи в паяных пластинчатых теплообменниках / Г. М. Волк, В. З. Галутин, В. П. Мелихова В. П. Фролов, С. Н. Щербак // Энергосбережение. – № 2. – 2003. – 25 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОГО ФЕРРОХРОМА

КАЛИАКПАРОВ А. Г.

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

КАСЕНОВ А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Анализ рынка производства ферросплавов показал, что на первом месте по запасам хромита стоит ЮАР (имеет 76 % от мировых разведанных запасов), на втором – Казахстан (около 9 % мировых запасов), на третьем месте – Зимбабве (6 % запасов мира). Ежегодно в мире производится около 35–40 млн. тонн ферросплавов. Основным сегментом среди производимых ферросплавов является феррохром, доля в объемах производства которого в мире составляет 24 %, вместе вышперечисленные ферросплавы занимают более 78 % мирового производства.

Однако по объему, качеству и сортаменту выпускаемых ферросплавов промышленность Казахстана отстает по целому

ряду параметров: удельному расходу электроэнергии, извлечению ведущих элементов, уровню экологической чистоты, основным параметрам плавильных агрегатов.

Актуальным является повышение качества получаемых феррохромов и снижение технико-экономических затрат на производство. Качественные характеристики углеродистых восстановителей оказывают различное влияние на технико-экономические показатели выплавки различных марок ферросплавов.

Качество ферросплавов характеризуется содержанием и пределами колебаний ведущего элемента, концентрацией регламентируемых сопутствующих примесей (С, S, P, цветные металлу, N и др.), гранулометрическим составом, плотностью, состоянием поверхности кусков, температурой плавления, содержанием неметаллических включений, кислорода, водорода и др. В связи с этим стандарты на ферросплавы нормируют содержание примесей. В первую очередь это относится к фосфору, сере и углероду. В настоящее время в стандарты на ферросплавы введены нормы содержания вредных примесей, которые приведены в таблице 1. В нашем случае требования, предъявляемые к высокоуглеродистому феррохрому указаны в данной таблице.

Таблица 1 – Требования предъявляемые к высокоуглеродистому феррохрому согласно международным стандартам [1]

Феррохром высокоуглеродистый					
Марка (ГОСТ)	Массовая доля, %				
	Cг	C	Si	P	S
ФХ650А	65,0	6,5	2,0	0,03	0,06
ФХ650Б	65,0	6,5	2,0	0,05	0,08
ФХ800А	65,0	8,0	2,0	0,03	0,06
ФХ800Б	65,0	8,0	2,0	0,05	0,08
ФХ850А	65,0	8,5	2,0	0,03	0,05
ФХ850Б	65,0	8,5	2,0	0,05	0,08
ФХ900А	65,0	9,0	2,0	0,03	0,04
ФХ900Б	65,0	9,0	2,0	0,05	0,06

Высокое содержание примесей а именно фосфора в феррохроме влияет на хладноломкость металла. Влияние его проявляется тем сильнее, чем богаче металл углеродом. Фосфор резко снижает механические свойства стали и может сделать ее совершенно непригодной при низких температурах вследствие явления

хладноломкости. Поэтому содержание фосфора в стали ограничивается 0,05 % и часто ниже.

В настоящее время на металлургических предприятиях для производства различных марок ферросплавов в качестве восстановителей используются различные материалы. Основным восстановителем при выплавке ферросплавов длительное время остается кокс различных марок. Наиболее широкое распространение в практике металлургического производства находят кремний и алюминий.

В зависимости от вида восстановителя способы производства ферросплавов подразделяются на силикотермический, алюмотермический и углетермический. Углетермический способ лежит в основе производства наиболее массовых (крупнотоннажных) ферросплавов: сплавов кремния, марганца и хрома. Как известно метод восстановления окислов углеродом является одним из лучших и экономичных [2].

К углеродистым восстановителям металлургические производства предъявляют различные требования [2–4].

В частности при производстве таких сплавов, как феррохром, ферросилиций и ферросиликомарганец к восстановителям требования следующие:

- высокая реакционная способность и высокое электросопротивление;
- низкое содержание золы и летучих;
- низкое содержание вредных примесей (сера, фосфор).

Фосфор в коксе содержится в незначительных количествах 0,02 %. Наличие фосфора в коксе при таком его содержании практически не отражается на показателях плавки. Оно может иметь значение лишь при выплавке особо чистых по фосфору металлов, имея в виду, что в печи фосфор полностью восстанавливается и переходит в феррохром.

Как было отмечено при производстве ферросплавов углетермическим восстановлением коксовый орешек принят, как основной восстановитель. Однако он имеет и недостатки. Так, его низкие показатели реакционной способности и электросопротивления ведут к неполному использованию возможностей печных агрегатов и к повышенному расходу электроэнергии.

Все процессы электротермии делят на две большие группы: бесшлаковые и шлаковые. Производство высокоуглеродистого феррохрома относится к шлаковым процессам, в которых углеродистый восстановитель занимает 38–48 % объема шихты.

В этих процессах реакции восстановления идут в основном на поверхности рудных компонентов или в расплаве на границе с твердым углеродом. При выплавке феррохрома преобладающую роль играют процессы смачивания углерода металлом и шлаком, а также растворения углерода в металле.

В последние десятилетия большое внимание уделяется подбору и испытанию новых эффективных углеродистых восстановителей для производства ферросплавов. Одним из простых и наиболее близким к практическому осуществлению вариантов расширения сырьевой базы углеродистых восстановителей может оказаться замена общепринятого использования кокса орешка на кокс производства КНР.

В отечественной и зарубежной практике этот вопрос пока не имеет оптимального и общепризнанного решения ни в теоретическом, ни в практическом аспектах. Одной из причин сложившегося положения можно считать отсутствие единых взглядов на проблему специальных видов восстановителя.

Качество кокса определяется его техническим составом, а также физико-химическими и физико-механическими свойствами. Для суждения о качестве кокса принимают во внимание: а) содержание углерода; б) содержание летучих веществ; в) содержание золы; г) содержание влаги; д) содержание вредных примесей – серы и фосфора.

Содержание в коксе минеральных примесей, т.е. золы, зависит от содержания золы в угле, поступающем на коксование. Золы в коксе всегда бывает больше, чем в исходном угле, так как расход угля или концентрата на тонну кокса не опускается ниже 1,2 т.

Зола является нежелательной примесью кокса, она уменьшает содержание углерода в коксе, требует добавочного расхода известняка для ошлакования и добавочного расхода тепла для расплавления шлака, получающегося из золы и флюса. Кроме того, в целом ряде случаев наличие в коксе золы оказывает вредное влияние на прочность кокса.

Количество серы в коксе в значительной степени определяется количеством ее в коксующихся углях. Содержащаяся в углях сера бывает трех типов: сера пиритная, сера сульфатная и сера органическая, т.е. сера, входящая в состав органической массы горючего. Последний вид серы во многих углях является преобладающим. При обогащении и коксовании в той или иной степени удаляется лишь пиритная и сульфатная сера; количество

органической серы остается без изменения. Поэтому чем выше содержание органической серы в углях, тем более сернистым будет получаться кокс.

Содержание фосфора в коксе обычно составляет 0,01% и в некоторых случаях поднимается до 0,05 %.

Обычно в коксе содержится 2–6 % влаги. Содержание такого количества влаги не причиняет никакого вреда, однако для обеспечения правильной дозировки кокса требуется строго постоянное содержание влаги. Поэтому значительные колебания влажности кокса, имеющие место в практике, крайне нежелательны.

Таблица 2 – Технический состав различных углеродистых восстановителей

Вид кокса	C, %	A, %	V, %	W, %	S, %	P, %
кокс КНР	66,3	27,9	4,7	0,7	0,37	0,015
кокс РФ	78,8	17,1	3,1	0,53	0,41	0,037
спец. кокс	67,2	16	13,2	3,15	0,33	0,025

Примечание: Кокс КНР – кокс Китайской Народной Республики; кокс РФ – кокс Российской Федерации

Как мы видим из таблицы 2 содержание фосфора в коксе производства КНР является наименьшим чем в других представленных восстановителях. Имея в виду, что в печи фосфор полностью восстанавливается и переходит в феррохром, логичным выглядит при выплавке высокоуглеродистого феррохрома с низким содержанием фосфора, использовать кокс производства КНР.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 4757-91(ИСО 5448-81) с 7.
- 2 Мизин, В. Г., Серов, Г. В. Углеродистые восстановители для ферросплавов. – М. : Металлургия, 1976. – 272 с.
- 3 Гасик, М. И., Лякшиев, Н. П., Емлин, Б. И. Теория и технология производства ферросплавов. – М. : Металлургия, 1988. – 784 с.
- 4 Нефедов, П. Я. О требованиях к качеству углеродистых восстановителей для процессов рудной электротермии // Кокс и химия. – 2000. – № 8. – С. 24–32.

РОЛЬ ПАЗОВ НА АНОДЕ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ АЛЮМИНИЯ

КОНУРОВ К. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АБДРАХМАНОВ Е. С.

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

Технический прогресс в алюминиевой промышленности за последние 50 лет сопровождался не только увеличением единичной мощности электролизёров, но и непрерывным повышением веса и геометрических размеров обожженных анодов. Вплоть до 80-х годов вес анодов удваивался каждые 10 лет, пока не достиг ~1200 кг. Дальнейшая эволюция сопровождалась увеличением числа анодов на электролизёрах при относительно стабильном их весе. Однако и при таких размерах анодов стали очевидны их недостатки:

- усиление сколов (особенно в углах) в результате термошока;
- затруднение эвакуации анодных газов из междуполусного зазора, особенно на электролизёрах большой мощности с идеальной магнитной компенсацией и небольшим МПР, что вызывало существенное повышение электрического сопротивления ванны.

В алюминиевом электролизёре на каждый килограмм алюминия образуется около $2,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$. При использовании анодов больших габаритов часть их рабочей поверхности покрывается газовой плёнкой толщиной порядка 1 см. По мере расширения площади плёнки происходит образование больших газовых пузырьков и их циклическое удаление из-под анода. При этом меняется площадь анодной поверхности, занятой не проводящей электрический ток газовой плёнкой, что сопровождается флуктуацией тока на отдельных анодах и МГД-нестабильностью.

Циклические выбросы больших газовых пузырьков инициируют вертикальные перемещения расплава и турбулизацию поверхность раздела металл-электролит. Возможное снижение выхода по току составляет за счёт этого 0,5 % и более [1].

Газовая плёнка в зависимости от типа электролизёра и особенностей технологии закрывает и изолирует от 35 до 60 % поверхности анода, вызывая дополнительный перепад напряжения на ванне от 50 до 150 мВ. С увеличением размеров анода и плотности тока эффект повышения сопротивления электролизёра, также как и

пузырьковой нестабильности, возрастает. Возрастает газонаполнение электролита в междуполусном зазоре. Для решения этой проблемы в 1993 году на одном из заводов фирмы Hydro Aluminium вместо увеличения размеров анода применили спаренную подвеску двух анодов на одном кронштейне типа «паук». Между анодами оставался узкий зазор. Тем самым удалось избежать отрицательного воздействия увеличения размеров анода на газодинамику при фактически вдвое увеличенном анодном блоке [2].

Несколько позднее была предложена идея нанесения со стороны рабочей поверхности анодов щелевидных пазов (Slots). Первоначально эта идея использовалась как средство для предотвращения растрескивания анодов в результате термошока при установке анодов на ванну. Позднее обнаружили дополнительные преимущества такого усовершенствования с точки зрения снижения перепада напряжения, МГД-неустойчивости, выхода по току [3]. С этого времени началось повсеместное внедрение этого усовершенствования, однако результаты его не всегда оказывались положительными. Испытано много конфигураций пазов, при этом наиболее важный признак их классификации основан на направлении прорезей - продольном или поперечном.

Поперечные пазы шириной 15–18 мм и глубиной $\sim 1/2$ высоты анода наносятся таким образом, что разделяют анод на три равные части. Высота пазов задаётся с учётом максимального уровня электролита минус МПР или может несколько превышать этот уровень. Повышенная высота паза приводит к появлению дополнительной поверхности, подверженной окислению CO_2 и O_2 , что увеличивает расход анодов нетто. Продольные пазы таких же размеров наносятся вдоль анода и также делят анод на равные секции. Испытывались пазы разной геометрии: горизонтальные, с уклоном, с двойным уклоном от центральной точки.

Выбор направления пазов зависит от того, какие задачи ставятся перед внедрением этого мероприятия. Как упоминалось выше, поперечные пазы используются для предотвращения термических напряжений и образования сколов. При этом каждая из трёх секций анода ведёт себя как отдельный анод. Аналогичным образом продольные пазы разрезают анод на узкие полосы, как правило, на три, каждая из которых работает как длинный узкий анод.

Продольные пазы с самого начала испытывались, как способ облегчить удаление пузырьков первичного газа с поверхности анода.

Соответственно газовая прослойка и омическое сопротивление в междуполосном зазоре должны быть уменьшены.

По заключению специалистов R&D Carbon Ltd (M.Meier, R.Perruchoud) нанесение пазов может производиться двумя способами [4]: (а) при формовании «зеленых» блоков путём установки специальных закладных пластин в виброформу и (б) путём прорезки с помощью циркулярных пил.

Аноды с пазами изменяют многие технологические характеристики электролизёров как в положительную, так и в отрицательную стороны. Наиболее быстрым и впечатляющим эффектом при установке анодов с пазами можно считать снижение шума, а именно флуктуации сопротивления электролизёра. После срабатывания пазов уровень шума быстро возвращается к исходному состоянию. То же самое относится и к флуктуации тока на индивидуальных анодах. Результат получен и в промышленных условиях, при испытании группы электролизёров AP35 отмечено, что после замены стандартных анодов на аноды с пазами уровень нестабильности ванн снизился с 65 до 50 наноОм (Vanvoren C, Homsy P и др., Pechiney) [5].

На одном из заводов фирмы Alcoa установлено, что использование низкокачественных анодов, оснащенных пазами, привело к дестабилизации процесса электролиза за счёт образования неровностей на анодах и появлению большого количества угольной пены. Отмечено также сильное обгорание и осыпание боковых поверхностей анодов. Снижение выхода по току составило при этом 4 %, соответственно снизилась наработка металла. В то же время при использовании таких же анодов без пазов позволяло получить удовлетворительные результаты при электролизе. После прекращения нарезки пазов нормальный процесс электролиза восстановился [6].

Практика показывает, что для каждого типа электролизёра должна производиться тщательная подборка размеров паза и привязка параметров электролизёров к такой технологии. Часто аноды с одной и той же нарезкой пазов дают положительный результат на одном типе электролизёра и отрицательный на другом [7].

Влияние геометрии пазов изучалось фирмой R&D Carbon Ltd. на примере электролизёра мощностью 222 кА, количество анодов в ванне 20, размер анодов 1500x810x650 мм, расход электроэнергии 13,8 кВт ч/т, выход по току 95 %. Испытания проводились на анодах с глубиной пазов 150 и 300 мм. Средняя ширина паза 12–15 мм. Полученные результаты представлены в таблице 1 (M. Meier, R. Perruchoud) [8].

Таблица 1 – Снижение перепада напряжения как функция направления и глубины пазов в аноде

Направление паза	Глубина 150 мм	Глубина 300 мм
продольный	18 мВ	35 мВ
поперечный	10 мВ	20 мВ

Как видно из таблицы 1, продольные пазы более эффективны, чем поперечные. Если пазы наклонные и глубина их возрастает от периферии к центру, то анодные газы сбрасываются по пазам (как по каналам) к центру ванны. При этом они выталкивают потоки электролита от периферии к центру. Тем самым идет усиление циркуляции, интенсивное перемешивание электролита и усреднение в нём концентрации глинозёма без усиления шумов и окисления металла. Очевидно, что время жизни паза распространяется на всю его глубину и в этот период снижается перепад напряжения. Что касается влияния на выход по току, то в этом случае имеет место компромисс между двумя противоположно действующими факторами. Повышенная растворимость глинозёма и меньший уровень нестабильности ванны способствуют повышению выхода по току. С другой стороны, повышенное образование угольной пены потенциально приводит к снижению этого показателя. Последний фактор весьма значим при плохом качестве анодов.

По данным G. Bearne с соавт. (New Zealand Al Smelter) на электролизёрах различной мощности покрытие поверхности анода газовой плёнкой составляет от 37 до 58 %. Наличие продольных пазов снижает эти значения в среднем на 16 % и соответственно пузырьковое сопротивление в междуполосном зазоре. При высоте паза, равном половине расходуемой части анода, перепад напряжения снижается на 35–66 мВ. Определено также, что при увеличении высоты паза на 10 см (с 10 до 20 см) падение напряжения снижается на 20 мВ [9].

Другая задача устройства как поперечных, так и продольных пазов состоит в том, чтобы снизить среднюю скорость циркуляции электролита и его турбулизацию в граничной зоне металл-электролит. Это способствует снижению вторичного окисления металла, растворенного в электролите. Если сравнивать продольные и поперечные пазы, то можно увидеть, что скорость циркуляции и турбулизация электролита снижаются в большей степени при использовании продольных пазов. Даже по визуальной оценке электролизёр ОА с продольными пазами работает заметно спокойнее, с меньшей циркуляцией электролита и уровнем шума. Именно этим

обстоятельством можно объяснить, почему продольные пазы более эффективны с точки зрения повышения выхода по току.

В результате оснащения анода пазами вес его заметно уменьшается. Если это снижение веса не компенсируется повышением высоты анодного блока, объёмного веса или сокращением цикла замены анодов, то это приводит к недопустимому снижению толщины огарка и повышению содержания железа в металле. При использовании анодов указанных выше габаритов (1500x810x650 мм) с продольными пазами масса анода снижается ~ на 19 кг, а масса анодного огарка ~ на 30 кг, если не произведена соответствующая компенсация. В конечном счёте, это отражается на нетто расходе анодов от 5 до 15 кг на тонну Al.

Следует учесть и другую особенность использования анодов с пазами: образование «мягких» огарков при занижении толщины отработанного анода приводит к тому, что возврат таких огарков в анодное производство закладывает снижение качества вновь производимых партий анодов. Это, в свою очередь, потенциально снижает показатели производства в последующем.

Алюминиевые заводы крупнейшего производителя алюминия фирмы Alcoa, начиная с 1999 г, полностью переведены на использование анодов с пазами. Внедрение таких анодов практически не требует инвестиционных затрат и по информации этой фирмы даёт ощутимый эффект по выходу по току и расходу электроэнергии, повышает стабильность электролизёра.

Когда внедрение анодов с пазами на заводах Alcoa происходило в благоприятных условиях и с надлежащей подготовкой, то снижение перепада напряжения в междуполосном зазоре достигало 0,15 В. И это достигалось без ущерба выхода по току. Более того, с переходом на новую технологию выход по току повышался на 0,5 % и более, что подтверждается и опытом других предприятий. Это результат улучшения газодинамических условий удаления анодных газов и условий растворения глинозёма.

Следует отметить, что по мере срабатывания анода высота паза снижается, а ширина – увеличивается. К моменту полного исчезновения пазов эффект снижения пузырькового шума и флуктуации тока на индивидуальных анодах исчезает [10].

В Казахстане АО «Казахстанский электролизный завод» единственное предприятие не имеющее аналогов по производству алюминия. До 2014 года для технологического процесса производства алюминия АО «КЭЗ» приобретал зарубежные аноды, которые и применяются при электролизе алюминия. Начиная с 2014 года на базе

предприятия был открыт цех по производству электродов, благодаря бесперебойной работе которого завод самостоятельно обеспечивает себя анодами. С запуском на АО «Казахстанский электролизный завод» цеха по производству электродов в г. Павлодаре образован металлургический кластер с полным циклом производства: добыча бокситов, получение глинозёма, выработка «крылатого металла».

В рамках реализации инвестиционного проекта на АО «КЭЗ» устанавливается технологическая линия оборудования по нарезки пазов обожженного анода для лучшего отведения газов ваннах электролизера, что позволит израсходовать меньше электроэнергии. За счет чего образуется экономический эффект, снижения себестоимости продукта.

Таким образом, исследования по нанесению пазов и их влияние на качество обожженного анода являются актуальными, которые позволят добиться наименьшего процента брака, износ оборудования, и экономически рациональное использование расходных материалов

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Marcus, W. Meier.** Cracks. Cracking behavior of anodes. – 1998.
- 2 **Fischer W. K., Marcus W. Meier.** Cooling after green anodes forming. Light Metals. – 1999. – P. 547–554.
- 3 **Fischer, W. K., Marcus, W. Meier.** Advances in anode forming. – Light Metals. – 1999. – P. 541–546.
- 4 **Kirstine, L. Hulse.** Process adaptations for finer dust formulations: Mixing and forming. Article. – 2000.
- 5 **Kristine Louise Hulse.** Anode manufacture. Raw materials, formulation and processing parameters. – 2000.
- 6 **Francisco, E. O., Figueiredo, Ciro, R. Kato, Aluisio S. Nascimento, Alberto, O. F. Marques and Paulo Miotto** «Finer fines in anode formulation» Light Metals 2005.
- 7 **Francisco, E. O. Figueiredo.** Finer fines in anode formulation. Light Metals. – 2005. P. 665-668.
- 8 **Felix Keller, Peter O.Sulger.** Anode baking. – 2006.
- 9 Jean-Claude Fischer and Raymond Perruchoud. Prebaked Anodes for Aluminium Electrolysis. – 2014.
- 10 **Marcus, W. Meier.** Anodes – From the Raw Materials to the Pot Performance. – 2016.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРЫ КАК ОСНОВА ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

КУНАНБАЕВА К. Б.

преподаватель, кафедра «Экономика организации», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

На современном этапе развития металл как основной конструкционный материал обеспечивает производство и научно-техническое развитие отраслей народного хозяйства.

Черная металлургия одна из ключевых отраслей промышленности, крупнейшими потребителями которой является машиностроение, металлообработка, строительная индустрия, автомобилестроение, станкостроение, железнодорожный транспорт. Она включает добычу железной руды, обогащение и агломерация руд черных металлов, выплавку чугуна и стали, ферросплавов, производство огнеупоров, коксование угля, производства проката различного профиля и сплавов железа с другими металлами, вторичный передел черных металлов и др.

Современные тенденции развития черной металлургии на мировых рынках демонстрируют рост, так мировое производство и потребление стали в 2017 году, после стабилизации в 2016 году, возросло. По данным Исследовательского центра компании «Делойт» рост производительности стали и потребления стали составил 5,3 % и 3,6 % соответственно [1]. Рост производительности, частично, был обусловлен рекордным уровнем роста производства стали в Китае.

Индекс металлургического производства России в 2017 году, несмотря на рост отдельных видов продукции отрасли, после продолжительного снижения в 2016 году и в начале 2017 года, составил 96,4 %. В течении 2017 года в III квартале наблюдается улучшение показателей (+6.2 %), обусловленных благоприятной внешней и внутренней конъюнктурой. Однако в IV квартале произошло значительное падение темпов металлургического производства (-10,2 %) [1]. Улучшение внешней конъюнктуры посредством роста цен на сталь за рубежом позволяет выводить стоимость продукции из стали в России на уровень «экспортного паритета». Улучшение внутренней конъюнктуры через стимулирования развития смежных отраслей способствует росту спроса. Так, следует отметить, что в 2017 году внутренний рост был обеспечен со стороны строительной индустрии (в частности, крупные инфраструктурные проекты,

например, Керченский пролив, газопровод «Сила Сибири» и др.), машиностроительного комплекса, автомобильной промышленности.

Учитывая высокую зависимость темпов развития отрасли от внешних факторов, а также системообразующую роль черной металлургии, наряду с основными факторами размещения предприятий (высокая концентрация производства, производственное комбинирование, высокую материалоемкость и энергоемкость), целесообразно для повышения конкурентоспособности отрасли реализация кластерной политики. Мировой опыт формирования отраслевых металлургических кластеров свидетельствует о нарастающей жесткой конкуренции на мировых рынках черных металлов, а также тенденции интеграции, консолидации, поглощения и слияния в черной металлургии.

Для российского рынка черных металлов характерна высокая концентрация производства. В настоящее время 90 % производства стали России приходится на долю компании ЕВРАЗ, НЛМК, ПАО «Северсталь», ММК, «Металлоинвест» и «Мечел», которые суммарно произвели 64,7 млн. стали. Так, в России сформированные металлургические кластеры мирового масштаба, ядром которых являются крупные вертикально интегрированные холдинги [4]. Наличие собственной металлургической базы для страны определяет приоритетное развития отрасли, однако, несмотря на большое количество запасов железорудного сырья, страна уступает в содержании железа. Так, в отечественных в среднем составляет – 35 %, тогда как в высокосортных зарубежных – около 60 %. Вместе с тем металлургические комбинаты испытывают дефицит сырья, которая решается за счет импорта железорудного сырья и дальних перевозок [5]. Таким образом для отрасли характерен дефицит сырья. Наиболее обеспеченные сырьем металлургические базы – Сибирская и Уральская металлургическая база. Сырьевая база Центрального кластера кратно превышает его потребности в железной руде. В этой связи одним из приоритетных направлений в развитии металлургического кластера выделяют Дальневосточный металлургический кластер. По мнению авторов [5] «создание данного кластера позволит стабильно и надежно контролировать источники топлива и сырья отрасли, а также внутренний и внешний рынки металла в регионе. Он обеспечит минерально-сырьевую и экономическую безопасность не только удаленного от центра Дальнего Востока, но и в целом национальную безопасность и обороноспособность страны». Данный кластер будет способствовать

снижению технологической отсталости черной металлургии за счет эффективного использования инновационных технологий, эффективному использованию энергоресурсов, созданию новых рабочих мест, приближению экспортируемой металлопродукции к дальневосточным морским портам, сокращая транспортные издержки.

В современных условиях кластерная политика регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 июля 2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров» [2]. Реализация кластерной политики как приоритетное направление стимулирования металлургической продукции с высокой добавленной стоимостью с требованиями проектов по локализации производств и планами импортозамещения отмечается в Стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2030 года. Одним из возможных вариантов развития производств металлургической продукции с высокой добавленной стоимостью является создание промышленных кластеров, объединяющих производителей первичных металлов и дальнейших переделов. Примером создания подобного кластера в России является «алюминиевая долина», которая объединит Красноярский алюминиевый завод и предприятия края по глубокой переработке алюминия. Единая площадка позволит не только укрепить кооперационные связи между предприятиями и минимизировать логистические издержки, но и ускорить разработку новых материалов и сплавов, применение аддитивных технологий, проведение технико-внедренческой деятельности [3].

Согласно данным геоинформационной системы в настоящее время на территории России функционируют 29 кластеров, из них со средним уровнем организационного развития – 4, начальным уровнем организационного развития – 25. Кластеры со средним уровнем организационного развития [6]:

- Кластер «ЛИПЕЦКМАШ» (Липецкая область);
- Кластер «Фотоника» (Пермский край);
- Кластер «Фармацевтический кластер Пермского края»;
- Кластер «ЮУПСК «ПЛАНАР» (Челябинская область).

Среди этих кластеров стоит отметить «ЛИПЕЦКМАШ», ключевой специализацией которого является производство машин и оборудования (в т.ч. станков и спецтехники, подъемного и гидropневматического оборудования, роботов), где отрасль черная металлургия задействована как поставщик конструкционных

материалов. Среди кластеров начального уровня организационного развития стоит отметить машиностроительный кластер Республики Татарстан, Камский машиностроительный кластер, кластер высокотехнологичного машиностроения и приборостроения, кластер строительных технологий и материалов Республики Татарстан, промышленный кластер сельхоз машиностроения Пермского края, где системообразующая отрасль, черная металлургия, также выступает участником кластера.

Так, в настоящее время для развития металлургических кластеров существует несколько направлений развития:

– реализация кластерной политики в смежных отраслях, в том числе в приоритетных отраслях с высокой добавленной стоимостью, где роль черной металлургии заключается в поставке металлопродукции;

– реализация кластерной политики в сервисной металлургии. По сравнению с зарубежными компаниями система взаимоотношений комбинатов полного цикла с малыми предприятиями значительно уступает. Это связано с трудностями организации взаимодействия производителей и потребителей металла при помощи специальных рыночных структур – сервисных центров по обработке металла. В целях развития малого и среднего бизнеса с использованием металла, необходима специальная система коммуникации [1];

– реализация кластерной политики в области научно-технических разработок. Создании единой цепи производства продукции с высокой добавленной стоимостью от зарождения идеи до изготовления готовой продукции на основе взаимодействия научно-исследовательских институтов и предприятий черной металлургии.

Таким образом, особенность кластерной политики – инновационная ориентированность, а также пространственная расположенность. В современных условиях развития формирование конкурентных преимуществ осуществляется на уровне конкретных групп организаций, функционирующих на территории регионов, где высока концентрация взаимосвязанных отраслей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Обзор рынка черной металлургии. Исследовательский центр компании «Делойт» в СНГ [Электронный ресурс. Режим доступа: file:///C:/Users/admin/Downloads/Iron_and_steel_industry_report_2018_ru.pdf] (режим доступа: 04.03.2019)

2 Постановление Правительства Российской Федерации от 31 июля 2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров» [Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_183798/] (режим доступа: 04.03.2019)

3 Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 5 мая 2014 г. № 839 «Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года» [Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70595824/>] (режим доступа: 04.03.2019)

4 Государственный доклад «О состоянии и использовании минеральносырьевых ресурсов Российской Федерации в 2012 году». ООО Информационно-аналитический центр «Минерал», 2013. – С. 105–114; Минеральное сырье: от недр до рынка. Т. 3. Черные металлы. Легирующие металлы и неметаллы. – М.: Научный мир, 2011; Архипов Г.Н. Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. – М.: Горная книга, 2011.

5 Данилов Ю.Г., Григорьев В.П. Стратегия развития Дальневосточного металлургического кластера // ЭКО. – 2015- № 5. – С. 99-110.

6 Геоинформационная система: Индустриальные парки, технопарки и кластеры России [Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.gisip.ru/#!ru/>] (режим доступа: 04.03.2019).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

МАКЕЕВ В. О.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

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

Обеспечение надёжности эксплуатации и производственной безопасности объектов промышленной отрасли в современном обществе является важнейшей задачей. В современных условиях, при высоком уровне механизации и автоматизации производственных

процессов, производительность труда в промышленности, качество выпускаемой продукции и другие факторы производственной деятельности в большой степени зависят от состояния оборудования и, следовательно, от организации и техники его технического обслуживания, (ТО) в соответствии с функционирующей на данных предприятиях системой технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.

Надёжность прямо или косвенно влияет на эксплуатационные показатели работы машин и комплексов оборудования - показатели производительности, экономичности, рентабельности и др. Проблема повышения надёжности машин, механизмов и приборов относится к числу наиболее актуальных и важных проблем, возникших с развитием техники.

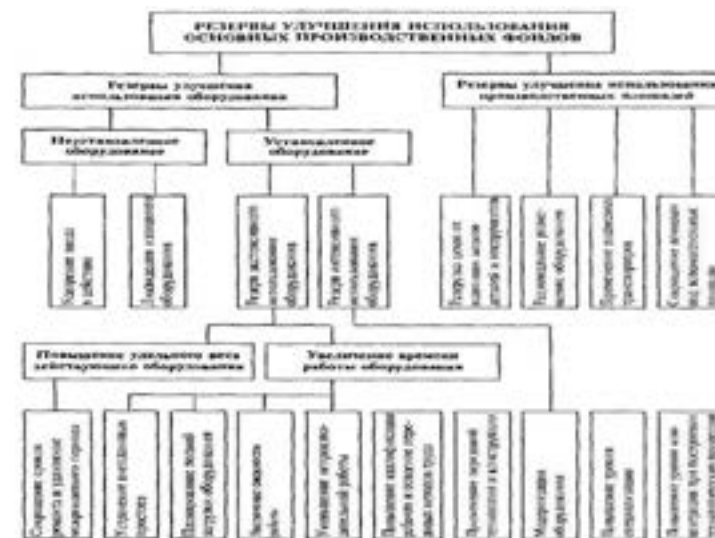


Рисунок 1 – Резервы улучшения использования основных производственных фондов



Рисунок 2 – Основные факторы влияющие на продолжительность ТО технологического оборудования

Изучив статистические данные, было предложено разделить основные причины сбоев на следующие группы:

- неисправности генераторов или нехватка мощности генерации электроэнергии (30 %);
- неисправности электрических сетей (29 %);
- ошибки собственного персонала (15 %);
- неисправности или неправильная эксплуатация оборудования (6 %);
- иные причины, вызванные погодными явлениями или другими непредвиденными обстоятельствами (20 %).

Основным критерием, с помощью которого можно прогнозировать остаточный ресурс оборудования и установить срок его безотказной работы без ремонта (особенно капитального), т.е. корректировка структуры ремонтного цикла, является техническая диагностика.

Производительность машин прямо-пропорциональна использованию их рабочего времени. А оно зависит от надежности машин, поддержание которой связано с простоями в текущем обслуживании и ремонте, что приводит к потерям рабочего времени.

Комплексными показателями, оценивающими эти свойства надежности, являются коэффициенты готовности (K_g) и технического использования ($K_{ти}$).

$$K_g = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{NT},$$

где K_g – коэффициент готовности;

t_i – (суммарное) время пребывания i -го объекта в работоспособном состоянии;

N – число объектов;

T – продолжительность эксплуатации, состоящая из последовательно чередующихся интервалов времени работы и восстановления (ремонта).

$$K_{ти} = \frac{T_{ож}}{T_{ож} + T_{прост} + T_{обсл}}$$

где $K_{ти}$ – коэффициент технического использования;

$T_{ож}$ – суммарная наработка всех объектов;

$T_{прост}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов;

$T_{обсл}$ – суммарное время простоев из-за планового и внепланового текущего обслуживания всех объектов.

$$K_{тэкс} = \frac{\sum_{i=1}^N E_i}{NT_{экс}}$$

где $T_{экс}$ – продолжительность эксплуатации, состоящей из интервалов времени работы, текущего обслуживания и ремонта.

Формула для расчета нормы продолжительности ремонтного цикла:

$$T_{сл.кр.} = T_{р.кр.} + \sum_{j=1}^n T_{п.тр.}_j + \sum_{z=1}^m T_{п.ср.}_z + T_{п.кр.}$$

где n – количество текущих ремонтов за ремонтный цикл;

m – количество средних ремонтов за ремонтный цикл.

Коэффициент готовности (Коэффициент эксплуатационной надежности):

$$K_g = T_o / (T_o - T_v),$$

где T_o – время наработки на отказ,

T_v – время восстановления работоспособности

Рассмотрев и изучив теоретические сведения, касающиеся надежности технологического оборудования и повышения эффективности технического обслуживания, было решено предложить следующие способы (методы):

Разработка и внедрение технической политики (Выполнение данного пункта позволит снять неопределённости при принятии решений на этапе проектных работ по обустройству месторождений, при принятии решений на этапе снабжения и подбора сервисных организаций для проведения ремонтов и ТОиР, для выбора поставщиков оборудования, запасных частей и инструментов, для подбора персонала);

Разработка и внедрение ключевых показателей эффективности (KPI) работы оборудования и изменение системы мотивации персонала с привязкой к достижению целевых показателей (производительность оборудования, коэффициент технической готовности, экономическая эффективность оборудования, доля затрат на ТОиР);

Реинжиниринг системы обучения и повышения квалификации производственного персонала;

Применение CALS-технологий (существенно сократит объёмы проектных работ для ремонтного процесса, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем, отремонтированных ранее, хранятся в унифицированных форматах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю технологий CALS. Одна и та же конструкторская документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация - адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл ремонтных работ);

Использование новых высокопрочных конструкционных материалов и технологий, обуславливающих высокую износостойкость деталей и узлов станка; планово-предупредительных ремонтов (ППР);

Оснащение оборудования датчиками и системами надзора и диагностики (мониторинга), которые распознают отклонения в работе и сигнализируют об этом прежде, чем наступит отказ. Такие системы могут быть использованы также при ремонте станка;

Принцип саморегулирования (непрерывная автоматическая подналадка, методы активного контроля деталей и методы компенсации износа шлифовальных кругов в станках. За последние

годы появился ряд оригинальных решений для автоматической подналадки станков с учетом процессов средней скорости и в первую очередь тепловых воздействий. К таким методам относятся температурная компенсация положения шпиндельной бабки, поддержание постоянной температуры масла в гидросистеме, равномерный подогрев стенок станины станка и другие методы.



Рисунок 3 – Диаграмма причин и следствий эксплуатации технологического оборудования

Как мы видим, образуется круг, состоящий из приведённых взаимосвязей, который как раз отражает влияние эксплуатации на производительность. Парадокс заключается в том, что, не смотря на свою простоту, такая ситуация встречается на подавляющем большинстве казахстанских компаний.

Причина наличия такого круга заключается в том, что производственный и ремонтный персонал смотрят на эту ситуацию с разных сторон. Они по-разному относятся к эксплуатации и производительности оборудования. Как известно, каждый работник концентрируется на том деле, которое он выполняет ежедневно. Оператор фокусирует внимание на максимальное производство продукта, ремонтник фокусирует внимание на устранение рисков

поломки оборудования. Аналогично и руководители, которые принимают решения, фокусируют внимание на том, что им более важно. Так как деньги в любую организацию приходят благодаря производству и реализации продукта, то руководители, принимающие решения, сфокусированы именно на производстве.

«Больше работаем – больше произведём – больше денег получим». Это традиционное представление о производстве. Это одна из вредных парадигм, препятствующих развитию технического обслуживания оборудования.

Надёжность прямо или косвенно влияет на эксплуатационные показатели работы машин и комплексов оборудования – показатели производительности, экономичности, рентабельности и др. Проблема повышения надёжности машин, механизмов и приборов относится к числу наиболее актуальных и важных проблем, возникших с развитием техники. Повышение качества машин, оборудования, приборов – жизненно важная необходимость. Задачи, стоящие перед различными отраслями промышленности: предусмотреть выпуск продукции с технически передовыми, высокими качественными показателями, увеличить производительность, экономичность, надёжность и долговечность машин и оборудования, увеличить моторесурс двигателей, повысить качество материалов и сырья.

Таким образом, для повышения технологической надёжности сложного высокопроизводительного оборудования намечается новая тенденция, которая заключается в применении автоматики для обеспечения длительного выполнения машиной своего служебного назначения в разнообразных условиях эксплуатации, в придании машинам новых качеств – автоматического восстановления утраченных функций и приспособления (адаптации) к изменениям окружающей среды. Развитие этих идей означает переход от пассивных методов решения проблемы технологической надёжности оборудования к активным.

Выводы

Были выявлены основные факторы, влияющие на продолжительность ТО технологического оборудования;

Предложены способы повышения эффективности ТО и надёжности технологического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Как эксплуатация оборудования влияет на производительность // LEANBASE Практика внедрения бережливого производства. 2017

г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://leanbase.ru/knowledgebase/kak-ehkspluataciya-oborudovaniya-vliyaet-na-proizvoditelnost/> [дата обращения 17.01.2019].

2 Методы повышения надёжности технических систем // Cyberpedia Информационный ресурс. 17 февраля 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberpedia.su/6x1993.html> [дата обращения 25.12.2018].

3 Повышение уровня надёжности оборудования в процессе эксплуатации // Энциклопедия Техники. 12 июля 2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://enciklopediya-tehniki.ru/promyshlennost-nadezhnost-i-diagnostika/povyshenie-urovnya-nadezhnosti-oborudovaniya-v-processe-ekspluatatsii.html> [дата обращения 08.02.2019].

4 Технологическая надёжность оборудования // Хелпикс.Орг. 19 мая 2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpiks.org/3-52545.html> [дата обращения 10.02.2019].

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ОПРАВОК НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ

МАЗДУБАЙ А. В.

PhD, асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОРЫМБАЕВА А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

РАХИМОВА А. К.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Одним из основных способов производства горячедеформированных бесшовных труб является прокатка на трубопрокатных агрегатах (ТПА) с непрерывным станом.

Агрегаты с непрерывным станом в силу их значительной мощности весьма перспективны для производства труб массового назначения. На раскатных станах производят трубы широкого сортамента и практически любого назначения: трубы нефтяного сортамента, обсадные, котельные, трубы из специальных сталей и сплавов, трубы для производства колец подшипников.

В связи с увеличением выпуска сортамента труб, повышением требований к качеству бесшовных труб необходимо дальнейшее развитие и совершенствование технологического процесса прокатки горячедеформированных бесшовных труб [1, с. 86–92].

Прошивная оправка является тяжело нагруженным рабочим инструментом прошивных станов поперечно-винтовой прокатки и непосредственно влияет на качество внутренней поверхности гильзы, что в свою очередь определяет качество получаемой трубы. Оправка подвергается циклическому воздействию высоких температур и удельных усилий при прошивке.

Водоохлаждаемые оправки, при некотором усложнении конструкции выходной стороны прошивного стана более эффективны, а их износостойкость вполне удовлетворительна. Однако, при прошивке легированных сталей она резко снижается и в некоторых случаях становится критической. Используемые для изготовления оправок конструкционные инструментальные стали не вполне удовлетворяют более жестким условиям эксплуатации, а известные способы увеличения их износостойкости не всегда эффективны.

Интенсивный износ оправки при прошивке легированных сталей наступает из-за пластической деформации ее носка, когда удельные усилия на контактной поверхности превышают сопротивление деформации материала оправки при температуре, до которой она разогревается. Трещины в виде сетки разгара образуются на оправке из-за термических напряжений циклического характера, появляющихся при нагреве во время прошивки и охлаждения, в паузах между проходами. Оплавление рабочей поверхности оправки и налипание металла характерно в основном при прошивке гильз из тугоплавких материалов и нержавеющей сталей.

Таким образом, одним из основных факторов определяющим стойкость оправок является уровень температуры и её распределение по объёму прошивного инструмента.

В связи с вышеизложенным, исследования направленные на увеличение износостойкости прошивных оправок являются весьма актуальной научно-технической задачей [2, с. 75–76].



Р



Рисунок 1 – Износ оправки

Основными видами износа оправок являются: сетка разгара, уменьшение диаметра, налипание металла, вмятины рабочей поверхности и обрывы. Наиболее характерным из них в производственной практике является уменьшение диаметра оправки. Описание соответствующего механизма изнашивания в технической литературе отсутствует. Сетка разгара образуется вследствие неравномерного нагрева инструмента за время контакта с гильзой и связана с циклическим действием знакопеременных термических напряжений. Анализ износа позволяет сделать вывод о том, что одним из основных факторов, определяющих стойкость оправок, является уровень температуры и её распределение по длине и сечению инструмента.

Местная выработка, истирание, задиры и вырывы металла из тела оправки являются характерными дефектами при прошивке заготовок из углеродистых, легированных, конструкционных и

высокопрочных сталей и сплавов. Основной причиной их появления являются значительное фрикционное воздействие оправки и деформируемого металла, а также неравномерное распределение контактных напряжений по длине оправки, приводящее к появлению сосредоточенных нагрузок на рабочую поверхность. Для устранения этих дефектов используют смазки и совершенствуют калибровку оправки. Однако, технологические смазки не нашли широкого промышленного применения, а среди многообразия калибровок наибольшее распространение получили оправки со сферическими и коническими рабочими поверхностями.

Пластической деформации на оправке чаще всего подвергается носок и участки, прилегающие к нему. По мнению авторов работы интенсивный износ оправки пластической деформацией наступает при превышении удельными усилиями на контактной поверхности сопротивления деформации материала оправки при температуре, на которую она разогревается. Известны конструктивные решения, позволяющие снизить износ оправки по этой причине и повисить срок её службы. Носок может быть изготовлен из более высокопрочного материала, чем основное тело оправки. Для повышения прочности и износостойкости оправки её поверхность подвергают упрочняющей обработке, например, лазером или нанесением защитного покрытия на основе тугоплавких металлов, которое играет роль теплового барьера, препятствующего разупрочнению материала оправки. Основной проблемой в этом случае является разработка состава и режимов нанесения покрытия, исключающих их разрушение и отставание от оправки при прошивке. Наилучшие результаты достигнуты при использовании сплава.

Наиболее простым способом устранения пластической деформации оправки считается подбор соответствующего материала для её изготовления, которой чаще всего осуществляется опытным путем. Широко распространенным материалом для оправок является инструментальная сталь 3Х2В8. Оправки из неё используют при производстве полых заготовок из углеродистых и легированных сталей. При получении нержавеющей гильз и труб применяют оправки из жаропрочных материалов, например на никелевой основе. Имеются сведения об использовании оправок из сплавов тугоплавких металлов: молибдена, вольфрама, а также псевдосплавов на никелевой основе с медью. В последнем случае медь выступает как разделитель между металлом заготовки и оправкой и обеспечивает самосмазываемость контактной поверхности.

Влияние технологических факторов процесса прошивки на стойкость оправок в технической литературе освещено недостаточно. Имеются сведения об увеличении износа с возрастанием выдвигания оправки за пережим, его уменьшению при использовании более высоких углов подачи и частоты вращения валков. Известно, что установка оправки не в пережиме валков, а в конусе прошивки, уменьшает её износ.

Трещины в виде сетки разгара и зональные трещины образуются на оправке из-за термических напряжений циклического характера, появляющихся при нагреве во время прошивки и охлаждения в паузах между проходами. С целью предотвращения их появления рекомендуют использовать для изготовления оправок материалы с повышенной теплопроводностью, теплостойкостью, а также совершенствовать режимы охлаждения оправок, снижая величину термических ударов. Оплавление рабочей поверхности оправки наблюдается в основном при прошивке заготовок из тугоплавких металлов.

Налипание металла гильзы на оправку характерно для процессов прошивки заготовок из нержавеющей марок сталей, а также тугоплавких металлов. Для исключения налипания используют стеклосмазки, защитные покрытия оправок.

Большинство исследователей считают, что решающее влияние на стойкость оправок оказывают уровень удельных усилий на контактной поверхности, а также температурные условия их работы, которые влияют на прочность материала оправки.

Влияние технологических факторов процесса прошивки на стойкость оправок в технической литературе освещено недостаточно. Имеются данные, что установка оправки не в пережиме валков, а в конусе прошивки, уменьшает её износ. При увеличении углов подачи стойкость оправок возрастает несмотря на рост осевого усилия на упорный стержень [3, с. 5].

Таким образом, в результате анализа научно-технической литературы установлено, что оценка теплового состояния тел сложной формы (прошивных водоохлаждаемых оправок) может производиться численными методами конечных элементов, а среди существующих способов увеличения их износостойкости наиболее эффективными являются:

- подбор материалов;
- наплавка рабочей поверхности;
- использование составного инструмента;
- совершенствование системы внутреннего охлаждения.

На их износостойкость влияют большое число факторов: химический состав материала и режим термообработки оправок, их калибровка, марка проживаемой стали, качество нагрева заготовок, режимы прокатки и условия охлаждения оправок. На стойкость оправок также влияет размер прошиваемых заготовок. Увеличение длины гильзы ведет к увеличению времени контакта оправки с горячим деформируемым металлом, что естественно повышает ее температуру, тем самым снижая стойкость. Стойкость оправок повышается при увеличении угла подачи, т. е. сокращении времени прокатки.

Для увеличения стойкости оправок прошивного стана необходимо обеспечить температурный режим их работы, предотвращающий перегрев. С этой целью оправки делают водоохлаждаемыми изнутри. В «классическом» варианте исполнения оправка не имеет сквозных отверстий, поэтому у носка при прошивке иногда образуется паровая «рубашка», значительно ухудшающая теплообмен, что ведет к ее перегреву. Особенно ощутимо отмеченный недостаток проявляется при прошивке толстостенных гильз при производстве насосно-компрессорных, котельных, шарикоподшипниковых труб и труб для машиностроения, так как используемые оправки имеют небольшие размеры и массу по сравнению с длиной заготовки и быстро разогреваются. В таких случаях в районе носика оправки делаются сквозные отверстия, благодаря которым интенсифицируется циркуляция и обеспечивается постоянный сквозной поток охлаждающей жидкости к носу оправки. В результате увеличивается теплообмен между носовой частью оправки, ее корпусом и окружающей средой, а также исключается вероятность образования паровой «рубашки». Однако такая конструкция оправки при прошивке заготовок из труднодеформируемых и коррозионностойких сталей не допускается, так как попадание охладителя на поверхность гильзы может привести к образованию внутренних плен [4, с. 57–61].

ЛИТЕРАТУРА

1 **Бобарикин, Ю. Л., Радькин, Я. И.** Определение оптимальной скорости оправки раскатного непрерывного прокатного стана с помощью численного моделирования // *Литье и Металлургия.* – 2017. – С. 86–92.

2 **Шапиро, И. А., Хавкин, Г. О., Бродский, В. М.** Повышение эффективности использования оправок прошивных станом // *Сталь.* – 2009. – № 9. – С. 75–76.

3 **Красиков, А. В.** Исследование процесса раскатки труб на агрегатах с непрерывными станами с целью повышения износостойкости оправок: автореферат ... канд. техн. наук / А. В. Красиков. – М., 2015.

4 **Касьян, В. Х., Мазур, С. В.** Влияние температурно-силовых условий деформации на стойкость прошивных оправок // *Металлургическая и горно-рудная промышленность.* – 2003. – С. 57–61.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕКОРАТИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЯ

РУСТАМБАЕВА М. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

РАХМЕДОВА Н. М.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТЮЛЮБАЕВ Р. А.

преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Рациональное использование вторичного сырья – важнейший фактор повышения эффективности общественного производства: улучшается сырьевой баланс страны.

Лом металла имеет большую ценность, так как процесс добычи металла является энергоемким процессом. Отходы металла образуются при производстве, выходе бытовых приборов, строительной техники и инструментов. Переработка отходов производства и лома необходима человечеству, как в экологическом плане, так и в плане экономики [1–2].

Алюминий лидирует среди металлов, так как технологии его переработки апробированы и прошли испытания. Вторичный алюминий достаточно противоречивый металл: обладая низкой стоимостью приемки на пунктах, он остается одним из наиболее доступных видов цветного металлолома [3].

Вторичная обработка дает вторую жизнь изделиям во многих сферах, спрос обусловлен следующими характеристиками:

- металл очень мягкий, пластичный, из него удобно изготавливать разнообразие вещи;
- внешний вид алюминия привлекателен;
- легко сочетается в сплавах со многими металлами.

Следует отметить, что в индустриально развитых странах потребление продукции вторичной металлургии алюминия составляет 20–30 % от общего потребления алюминия.

Производство вторичного алюминия приобретет еще более важное значение, так как увеличивается количество предметов с длительным сроком эксплуатации.

На основе вышеизложенного, проведя анализ отрасли в Республике Казахстан на данный момент услугами изготовления декоративных изделий занимается АЛПРОФ (г. Алматы). На сегодняшний день в Павлодарской области услуг изготовления декоративных изделий из вторичного алюминия не оказывают, таким образом, разработка технологии изготовления декоративных изделий из вторичного алюминия, а также создание малого предприятия по изготовлению изделий, их дальнейшей реализации на внутреннем рынке Казахстана является актуальным.

Основным видом предлагаемой продукции будут являться – декоративные изделия из вторичного алюминия: люстры, бра, ночник, прочие осветительные приборы и предметы декорации. А также будут предоставляться услуги по разработке и организации производства декоративных изделий из вторичного алюминия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Виды предлагаемой продукции (услуг)

Алюминиевые осветительные приборы – это практичные и функциональные компоненты осветительных систем, обладающие следующими привлекательными характеристиками:

- непревзойдённая лёгкость всей конструкции, которая является главным конкурентным преимуществом;
- продолжительный срок службы (более 40 лет);
- простая транспортировка и монтаж без применения специальной техники;
- абсолютная антикоррозийность и огнеупорность;
- высокая сопротивляемость агрессивным средам и критическим температурным режимам;
- износостойкость и противостояние механическим воздействиям;
- привлекательная лаконичная эстетика исполнения.

Потребителями становятся не только физические лица, но и частные фирмы, а также дизайнеры интерьеров, которым этот товар нужен постоянно и в больших объемах. Основная доля спроса приходится на люстры, бра и светильники и др.

Упрощенная технология производства продукции из вторичного алюминия представлена на рисунке 2.

Для производства продукции из вторичного алюминия для изготовления декоративных изделий потребуется индукционная печь (ПИ 50/10) с генератором СЧГ 1-60/10 стоимостью 1,5 млн. тенге.

Общие производственные издержки на производство декоративных изделий на примере изготовления одной люстры простой конструкции (рисунок 3) представлены ниже в таблице 1.

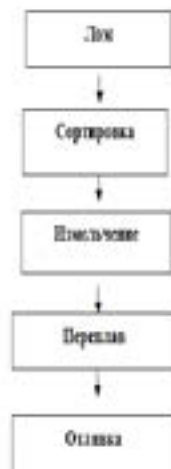


Рисунок 2 – Упрощенная технология производства продукции из вторичного алюминия



Рисунок 3 – Люстра

Таблица 1 – Общие производственные издержки (производственная себестоимость)

Наименование затрат	Значение, тыс. тенге
Сырьевые материальные ресурсы	78 500
Энергия на технологические нужды	29 400
Зарботная плата	530 000
Отчисления в социальное страхование, 6 %	23 850
Социальный налог, 5 %	28 260
Отчисления в фонд медицинского страхования, 1 %	6000
Амортизационные отчисления	322 065

Накладные расходы	100 000
Итого	1 118 075

Обоснование необходимости изготовления декоративных изделий в данное время обосновывается тем, что пользуются стабильным спросом на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Фомин, Б. А., Москвитин, В. И., Махов, С. В. Металлургия вторичного алюминия: учебное пособие для вузов. – М. : ЭКОМЕТ, 2004. – 240 с.
- 2 ГОСТ 1639-2009 Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия. – М., 2009. – 190 с.
- 3 Интернет в России: Проект «XLOM» [Электронные ресурсы]. – URL: <http://xlom.ru/vidy-metalloloma/lom-alyuminiya-vidy-opisanie-ceny/> [дата обращения 03.03.2019].

АНАЛИЗ НА СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЫПУСКА СТАЛЬНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ ДИАМЕТР 100 ММ НА БАЗЕ ШАРОПРОКАТНОГО ЦЕХА «KSP STEEL»

СЛЯМОВ Д. Т.
 магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
 НИГМАТУЛЛИН Т. Ш.
 студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
 КУЛУМБАЕВ Н. К.
 магистр, ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
 АБДРАХМАНОВ Е. С.
 к.т.н., PhD, профессор, ПГУ имени С. Торайгырова г. Павлодар

Потребление минерального сырья в виде различных руд, углей и других полезных ископаемых требуют дробления и размалывание. Как показывает анализ в качестве размалывающего оборудования в основном являются шаровые мельницы различного диаметра и длины. Мелющими телами являются шары стальные, чугунные, литые, а также стальные прокатные. Реже встречаются шары кованные, они являются высококачественными по прочности и по профилю, но производительность их низкая по сравнению прокатными и литыми шарами, объектом исследования в нашей работе является шардиаметром 100 мм стальной катаный выпускаемый в

шаропрокатном цехе «KSPSteel». Как известно, диаметры шаров, применяемые в мельницах, зависят от прочности дробимых материалов, так как они внутри вращающегося барабана мельницы увлекаясь центробежными силами поднимается на определенную высоту и падая совершают работу размалывания. С этой точки зрения методика испытания диаметром 100 мм шаров на ударную стойкость, применяемой в шаропрокатном цехе «KSPSteel» считаем неадекватной. Такое суждение вызвано тем, что шары мелющие при реальной работе такую ударную нагрузку не испытывают. Суть методики в том, что на эти шары, установленные на наковальне, наносятся удары молотом копра массой 200 кг с высоты 1,95 м. Энергия удара равна 3800 Дж в количестве 10 ударов. Мы предлагаем свой новый вариант испытания, приближенные к реальным условиям работы. Установка* представляет собой короб прямоугольной формы с размерами 600×500×120 мм, с раскрывающимся дном, куда помещаются 10 испытуемых шаров. Испытательный короб установлен на высоте 2 м от испытательной стальной массивной площадки, прикрепленной на металлоконструкции снизу. С помощью быстродействующего фиксатора дно короба створчатораскрывается и шары одновременно падают с высоты 2 м на испытательную массивную стальную площадку устройства. Известно, что при $n = 30$ об/мин барабана мельницы, каждый шар падает приблизительно 2 раза за один оборот барабана и к тому же шары не только падают на дробимый материал, но и друг на друга. Учитывая эти обстоятельства, шары таким образом, необходимо испытывать в течении 8 часов, то есть равной одной смене работы. После чего шары подвергаются к осмотру: лопнувшие и с трещинами шары отбраковываются и годность шаров определяют по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{N - n}{N} \cdot 100\%$$

В качестве ТУ установим, что Δ должно быть $\geq 70\%$. При анализе выпуска 100 мм шаров на шаропрокатном стане MS-64 из прокатных заготовок круглого сечения, длиной 6000 мм, проведены нами сопоставительные расчеты на использование материалов.

При исследовании мы перед собой ставили задачу применения в качестве исходного сырья цилиндрическую прокатную заготовку диаметром 100 мм, длиной 6000 мм нагретую до 1080 °С и заготовку в виде стальных литых шаров, полученных в литейных цехах, в песчано-

глинистых формах. Сопоставительные расчеты велись в следующем порядке

Определяем площадь сферической поверхности шаровой заготовки:

$$F_{\text{ш}} = 4\pi R^2 = 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 4\pi \frac{D^2}{4} = \pi d^2$$

где $d = 10$ см — диаметр шара

Тогда

$$F_{\text{ш}} = \pi \cdot 100 = 314 \text{ см}^2$$

Определяем суммарную площадь сферической поверхности всех шаров

$$\Sigma F_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot 60 = 314 \cdot 60 = 18\ 840 \text{ см}^2$$

где $\Sigma F_{\text{ш}}$ — суммарная поверхность всех шаров

60 — количество шаров равной длине цилиндрической заготовки

Определяем поверхность цилиндрической заготовки

$$\Sigma F_{\text{ц}} = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} + \pi d \cdot l = \frac{\pi}{2} \cdot 100 + \pi \cdot 10 \cdot 600 = \pi \cdot 50 + \pi \cdot 10 \cdot 600 = 50\pi + 6000\pi = 6050\pi = 18\ 997$$

Сопоставляем соотношение объемов суммарной шаровой поверхности и цилиндрической заготовки в виде соотношения:

$$\sigma = \frac{\Sigma F_{\text{ш}}}{\Sigma F_{\text{ц}}} = \frac{18840}{18997} = 0,99 \text{ раза} = 1:1,$$

что показывает они как бы равны.

Определяем массу одного шара

$$m_{\text{ш}} = \rho \frac{\pi d^3}{6} = \frac{\pi}{6} \cdot 1000 \rho = 523 \cdot 7,8 = 4082 \text{ гр} \approx 4,082 \text{ кг},$$

Тогда масса шестидесяти шаров

$$\Sigma m_{\text{ш}} = m_{\text{ш}} \cdot 60 = 244,920 \approx 245 \text{ кг}$$

Масса цилиндрической заготовки определяется аналогично

$$m_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho = \frac{\pi}{4} \cdot 100 \cdot 600 \cdot 7,8 = 25\pi \cdot 600 \cdot 7,8 = 367380 \approx 367 \text{ кг}$$

Разница двух заготовок в металлах

$$K_{\text{ш}} = m_{\text{ц}} - \sum m_{\text{ш}} = 367 - 245 = 122 \text{ кг},$$

является в виде излишек в одной цилиндрической заготовке по сравнению с шаровой.

Рассчитаем, что из этих излишек металла цилиндрической заготовки, можно было бы изготовить

$$X = \frac{K_{\text{ш}}}{m_{\text{ш}}} = \frac{122}{4,082} = 29,88 \approx 30 \text{ шаров}$$

То есть в цилиндрической заготовке имеется

$$N = 60 + X = 60 + 29,88 = 89,88 \text{ шаров}$$

Тогда суммарная площадь шаровой поверхности увеличится

$$\sum F_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot 89 = 314 \cdot 89,88 = 28\,222 \text{ см}^2$$

Тогда пункт 4 имеет вид

$$e = \frac{\sum F_{\text{ш}}}{\sum F_{\text{ц}}} = \frac{28222}{18997} = 1,49 \approx 1,5 \text{ раза}$$

То есть, площадь теплообменной шаровой поверхности в полтора раза больше чем у цилиндрической заготовки длиной 6000 мм. А это говорит процесс нагрева шаровых заготовок по сравнению с цилиндрической в полтора раза будет быстрее, чем у цилиндрической заготовки, которые в свою очередь внесут коррективы на затраты топлива и энергии.

*На конструкцию испытательной установки готовится заявка на получение патента, поэтому в этой работе она имеет лишь описательный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Девятов, В. В.** «Малоотходная технология обработки материалов давлением». – М. : «Машиностроение», 1986. – 288 с.

2 **Телегин, А. С.** «Теплотехнические расчеты металлургических печей». – М. : «Металлургия», 1982. – 358 с.

3 **Пасечник, Н. В., Синицкий, В. М., Дрозд, В. Г.** «Машины и агрегаты металлургического производства». – М. : «Машиностроение», 2000. – 196 с.

4 **Новокшенова, С. М., Виноград, М. И.** «Дефекты стали: Справочник», – М. : «Металлургия», 1984 г., – 57 с.

5 **Беккер, М. Б., Заславский, М. Л., Игнатенко, Ю. Ф., Коротков, Р. А., Невзоров, В. Я.** «Литье под давлением». – М. : «Машиностроение», 1990. – 154 с.

6 **Горюнов, И. И.** «Пресс-формы для литья под давлением». – М. : «Машиностроение», 1973. – 256 с.

7 **Титов, Н. Д., Степанов, Ю. А.** «Технология литейного производства». – М. : «Машиностроение», 1974. – 472 с.

8 **Жуков, Э. П., Козарь, И. Р., Мурашкин, С. И.** «Технология машиностроения. Книга 2. Производство деталей машин». – М. : «Машиностроение», 2008. – 296 с.

9 **Решетов, Д. Н., Гусенков, Ю. Н., Дроздов, Ю. Н.** «Машиностроение. Энциклопедия. Т.4-1. Детали машин». – М. : «Машиностроение», 1995. – 225 с.

10 **Шмитт-Томас, К. Г.** «Металловедение для машиностроения: Справочник». – М. : «Металлургия», 1995. – 205 с.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

ШОШАЙ Ж.

докторант, Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск,

Республика Казахстан

СУЮНДИКОВ М. М.

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

Республика Казахстан

ГАРИБЯН Г. С.

к.т.н., доцент, Омский государственный технический университет,

г. Омск, Российская Федерация

Важнейшей задачей литейного производства является сокращение потерь от брака. Систематическая работа по предотвращению возникновения брака ведется в каждом литейном цехе. Задачей данной работы является выявление брака на стадиях

непосредственной заливки расплава в полость пресс-формы, при затвердевании, а также, анализ и систематизация обнаруженных дефектов и проведение мероприятий предупреждающих возникновение их.

Основным недостатком любого вида литья являются внутренние дефекты, возникающие чаще всего из-за ошибок в проектировании технологического процесса изготовления отливки или из-за нарушения технологического процесса.

Однако, следует отметить, что наиболее часто встречающаяся причина брака - это недоработка технологии, а как следствие этого происходит и нарушение технологического процесса. Брак, может возникнуть в отливке во время любой операции, например, в результате нарушения технологии приготовления расплава, несоблюдения температурных режимов в процессе литья, а также из-за неудовлетворительного состояния литейных машин и пресс-форм, но не стоит забывать и о такой составляющей, как человеческом факторе, который вносит значительный вклад в появление брака в отливках [1].

Как правило, литые детали, полученные литьем под давлением, не подвергаются механической обработке, кроме отделения литниковой системы, за исключением обработки посадочных мест.

Литье под давлением является наиболее прогрессивным способом литья, благодаря следующим преимуществам:

- полное исключение формовочных и стержневых смесей, а также трудоемких операций формовки, сборки и выбивки форм;
- возможность изготовления отливок с малой толщиной стенок (до 0,5 мм) и отверстиями диаметром до 1,0 мм;
- формирование сложных внутренних полостей, системы разветвленных, изогнутых каналов и т.д.

Литье под давлением (по сравнению с другими видами литья) снижает трудоемкость изготовления отливок в 10–20 раз, а готовых деталей, прошедших механическую обработку, в 5–8 раз.

Для успешной реализации перечисленных преимуществ необходимо принимать во внимание и недостатки литья под давлением, что неизбежно вносят свои коррективы в разработку технологического процесса производства отливки этим способом:

- достаточно высокую стоимость пресс-форм, сложность и длительность их изготовления (стоимость пресс-формы в среднем в 3–5 раз выше стоимости кокиля);

– наличие в отливках газовой и усадочной пористости, которая снижает механические свойства материала отливок, их герметичность, затрудняет термическую обработку, вследствие чего ограничиваются возможности изготовления отливок из сплавов, упрочняемых термической обработкой.

Особо тщательно следует относиться к выбору сплава, предназначенного для литья под давлением. Сплавы для литья под давлением должны обладать определенными свойствами:

- узким интервалом кристаллизации, необходимым для получения отливок с равномерной плотностью;
- достаточными прочностью и пластичностью при высоких температурах во избежание разрушения отливки при ее извлечении из формы;
- высокой жидкотекучестью;
- малой степенью привариваемости к материалу формы;
- стабильным химическим составом при длительной выдержке в раздаточных печах [2].

Чтобы правильно определить причины и разработать мероприятия предотвращающие появление брака очень важно применять единую классификационную систему дефектов.

В настоящее время признаются и наиболее часто используются три системы классификации дефектов: Первый метод по Socks (1996), основанный на геометрии дефектов/расположения, второй метод по Campbell (2003) на основе дефектов металлургического происхождения причины и третий метод Североамериканской ассоциации литья под давлением (NADCA), основанный на морфологии дефектов [3, 4, 5, 6].

Как показывают результаты исследований последних лет [7], наиболее частыми видами дефектов при литье алюминиевых сплавов, значительно влияющими на физико-механические и эксплуатационные характеристики деталей являются: усадочные, газовые дефекты и дефекты заполнения (Рисунок 1). Эти виды дефектов составляют более 2/3 от общего количества дефектов, обнаруженных в исследованных отливках.



Рисунок 1 – Классификация дефектов ЛПВД и процент их появления [7]

Около 1/3 дефектов представлены другими видами, такими как неметаллические включения, дефекты из-за внутренних напряжений, дефекты, связанные с взаимодействием металла с пресс-формой, обжим, недолив и залив.

Усадочные раковины образуются во всех технических литейных материалах, независимо от литейной формы или технологии литья. В зависимости от проявления кристаллизационных неплотностей различают закрытые (внутренние) усадочные раковины, открытые (внешние) усадочные раковины и утяжины. Расположение усадочных раковин можно объяснить из общеизвестных представлений: внешние усадочные раковины, как правило, возникают в зоне верхней полуформы, которая кристаллизуется последней, в толстостенных отливках, а также вблизи питателя и литника. Внутренние усадочные раковины образуются в зонах с более толстыми стенками и в особенности в переходных по толщине зонах.

В данных сплавах общий дефицит объема также прежде всего зависит от состава сплава и базовых температур (условия охлаждения), а его образование в значительной степени контролируется посредством кристаллизации. Главную роль играют несущая способность периферийной оболочки и производительность подачи, т. е. условия для перемещения расплава в кристаллизуемом теле отливки. В целом последующее развитие усадки можно описать в

зависимости от содержания легирующего элемента. Для чистого материала объем внешних усадочных раковин уменьшается примерно до сплава с наибольшим температурным интервалом кристаллизации, а затем вновь повышается по направлению к эвтектике. Для утяжин и микропористости действуют обратные тенденции. Такая картина объясняется изменениями в процессе кристаллизации. При добавлении меди, магния и кремния, совокупный объем усадочных раковин уменьшается по сравнению с чистым алюминием. При этом самое сильное влияние оказывает кремний. При увеличении содержания меди или кремния усадка при кристаллизации таких сплавов, как Al-Cu и Al-Si, уменьшается. Однако образование усадочных раковин значительно активизируется при наличии примесей, например, железа.

Особенности литья под давлением обусловлены условиями заполнения пресс-формы и питания отливок. Сплав заполняет пресс-форму за доли секунды (0,1–0,6 с) при скорости до 120 м/с. При таких условиях заливки только часть газов (воздух и пары смазочного материала) удаляется из формы через венты (порядка 10–30 %). В форме образуется воздушно-металлическая эмульсия, которая затем затвердевает. Поэтому отливки имеют специфический дефект – газовую пористость. Их нежелательно подвергать термообработке.

В настоящее время ученые, работающие над проблемами предупреждения образования газовых раковин в отливках при литье под давлением предлагают:

- вакуумирование полости пресс-формы и жидкого расплава;
- увеличение сечения питателей, чтобы они затвердели позднее отливки (это позволяет сделать допрессовку жидкого сплава в тело затвердевающей отливки);
- заполнение полости пресс-формы перед началом запрессовки кислородом (до полного вытеснения воздуха); кислород после запрессовки расходуется на окисление небольшой части расплава с образованием оксидов, а основной источник образования газовой пористости – азот – в данном случае отсутствует.

Причины образования пор в процессе кристаллизации мало изучены. В данном направлении принимаются меры по исследованию так называемого процесса «термический эффект». То есть, охлаждение всех частей расплава должно происходить с одинаковой скоростью, вне зависимости от толщины.

Суть данного процесса заключается в том, что процесс охлаждения сплава в литейной форме делится на 3 стадии. Первая фаза – это охлаждение жидкости с сокращением объёма в процессе остывания между температурой заливки и точкой ликвидуса. Во второй фазе охлаждения после точки ликвидуса начинают расти кристаллы, образуя кристаллическую структуру. В точке солидуса начинается третья фаза, в которой сплав окончательно затвердевает и остывает до комнатной температуры. В этой фазе, которая обозначается как затвердевание, стабилизируется кристаллическая структура и границы зерен уплотняются.

Во время заполнения расплавом пресс-форму, происходит охлаждение и сжатие, направленное к массивной части залитого объема. Этот процесс называют «центральное противонаправленное охлаждение расплава». Расплав застывает и уменьшается в объеме вследствие теплоотдачи. При этом нужно учитывать, что теплоотвод не может обеспечить равномерное охлаждение, так как толщина стен пресс-формы в зависимости от конфигурации деталей разные, поэтому отсутствует непрерывный равномерный ток тепла. Температура снижается снаружи внутрь, в то время как теплоотдача происходит в обратном направлении. Не теплоемкость, а процесс охлаждения способствует получению однородного литья. Следовательно, нужно оказывать влияние именно на процесс охлаждения сплава.

Благодаря вышеописанным процессам, в пресс-форме возникает запирающий термический эффект, который изменяет охлаждение центральной части отливки. Ядро кристаллизации смещается при изменении термического центра. Оно существенно меняет локализацию даже при незначительном отводе тепла в направлении от центра формы. Это предоставляет возможность управлять процессом охлаждения. В менее массивной части (тонкие части) расплава теплоотдача вызовет немедленное охлаждение. В массивной части теплоотдача будет затруднена вследствие утолщения стен пресс-формы, благодаря чему тепловая энергия накопится и нагреет саму пресс-форму. По этой причине в тонкой части возникает повышенное давление, в то время как в массивной части оно отсутствует вследствие аккумуляции тепла. Только в том случае, когда в тонкой части расплава возникает разрежение, в массивной части расплава возникает повышенное давление. По этой причине тепло может перемещаться вначале из тонкой части в массивную часть расплава, а потом наоборот. Благодаря этому

можно минимизировать или исключить сжатие отдельных участков расплава.

Для выполнения поставленных задач предлагается в зависимости от конфигурации деталей в необходимых местах пресс-формы установить коллекторы (охлаждающие или нагревательные). Так как их правильное расположение способствует образованию идеальной термической пробки для равномерного охлаждения расплава по всему объему.

В качестве предмета исследований, проведенных в лаборатории ПГУ имени С. Торайгырова, был выбран радиатор отопительной системы, изготовленный из алюминиевых сплавов.

Фрагменты радиатора с дефектом показан на рисунке 2. Как видно, дефект расположен в той части радиатора, толщина стенки которой $\delta_2 = 6$ мм, тогда как основные части радиатора, а именно ребра, вертикальная стенка и другие имеют толщину от $\delta_1 = 1$ мм до 2 мм. Таким образом, толщины стенок отличаются в 3 раза, что и служит причиной образования данных дефектов.

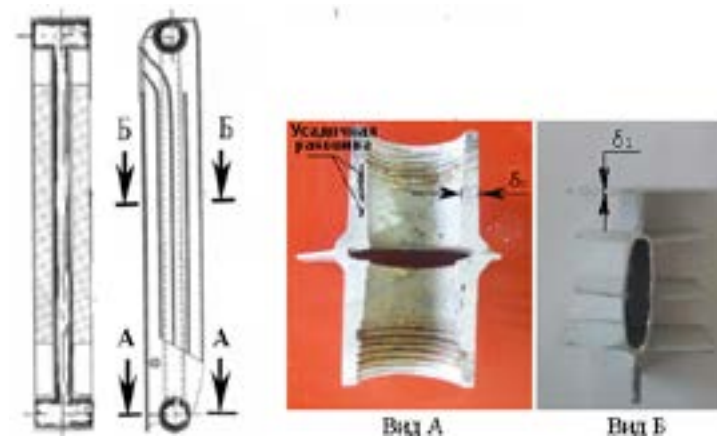


Рисунок 2 – Фрагменты радиатора с дефектами

Во избежание образования усадочных раковин толщину стенок отливки при литье под давлением рекомендуют выполнять так, чтобы она не превышала 6 мм. Однако, как наглядно показывают результаты наших исследований, стенки с толщиной $\delta_2 = 6$ мм все же содержат ярко выраженные дефекты усадочного происхождения, обнаруженные визуально, без использования оптических средств

увеличения. Это говорит о том, что универсальных рецептов для предупреждения появления усадочных дефектов на данном этапе не существуют. Очевидно, что вопросы, связанные с рассматриваемой проблемой, должны решаться в индивидуальном порядке с учетом конкретных условий производства и всего многообразия действующих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гини, Э. Ч. Технология литейного производства. Специальные виды литья / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин. – М. : Академия, 2008. – 352 с.
- 2 Моргунов, В. Н. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку: Учеб. пособие. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 164 с.
- 3 Cocks, D. L. «A Proposed Simple Qualitative Classification for Die-Casting Defects». Proc. Diecasting Conference, Montreaux, pp. 19/1-19/15 (1996).
- 4 Campbell, J., Harding, R. A. «Casting Technology» TALAT 2.0 CD-ROM, EAA, Brussels (2000).
- 5 Campbell, J. «Castings» Elsevier Science Ltd., Oxford (2003).
- 6 Walkington, W. G. «Die Casting Defects – Causes and Solutions». North American Die Casting Association (1997).
- 7 Gariboldi E., Bonollo F. and Parona P. Handbook of Defects in HPDC, 1st ed. (Milano: Associazione Italiana di Metallurgia, 2010).

4.2 Машина жасау саласының индустриалды-инновациялық дамуы 4.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

БОРАНБАЕВ Е. Е.
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Важнейшим направлением экономического развития Казахстана является экономное использование материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Одним из перспективных направлений в

экономии материальных и энергетических ресурсов является повышение эффективности сборки заготовок и деталей машин в процессе их изготовления, повышение эксплуатационного срока машин и агрегатов, создание менее энергоемких технологических процессов.

Широкое использование теплообменников в энергетической отрасли, химической, нефтяной, атомной промышленности, кораблестроении и др., высокие требования к эксплуатационным характеристикам этих аппаратов, их высокая стоимость требует поиска эффективных методов и технологий, обеспечивающих увеличение их срока службы при сохранении эксплуатационных свойств. Любые преобразования энергии из одного вида в другой, а также передача энергии от одного аппарата к другому сопровождаются переходом некоторой части всех других видов энергии в тепловую. Поэтому практически во всех машинах и аппаратах теплообмен имеет важное значение [1, с. 223].

В настоящее время существует большое количество типов теплообменных аппаратов, которые отличаются конструкцией, видом теплоносителя, производительностью, поверхностью теплообмена, условиями работы, регламентами ремонта и т.д.

Теплообменники (теплообменные аппараты) энергоустановок являются крупногабаритным, металлоемким и дорогостоящим оборудованием, существенно влияющим, а в отдельных случаях и определяющим эффективность и надежность работы ТЭС, АЭС и КС в целом.

По роду поверхности теплообмена различают аппараты трубчатые (кожухотрубные аппараты с гладкими, оребренными или профилированными трубками) и пластинчатые, в которых поверхность теплообмена образована плоскими или гофрированными листами. Функционирование таких теплообменных аппаратов непосредственно связано с термодинамикой рабочего цикла паротурбинной или газотурбинной установки и обеспечивает необходимую эффективность и надежность ее работы. К таким аппаратам относятся, например, конденсаторы, подогреватели системы регенерации и системы подогрева сетевой воды паротурбинных установок, а также воздухоохладители газотурбинных установок. Другие теплообменные аппараты, не связанные непосредственно с термодинамическим циклом установки, необходимы для обеспечения работы вспомогательных систем (например, систем регулирования и смазки). Поверхностные аппараты паротурбинных установок

(ПТУ) в качестве поверхности теплообмена имеют пучки трубок, как прямых, так и другой конфигурации или П-образных. Теплообменные аппараты газотурбинных установок (ГТУ) выполняются как трубчатыми, так и пластинчатыми, но наиболее применимы и эффективны пластинчатые.

Повышение надежности теплообменного оборудования – одна из основных задач судового, энергетического и нефтехимического машиностроения.

Надежность теплообменного оборудования в большей степени определяется надежностью соединений трубок с трубными решетками. Как правило, трубки в трубных решетках закрепляют либо вальцовкой, либо вальцовкой с обваркой. Надежность таких узлов креплений во многом зависит от уровня и стабильности контактного давления в соединениях трубок с трубными решетками.

Надежность, срок службы и работоспособность этих устройств в том числе, определяется качеством соединения труб с трубными досками. В процессе эксплуатации трубы теплообменников забиваются отложениями, причем иногда вплоть до полного перекрытия проходных отверстий, нарушается герметизация как самих труб, так и мест их запрессовки в трубных досках. В регламентах ремонтных работ предусматриваются операции по удалению дефектных труб и замене их новыми. Неоднократные операции по запрессовке и распрессовке труб из трубных досок зачастую приводят к появлению дефектов на поверхности отверстий трубных досок, которые не могут быть удалены при последующей подготовке отверстий. В настоящее время такие теплообменники заменяют на новые, при этом предприятия вынуждены нести большие капитальные затраты.

Поэтому в настоящее время является актуальным поиск методов и технологий, позволяющих продлить сроки эксплуатации теплообменных аппаратов путем обеспечения гидроплотности трубок и трубных решеток.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Бурдыгина, Е. В., Трофимов, А. Ю., Хафизов, Ф. М.** Эффективность работы теплообменной аппаратуры технологических установок НПЗ / В сборнике: Трубопроводный транспорт – 2011 Материалы VII Международной учебно-научной практической конференции. – М., 2011. – С. 223–224.

2 **Бродов, Ю. М., Резникова, Р. С., Краснова, Г. И., Чайка, А. И.** Анализ показателей надежности теплообменных аппаратов. – М., 1982. – С. 35–36.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСОВ

БОРАНБАЕВА Б. К.
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Современное состояние энергетической отрасли, химической, нефтяной и других отраслей в Казахстане характеризуется направлением к повышению надежности, энергоэффективности и экологической безопасности. Гарантированное надежное функционирование разнообразных основных и вспомогательных технологических циклов и линий во многом зависит от устойчивой, бесперебойной работы насосного оборудования, составляющего значительную часть нефтяного оборудования.

С течением времени, энергопотребление насосного оборудования растет в виду нарастающего износа элементов насосного агрегата связанного с характером перекачиваемой среды, работой в нерасчетном режиме, а так же условиями ремонта и последующей эксплуатации. Кроме того проявляются дополнительные, отрицательные эффекты – увеличение шума и вибраций с течением времени. Наряду с разработкой и созданием новых, более совершенных центробежных насосов, актуальным является направление, связанное с их модернизацией. Причем модернизация может реализовываться как заменой элементов (узлов) насоса, так и на основе придания новых свойств элементам насосных агрегатов.

Учитывая важность изложенного, вопросы повышения эффективности и надежности эксплуатации разнообразного насосного оборудования нефтяной отрасли, позволяющих обеспечить эффективную и бесперебойную работу насосов на нефтеперерабатывающих заводах, являются актуальными и требуют проявления повышенного внимания.

На заводах северо-востока США достигли значительного повышения надежности насосов благодаря программам, включающим применение кольцевых компенсаторов износа, изготовленных из композиционных материалов. Программы были составлены на основе

накопленного (за 68 лет) опыта работы с использованием данных (за этот период) по ремонту насосов, фиксированной вибрации и утечкам через уплотнения.

В 2003 году эти заводы приступили к реализации программы, включающей современные кольцевые компенсаторы износа из композиционных материалов, трансмиссионные подшипники и связанные с ними элементы.

В сентябре 2006 года программа была расширена с включением в нее 61 насоса. Для этого использовали статистические данные по ремонту насосов, вибрации и механическим повреждениям уплотнений.

Результаты испытаний показали, что программа имела успех. Объем ремонтных работ испытуемых насосов сократился на 45 %, общий уровень вибрации снизился в среднем на 25 %, механические утечки через уплотнения в процессе испытаний сократились вплоть до 70 %. Эти результаты дали возможность предположить, что правильное применение композиционных материалов способствует повышению надежности насосов. Для повышения срока службы именно этой проблеме следует уделять особое внимание.

Общие проблемы, касающиеся испытуемых насосов, включают не отвечающие требованиям условия всасывания, работу насосов без смазки вследствие нарушений и недостаточную стабильность ротора при использовании его в работе с легкими углеводородами.

Специалисты подбирали материалы, которые соответствовали бы условиям процесса, были химически совместимы с продуктами процесса, имели широкие пределы адекватных температур, хорошие механические свойства и простоту при сборке для местного ремонта оборудования. Эти поиски привели к разработке специальных программ и в результате летом 2006 года насосы, число которых равнялось 61, были переведены в режим испытания.

Материалы, использованные в соответствии с этой программой (в дальнейшем будем называть их композиционными материалами), представляют собой композитную пресс-форму из фторполимерной смолы, усиленной длинными углеродными волокнами, ориентированными по направлению к матрице.

Стационарные компенсаторы износа, втулки, вкладыши, подшипники на промежуточном вале насоса, приспособление для подачи масла – все эти металлические детали заменены деталями из композиционных материалов.

В большинстве случаев ремонт насосов (непосредственно на заводе) был выполнен с применением нескольких операций. Обработанные детали из композиционных материалов, устанавливаемые с соответствующей подгонкой, применялись как одно целое неразъемное соединение. В других случаях в существующий металлический компенсатор износа, который был обработан и использован как поддерживающая деталь, применяли композиционные материалы в виде вкладышей. И в том, и в другом случае дополнительное приспособление, обеспечивающее противовращение, такое как упор или винт, не применялось – был предусмотрен механизм противовращения. Чтобы получить желаемую подгонку деталей внутренний диаметр такой конструкции был обработан после операции прессования. Существующие металлические вращающиеся детали не требовали специальной обработки или каких-либо жестких условий.

В то время как специалисты проводят исследования, предлагая различные варианты для повышения надежности насосов, ключевые вопросы остаются нерешенными. Влияет ли на надежность насосов применение композиционных материалов или эти усовершенствования ограничиваются 2–4-процентной вероятностью надежного состояния насосов с неблагоприятными последствиями, связанными с заклиниванием или выходом из строя каких-либо деталей? Рассчитаны ли эти нововведения на долгий период времени или не более чем на 6 месяцев? Результаты, полученные в результате реализации этой программы, указывают на значительное улучшение работы насосов.

Были собраны данные для 61 насоса за период их работы от 86 до 1240 суток. Кроме того, использован накопленный опыт за 68 лет. Затраты на ремонт в течение эквивалентного периода времени были рассчитаны и затем использованы в расчетах среднего времени между ремонтами (mean-time-between-failure – MTBF) с учетом суммарного времени, разделенного на число ремонтов.

На основании статистических данных по длительности работы насосов за 68 лет наблюдений было зафиксировано 22 случая ремонта насосов с целью переоборудования в конструкции из композиционных материалов. Длительность 12 ремонтов после переоборудования (за тот же период времени) MTBF увеличилась от 37 до 68 мес.

В связи с этим возникает вполне законный вопрос, будет или нет обеспечиваться такая надежность в течение нескольких лет? Чтобы рассчитать более долгосрочное повышение надежности, те же самые

расчеты были усложнены (для насосов, эксплуатирующихся более одного или двух лет).

Следует отметить, что повышение надежности насосов имеет большое значение для исходных насосов, преобразованных в агрегаты с применением композиционных материалов. Это не должно удивлять, так как рассматриваемые «высоконадежные» насосы были повторно отремонтированы до преобразования их в агрегаты с применением композиционных материалов.

Интересно, что уменьшенный зазор компенсатора износа будет результатом наибольшей стабильности ротора, обусловленной эффектом Lomakin, который полагает, что наиболее высокая стабильность ротора приведет к снижению общего уровня вибрации. Однако такие исследования пока не проводились. В процессе исследований можно точно установить степень, при которой вибрация снижается, когда зазоры компенсатора износа уменьшаются.

Та же самая методика была применена для расчета динамического воздействия на вибрацию с учетом показаний полной вибрации перед переоборудованием и после него. Были исследованы три кривые (до переоборудования и после него). Три точки, отражающие положение перед переоборудованием насосов, показывали вибрацию через год, 6 месяцев и 1 месяц, соответственно. Три другие точки отражали вибрацию после переоборудования, соответственно, через 1 месяц, 6 месяцев и год.

Трудно сравнивать данные по вибрации до и после переоборудования вследствие значительного количества показаний – совокупности данных на каждый насос, различных типов насосов и вибрации, имеющей место при различной частоте колебаний. Следовательно, полученные показания необходимо упростить. Во-первых, частота колебаний была проигнорирована, и только общую скорость отсчета учитывали на каждую данную точку. Затем среднее значение индивидуальных общих показаний для насоса использовали как величину вибрации во времени для любой точки. Например, если горизонтальный насос имел показания по трем точкам с горизонтальной, вертикальной и осевой частотой колебаний, равной соответственно 0,12, 0,18 и 0,20 дюйм/с, «общие» показания должны быть средними для этих трех точек и равны 0,17 дюйм/с. Показания вибрации рассмотрены только для горизонтальных насосов. Для 24 насосов было собрано достаточное количество данных.

Результаты показывают снижение общего уровня вибрации на 25 % с амплитудой вибрации от 0,15 до 0,11 дюйм/с. Влияние

конструкций из композиционных материалов на вибрацию рассчитано отдельно для двух групп: «верхняя половина» насоса, показывающая улучшение, и «нижняя половина» насоса, показывающая незначительное снижение вибрации или даже без какого-либо снижения. Авторы обнаружили, что «верхняя половина» насосов работала с более высокой амплитудой вибрации (более 0,15 дюйм/с) и при испытании среднее снижение вибрации составило 42 %. Для «нижней половины» насоса, которая работала при очень низкой вибрации (примерно 0,1 дюйм/с), снижение зазора за счет конструкции из композиционных материалов не имело влияния на вибрацию.

Что касается вертикальных насосов, то данные по их вибрации в этом исследовании не были использованы. Это – функция методологии, независимо от того, есть ли польза от стабильности ротора в вертикальном насосе. Измерение вибрации горизонтальных насосов осуществляется на корпусе подшипников ротора насоса. Измерение вибрации вертикального насоса обычно производится у двигателя, по сравнению с устойчивостью лучшие показания состояния двигателя, чем устойчивости ротора насоса.

Это не говорит о том, что вертикальные насосы имеют устойчивый ротор. Неустойчивое состояние ротора это, действительно, более характерная проблема вертикальных насосов (по сравнению с горизонтальными). Длинный вал вертикального насоса может стать серьезной проблемой для таких деталей, как трансмиссионные подшипники.

Повышение эффективности уменьшенных зазоров компенсаторов износа хорошо обосновано в статьях о насосах и исторических данных. К сожалению, приборное оборудование при испытаниях не позволяет достаточно точно измерить эффективность, и по этой причине данные по эффективности не были включены в исследование.

В сочетании с предыдущими работами по повышению эффективности улучшенные показатели надежности насосов, продемонстрированные этими результатами, должны заинтересовать руководителей компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1 Bloch, H. P. Practical Machinery Management for Process Plants Volume I: Improving Machinery Reliability / SECOND edition. – Houston, Texas, 1988.

2 Bloch, H. P., Budris, A. R. Pump User's Handbook: Life extension.
– Liburn, Georgia, 2004.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПРОДУКЦИИ

ЖАНБУЛАТОВА Л. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САГИТОВА М. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАСЕНОВ А. Ж.

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

В наши дни наблюдается быстрое развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) в различных отраслях. САПР в машиностроении используется для проведения конструкторских, технологических работ, в том числе работ по технологической подготовке производства. С помощью САПР выполняется разработка чертежей, производится трёхмерное моделирование изделия и процесса сборки, проектируется вспомогательная оснастка, например, штампы и пресс-формы, составляется технологическая документация и управляющие программы (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), ведётся архив. Современные САПР применяются для сквозного автоматизированного проектирования, технологической подготовки, анализа и изготовления изделий в машиностроении, для электронного управления технической документацией [1].

Успешное внедрение любой системы автоматизированного проектирования связано в первую очередь с приростом производительности труда. Именно желание создать механизм, позволяющий уменьшить время разработки новой или модификации старой геометрической модели привело к тому, что во всех современных САПР реализован так называемый механизм параметризации. Параметризация – моделирование (проектирование) с использованием назначенных параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами [2]. Отличие параметризованного геометрического элемента от не параметризованного заключается в наличии взаимосвязей и ограничений между составляющими этот элемент геометрическими объектами (например, геометрическими фигурами или геометрическими телами, линиями или поверхностями, их составляющими). При этом часть указанных взаимосвязей и

ограничений может формироваться системой автоматически при вводе графической информации, а остальные – назначаться пользователем самостоятельно. В качестве таких взаимосвязей и ограничений могут служить ограничения на перемещение геометрических объектов в тех или иных направлениях, взаимное расположение нескольких объектов или конкретные размеры того или иного геометрического объекта. Размеры, определяющие конкретный геометрический объект и представляющие собой варьируемые параметры модели, могут быть именованными (идентифицированными) и не именованными. В первом случае говорят, что тот или иной размер связан с соответствующей переменной модели. Присваивая этим переменным различные числовые значения, можно существенным образом менять геометрическую форму моделируемого изделия, размеры и другие его свойства, зависящие от формы и размеров. Таким образом, главное качество, отличающее параметризованный геометрический элемент от обычного, заключается в больших возможностях по модификации созданного параметризованного элемента и сокращении времени, затрачиваемого на его модификацию [4].

Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D обладает всеми необходимыми возможностями для создания параметризованных геометрических моделей.

Механизм параметризации при работе с геометрическими моделями позволяет:

- получать набор однотипных моделей изделий на основе единой спроектированной модели, изменяя конкретные числовые значения переменных;
- оперативно вносить необходимые изменения в модель путем изменения ее переменных [5].

Рассмотрим указанные возможности на конкретных примерах.

В настоящее время вместе с КОМПАС-3D может поставляться библиотека моделей стандартных изделий, позволяющая использовать в сборках большое количество крепежных деталей. Однако, поскольку каждое конкретное производство обладает определенными, только ему присущими особенностями, существуют различия и в той номенклатуре стандартизованных и унифицированных изделий, которые применяются в изготавливаемой продукции. Стандартизованных или унифицированных изделий, не вошедших в библиотеку стандартных изделий, в зависимости от специфики и масштабов конкретного производства, может быть достаточно много. Таким образом, встаёт задача создания корпоративных библиотек стандартных и

унифицированных деталей. Ещё одной, возможно, неочевидной причиной для создания локальных корпоративных библиотек стандартных и унифицированных изделий может быть наличие у стандартизованных изделий, применяемых на том или ином производстве, уникальных, в пределах этого производства, обозначений [6]. На рис. 1 показано несколько полностью параметризованных моделей крепёжных деталей.

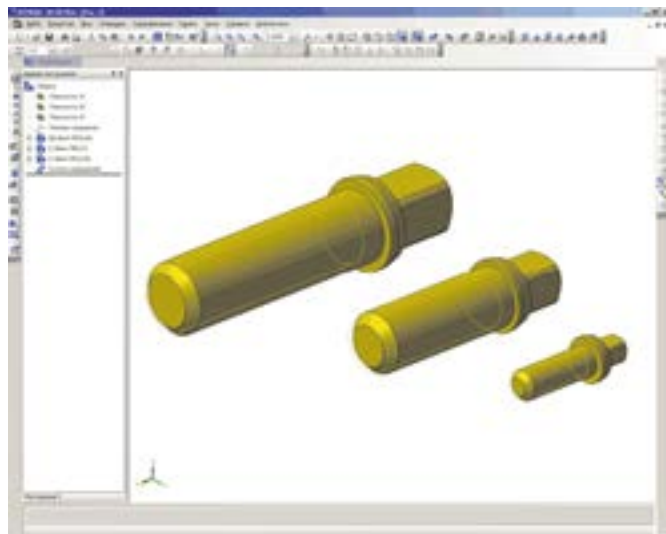


Рисунок 1 – Специальные винты

При задании взаимосвязей и ограничений между переменными модели, помимо возможности использования достаточно большого набора математических функций, можно применять логический выбор по типу если а, то b иначе с, что позволяет создавать достаточно сложные конструкции. В частности, именно с помощью такой конструкции в моделях винтов была задана зависимость недореза резьбы от ее шага:

$$a = (p=0.25 \cdot 0.5 : (p=0.3 \cdot 0.6 : (\dots : (p=2.5 \cdot 5 : 6) \dots)))$$

При работе данного метода по геометрической модели с логическими и параметрическими ограничениями, записанной в виде графа, строится основное дерево, вершинами которого являются

все объекты, а дугами – некоторые ограничения, позволяющие эффективно параметризовать положение одних объектов по отношению к другим. Для вычисления конфигурации проектируемого изделия в этом случае необходимо решать не всю систему заданных ограничений, а лишь те из них, которые не попали в основное дерево и «замыкают» собой циклы. Таким образом, происходит подсчёт лишь тех ограничений, которые принципиально невозможно обработать с помощью иерархического подхода [3].

Широкое распространение цифровых технологий в области проектирования, механообработки, моделирования и расчётов, стимулировало быстрое развитие технологий 3D – печати. Технология «трехмерной печати» появилась в конце 80-х гг. XX в., а в настоящее время крайне сложно указать область материального производства, где в той или иной степени не использовались бы 3D-принтеры. Цифровые 3D-технологии открыли уникальные возможности создания сложнейших пространственных форм, механизмов, объектов и инженерных конструкций.

Аддитивные технологии (AF) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели методом послойного добавления материала. Эти технологии без преувеличения считают инновационным прорывом, новым мировым трендом [7].

Проникновение AF-технологий в основные сферы жизнедеятельности напрямую связано с развитием наукоемких отраслей, высоких технологий.

AF-технологии находят применение практически повсеместно. Их используют в автомобильной промышленности, машиностроении, энергетике, пищевой промышленности, архитектуре, процессе создания сувениров, игрушек, потребительских товаров и так далее. В машиностроении аддитивные технологии внедряются не менее активно. В частности, автомобильные концерны с их помощью на порядок сокращают период прохождения научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по литейным деталям. Внедряя аддитивные технологии, конструкторы получают наглядную модель двигателя спустя две недели с момента завершения работы над техническим проектом. Ранее на это требовались месяцы.

Наиболее активно развивается сейчас SLS-технология – метод послойного селективного лазерного плавления металлических порошков, который даёт возможность безотходного изготовления деталей или заготовок непосредственно по данным из 3D CAD-

систем практически любой сложности из широкого спектра металлов. Принцип работы этой технологии заключается в выборочном плавлении тонкого слоя металлического порошка лучом лазера в соответствии с геометрией сечения детали, соответствующей каждому слою порошка. Селективное лазерное спекание изначально появилось, как усовершенствованный метод отверждения жидкого фотополимера. Здесь строительным (модельным) материалом являются сыпучие, порошкообразные материалы, а лазер является не источником света, как в SLA-машинах, а источником тепла, посредством которого производится сплавление частичек порошка. В качестве модельных материалов используется большое количество как полимерных, так и металлических порошков. Современные SLS-принтеры способны работать с керамической глиной, металлическим порошком, цементом и сложными полимерами.

Развитие SLS-технологии стимулировало и развитие технологий получения порошков металлов. На сегодняшний день номенклатура металлических композиций имеет широкий спектр материалов на основе Ni и Co (CoCrMo, Inconel, NiCrMo), на основе Fe (инструментальные стали: 18Ni300, H13; нержавеющей сталь: 316L), на основе Ti (Ti6-4, CpTiGr1), на основе Al (AlSi10Mg, AlSi12). Производятся порошки бронз, специальных сплавов, а также драгметаллов [8].

Уже сейчас при штучном и мелкосерийном производстве зачастую становится экономически выгодным «вырастить» небольшую партию деталей на SLS машине, чем изготавливать литейную или штамповую оснастку. В сочетании с горячим изостатическим прессованием и соответствующей термообработкой такие детали не только не уступают литым или кованным изделиям, но и превосходят их по прочности на 20–30 %.

Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных видов продукции. Также использование 3D-технологий в материальном производстве является верным индикатором реальной индустриальной мощи страны, индикатором его инновационного развития.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Берлинер, Э.** Актуальность применения САПР в машиностроении / САПР и графика. – 2000. – № 9. – <https://sapr.ru/article/7837>
- 2 **Малыгин, А.** Параметрическое моделирование в САПР Компас-3D. Видео. <https://cadregion.ru/kompas-3d/parametricheskoe-modelirovanie-v-sapr-kompas-3d.html>

- 3 **Фомин, Е.** Использование параметрических возможностей КОМПАС-3D / САПР и графика. – 2007. – № 10. – С. 70–74. <https://sapr.ru/article/18269>.

- 4 **Касенов, А. Ж., Жанбулатова, Л. Д.** Обзор и анализ возможностей прикладных программ / САПР и графика. – 2018. – № 2. – С. 2-4.

- 5 **Kassenov, A. Zh., Zhanbulatova, L. D., Aidarkhanov, D. A.** Applications in Engineering // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3-4. – С. 75–81.

- 6 **Киселевич, А. Д., Цепя, С. Ф.** Автоматизация выполнения чертежей деталей машин с помощью ЭЦВМ и графопостроителей. – М., 1979.

- 7 **Зленко, М. А., Попович, А. А., Мутылина, И. Н.** Аддитивные технологии в машиностроении. – 2013.

- 8 **Антонова, В. С., Осовская, И. И.** Аддитивные технологии / учебное пособие. – 2017.

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ НА ТРУБАХ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА

МАҚЫБЕК Ы. Қ.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
ИТЫБАЕВА Г. Т.

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

Освоение новых запасов нефти и газа влечет за собой увеличение глубин и усложнение профилей скважин, ужесточение условий эксплуатации труб. Интервал рабочих температур от –60 до 150–200 °С, знакопеременные нагрузки, коррозия под напряжением в среде сероводорода предполагают, что трубы для добычи нефти и газа должны обладать повышенной прочностью и пластичностью, сопротивлением усталостному и хрупкому разрушению.

Изготовление обсадных и насосно-компрессорных труб на предприятиях осуществляется по ГОСТ 632–80, ГОСТ 633–80, а также по международным стандартам API, в которых регламентируются требования к материалу и геометрии труб, категория прочности материала, виды и методы испытаний. Тем не менее, анализ аварийности трубных колонн на нефтяных скважинах за последние десятилетия показывает, что, несмотря на широкое применение новых типов труб, общее число отказов и распределение их по видам не

изменилось, и в настоящее время, как и в прошедшие 30 лет, основной причиной аварий на нефтяных скважинах является выход из строя труб нефтяного сортамента, причем, до 50 % всех отказов с колоннами труб нефтяного сортамента происходит по причине негерметичности резьбового соединения трубы и муфты [1].

Нарезание резьбы является самой ответственной операцией при изготовлении труб и муфт нефтяного сортамента. Качество резьбового соединения определяется, в первую очередь, состоянием системы «станок – приспособление – инструмент – деталь».

Погрешности в протекании кинематического процесса резьбонарезания могут сочетаться с ошибками инструмента и его установки, геометрическими ошибками станка и установки заготовки. Совокупность этих ошибок порождает неточности формы и размеров параметров профиля резьбы. Эти неточности формы и размеров вызывают неравномерное распределение нагрузки на боковых поверхностях профиля и, как следствие, приводят к нарушению герметичности резьбового соединения. Отступление геометрических форм от теоретически заданных очертаний вызывается обстоятельствами, присущими методу нарезания, или же возникает в результате проявления ряда технологических причин. Источниками отступлений технологического характера являются:

- геометрические и кинематические неточности станка;
- неточности изготовления, установки и износ резьбонарезного инструмента на станке;
- погрешности базирования заготовки;
- неточности в настройке и наладке всей технологической оснастки;
- состояние оборудования.

Совместное действие всех перечисленных выше неточностей вызывает нарушение геометрии профиля резьбы, что впоследствии при свинчивании трубы с муфтой вызывает ухудшение эксплуатационных характеристик качества резьбового сопряжения. Это связано прежде всего с тем, что в отличие от обычных резьб резьбы нефтяного сортамента имеют жестко оговоренные геометрические параметры.

Для нарезания резьбы используется твердосплавной резьбонарезной инструмент как отечественного, так и импортного производства, который перед установкой на станок проходит 100 %-ный контроль геометрических параметров. Правильность установки инструмента при нарезании резьбы является серьезным фактором, определяющим её качество. При обработке на оборудовании

с ЧПУ инструмент настраивается вне станка на специализированных оптических приборах. Данные, полученные в результате настройки инструмента, вносятся в корректор системы ЧПУ станка. Точность установки инструмента в резцедержателе обеспечивается его конструкцией и конструкцией инструментальной оснастки.

Необходимо сказать, что при неправильной установке на оборудовании годного инструмента качество нарезанной резьбы не будет отвечать техническим требованиям. Необходимо обеспечить правильность расположения режущей кромки относительно оси изделия, а также правильность ориентации инструмента относительно вертикальной оси.

На станке фирмы Colinet нарезание резьбы производится двумя или тремя резьбовыми резцами (в зависимости от типа резьбы), которые расположены на двух поперечных суппортах. В первом черновом проходе участвуют оба резца, а чистовой проход совершает один резец. Из-за отклонений в соосности суппортов и разности оправок возникают различные дефекты, известные под названием «ступенька». Этот дефект чаще всего устраняется корректировкой чистового прохода по оси «Z». Кроме этого, дефект может возникнуть при наличии люфтов в шарико-винтовых передачах (ШВП) суппортов. Особенно это ярко выражается при обработке труб нефтяного сортамента из твердых сталей, таких как R95, P110, M. В этом случае приходится вводить значительные корректировки по оси «Z», до 0,1 мм. Дефекты на профиле резьбы могут возникать из-за смещения суппортов, револьверной головки и приспособлений (стакан) для установки зажима оправок.

Снижение качества резьбы может происходить также из-за необоснованного увеличения числа проходов, несмотря на ошибочно кажущееся облегчение работы станка и инструмента. При достижении величины припуска сотых долей миллиметра толщина срезаемой стружки становится сопоставимой с радиусом скругления режущей кромки инструмента. При этом происходит резание с большими отрицательными значениями переднего угла, т.е. происходит пластическая деформация взамен резания. Возрастание поперечных сил ведет к появлению вибраций, вызывающих быстрый выход из строя инструмента и снижение качества обрабатываемой поверхности.

Следует также отметить, что главным критерием износа резьбообрабатывающего инструмента является его размерный износ, т.е. несоответствие нарезанной резьбы техническим требованиям, поэтому для изготовления качественной резьбы требуется менять

резьбовой инструмент, не дожидаясь его физического износа. Все вышеуказанные технологические условия получения качественной резьбы должны сопровождаться соответствующими контрольными операциями, подтверждающими соответствие параметров резьбового соединения требованиям нормативной документации [2].

Согласно действующим стандартам контролю подлежат: внешний вид резьбы, натяг резьбы по резьбовому рабочему калибру, геометрические параметры резьбы, для которых установлены допуски и предельные отклонения (длина резьбы, высота профиля резьбы, шаг резьбы, конусность резьбы, соосность резьб в муфте т.д.).

Контроль и измерение геометрических параметров резьбовых соединений требует несколько десятков замеров, выполняемых как с помощью калибров, так и с использованием универсальных измерительных приборов.

Промышленностью выпускаются все необходимые виды калибров, предназначенных для контроля линейных величин деталей, а также калибров для контроля отклонений размеров допусков широкого спектра резьбовых соединений. Однако следует отметить, что с помощью калибров затруднительно производить объективный контроль геометрии резьбы. Фактически с помощью калибров контролируется только один виток с наибольшим относительным диаметром резьбы трубы (или с наименьшим относительным диаметром резьбы муфты).

Для поэлементного контроля и измерения параметров резьбы используется широкая гамма ручных измерительных средств и приборов, выпускаемых зарубежными (Gagemaker, Alengagen) и российскими (НИИИзмерения, Челябинский инструментальный завод) фирмами. Это в основном индикаторные приборы, реже приборы со шкалой или цифровой индикацией.

Универсальность конструкций современных приборов, комплектация их разнообразными наборами сменных модулей позволяет собирать и гибко перенастраивать различные варианты исполнения прибора для контроля труб и муфт различных типоразмеров и конструкций соединений [3].

В то же время мониторинг процессов контроля показывает, что на каждую контрольную операцию затрачивается от 3 до 15 минут. Причем, при необходимости проведения исследований в лабораторных условиях время контроля за счет сопутствующих операций (отрезка конца трубы, передача его в лабораторию, изготовление слепка и т.д.) увеличивается до нескольких часов. Поэтому полный комплекс

контрольных и измерительных операций, обеспечивающий всю предписанную стандартами информацию о состоянии резьбы, требует значительных затрат времени даже при высокой квалификации контролеров. Поэтому актуальными являются разработка и использование средств неразрушающего контроля, позволяющих:

- контролировать большое число геометрических параметров резьбы различных типоразмеров изделий на одной измерительной позиции без изменения условий базирования;
- использовать единственную измерительную головку вместо нескольких специализированных ручных измерительных приборов;
- повышать достоверность и повторяемость результатов по сравнению с ручными методами;
- иметь высокую производительность контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Ананченко, В. Н., Цыбрий, И. К., Моргунов, В. В.** Особенности изготовления и контроля резьбы на трубах нефтяного сортамента // Вестник ДГТУ. Технические науки. Часть I / ДГТУ. – Ростов-на-Дону, 2009. – 48 с.

2 Твердосплавный резьбонарезной инструмент для нарезания резьбы на трубах и муфтах по ГОСТ 633-80.

3 Требования к резьбе, калибровке и контролю резьб обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб. Стандарт технических требований API 5B.

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛОГА ИЗДЕЛИЯ САДОВОГО ПЫЛЕСОСА ДЛЯ УБОРКИ ЛИСТЫ

МИЛЛЕР С. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова г. Павлодар

ДЕНЧИК А. И.

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

ТКАЧУК А. А.

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

Проблемы связанные с уборкой листьев непрерывно следуют по пятам за развитием человека, будь то старые грабли или новейшие пылесосы, всегда будут труднодоступные места для уборки

листвы. Также одной из проблем при всем нынешнем разнообразии инструментов их доступность и функциональность редко совпадают с возможностями населения. Основными приспособлениями на данный момент являются воздуходувки и, так называемые, садовые пылесосы. Создателями современных моделей нагнетательных аппаратов и признанными лидерами в этой области являются итальянские, немецкие и чешские фирмы:

- итальянский концерн FPZ;
- немецкий производитель компрессорного оборудования – компания Kraftmann;
- Чешская фирма Lutos.

Садовые пылесосы пытаются производить многие фирмы, отечественные и зарубежные. Но наиболее надежной является продукция компаний:

- Stihl (Германия);
- Bosch (Германия);
- Hitachi (Япония);
- Husqvarna (Швеция).

На данный момент в Казахстане, России и странах СНГ практически нет производителей садовых устройств для уборки листвы.

Все рассмотренные устройства отличаются небольшим весом, который варьируется от 1,72 до 5,14 кг.

Все аналоги имеют эргономичный дизайн для удобства пользователя, следовательно требуют высокий уровень технологического оснащения производственного процесса при их изготовлении.

Диапазон стоимости составляет от 12 000 до 132 000 тенге, что при соотношении цена-качество является дорогим для приобретения населением, поэтому целью настоящего исследования является повышение уровня комерциализации ПГУ имени С. Торайгырова путем разработки и изготовления технологичного функционального аналога изделия (ТФАИ) садового пылесоса применительно к условиям УПМ по машиностроению ПГУ имени С. Торайгырова.

Под разработкой технологичного функционального аналога изделия (ТФАИ) будем понимать процесс изменения конструкции и технологии изготовления исходного образца с сохранением функционального назначения, обеспечивающий 100 %-ю возможность изготовления ТФАИ в условиях УММ ПГУ им.

С. Торайгырова. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1 Изучить современный рынок производимой и реализуемой садовой техники для уборки листвы.

2 Изучить технологические возможности учебных механических мастерских ПГУ им. С. Торайгырова для изготовления образцов модульной садовой техники для уборки листвы.

3 Разработать конструкцию опытного образца технологичного функционального аналога (ТФАИ) модульной садовой техники для уборки листвы.

4 Изготовить опытный образец конструкции технологичного функционального аналога (ТФАИ) модульной садовой техники для уборки листвы.

5 Исследовать основные параметры опытного образца технологичного функционального аналога (ТФАИ) модульной садовой техники для уборки листвы.

Существует огромное количество параметров для оценки садовых устройств. И все они являются очень важными при покупке и дальнейшей эксплуатации устройства, однако в нашей работе учтены будут не все, так как такие параметры как вес, диапазон шума производимого при работе, эргономичность установки на данном этапе не представляют важности.

В результате анализа конструкции выбранных садовых устройств для уборки листвы было замечено что основная часть данных устройств состоит из ряда следующих функциональных модулей:

- всасывающий воздуховод;
- нагнетательный воздуховод;
- вентилятор, в который входит:
 - 1) корпус;
 - 2) двигатель;
 - 3) крыльчатка;
 - 4) вентилятор.


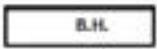

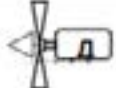

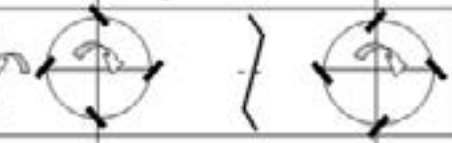

№	Наименование узла	Схематическое обозначение
1	Всасывающий воздуховод	 В.В.
2	Нагнетательный воздуховод	 В.Н.
3	Вентилятор	 ЦСВ
		 Осевой вентилятор
4	Измельчитель	
5	Крыльчатка	
6	Двигатель	

Рисунок 1

В результате проведенных экспериментов выявлены следующие зависимости.

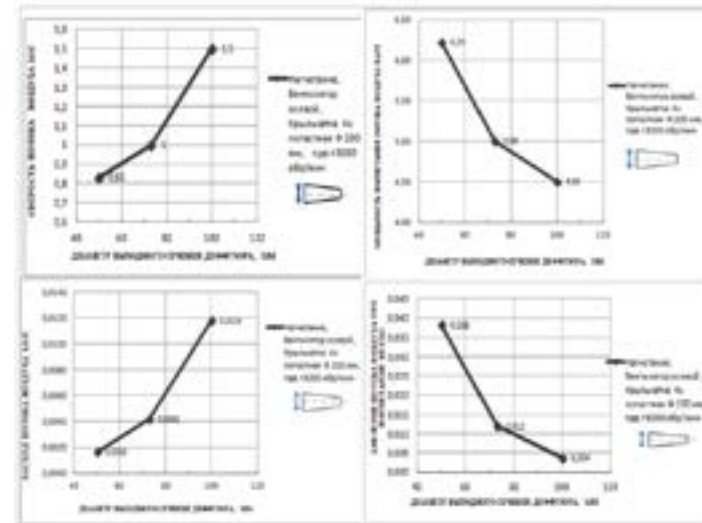


Рисунок 2

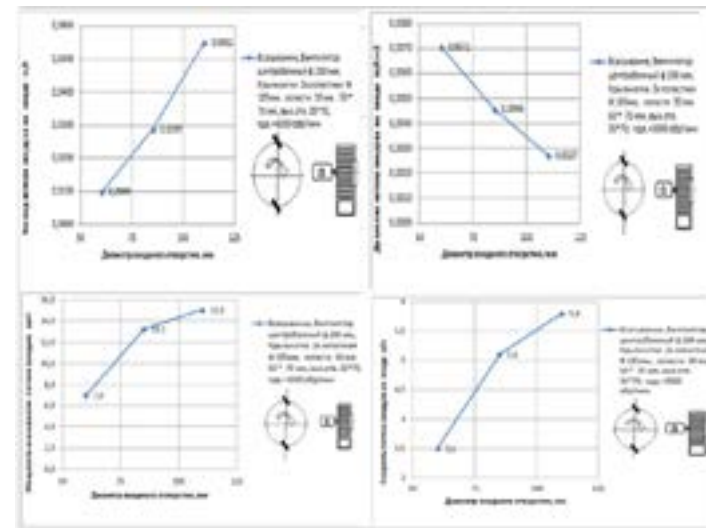


Рисунок 3

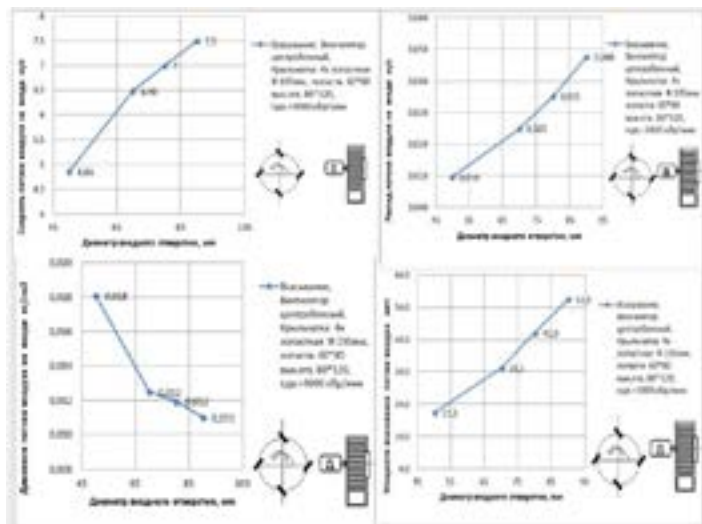


Рисунок 4

На основе проведенных экспериментально-конструкторских работ были уточнены параметры ТФАИ, его конструкция. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1) Центробежный вентилятор с 4-х лопастной крыльчаткой выдает наиболее лучшие результаты так как именно данный вентилятор позволяет достичь наивысшего значения скорости потока воздуха.

2) 2-х лопастной вентилятор можно использовать при конструировании модульного садового устройства типа воздухоудвка.

При конструировании ТФАИ желательно, чтобы его параметры были наиболее близки одноименным значениям параметров аналогов. К сожалению добиться подобного в условиях УПМ ПГУ имени С. Торайгырова не представляется возможным. Ряд проведенных экспериментов показал что основные показатели ТФАИ уступают одноименным показателям аналога, однако для выполнения служебного назначения достигнутых численных значений параметров вполне достаточно.

В условиях УПМ ПГУ имени С. Торайгырова для производства опытного образца ТФАИ модульной садовой техники рекомендуются как технологичные следующие параметры:

- Крыльчатка – 4х лопастная \varnothing 195мм;
- Лопасти – 60*80 мм;
- \square входного отверстия – 70 мм;
- Выходное отверстие – 80*120 мм;
- пдв.=3000 об/мин;
- Тип вентилятора – центробежный.

После сборки ТФАИ обладает следующими техническими характеристиками по сравнению с имеющимися аналогами (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительные характеристики ТФАИ и имеющихся на рынке аналогов.

	Диаметр входа	Скорость потока	Объем потока	Скорость вращения электродвигателя	Мощность всасывания	Потребляемая мощность
Аналог	63	75 м/с	840 м ³ /ч	14000 об/мин	8000 Вт	3000 W
Аналог 2	66,6	11,2 м/с	108 м ³ /ч	6000 об/мин	3400 Вт	1900W
ТФАИ	70	6,6 м/с	79,1 м ³ /ч	3000 об/мин	31,1 Вт	30W

ЛИТЕРАТУРА

1 **Косточкин, В. Н.** Центробежные вентиляторы : основы теории и расчёта. – М. : Машгиз, 1951. – 222 с.

2 Разновидности садовых пылесосов.[Электронный ресурс] URL: <https://domisad.org/kakuyuvozduhoduvkukupit/>

3 Электрический садовый пылесос для дачи. [Электронный ресурс] URL: <https://nashgazon.com/instrument/inventar/elektricheskiy-sadovyy-pylesos-dlya-dachi.html>.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧНОГО
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛОГА ИЗДЕЛИЯ (ТФАИ)
В УСЛОВИЯХ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
МАСТЕРСКИХ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА**

МИЛЛЕР С. А.
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
ДЕНЧИК А. И.
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
ТКАЧУК А. А.
ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Под разработкой технологичного функционального аналога изделия (ТФАИ) будем понимать такой процесс изменения конструкции и технологии изготовления исходного образца, при котором сохранится его функциональное назначение, и будет обеспечиваться 100%-ая возможность изготовления ТФАИ в условиях технологического оснащения УПМ ПГУ по машиностроению имени С. Торайгырова.

Проанализируем процесс изменения конструкции и технологии изготовления исходного образца модульной садовой техники для уборки листвы за счет применения приемлемых материалов и комплектующих.

Главным рабочим органом модульной садовой техники является рабочее колесо (крыльчатка), в результате вращения которого и происходит перемещение рабочей среды.

От конструкции крыльчатки зависят эффективность и рабочие характеристики как вентилятора, так и машины в целом.

Крыльчатку для создания модульной садовой техники можно получить 2-мя способами: покупка и изготовление. Используя первый вариант можно получить уже готовую крыльчатку. На данный момент на рынке большой выбор крыльчаток для центробежных вентиляторов.



Рисунок 1 – Виды центробежных крыльчаток предлагаемых рынком

Как можно заметить на рынке присутствует достаточной большой выбор крыльчаток, имеющих разную конфигурацию. Однако, несмотря на то, что этот способ соответствует принципам создания ТФАИ, он является чрезвычайно более затратным чем второй способ.

Главной особенностью проектирования крыльчатки является разработка ее конструкции позволяющей изготовить ее в условиях технологического оснащения УПМ ПГУ имени С. Торайгырова, другими словами это разработка ТФАИ, обеспечивающего достаточную производительность и удобство изготовления.

Для проведения экспериментов было сконструировано и изготовлено два типа крыльчаток для центробежного вентилятора. Для изготовления крыльчаток использовался листовой материал. Основные размеры данного образца были подобраны с учетом размеров ТФАИ модульной садовой техники – садового пылесоса.

Первым типом является 2-х лопастная крыльчатка, вторым 4-х лопастная крыльчатка.

Первый вид крыльчатки изготовлен из листового материала, для чего используется три операции: рубка, гибка, сверление, и требует минимальных затрат на изготовление. Параметры крыльчатки: 2-х лопастная, $\varnothing 185$ мм, параметры лопасти 50×70 мм, являются основными конструкционными размерами (рисунок 2). При использовании данной крыльчатки был замечен рост показателей характеристик ТФАИ, таких как скорость потока воздуха ($V_{\max} = 5.8$ м/с), расход потока воздуха ($Q_{\max} = 0.0451$ м³/с) и мощность всасывания ($N_{\max} = 15.1$ Вт). Таким образом крыльчатка удовлетворяет предъявленным ТФАИ требованиям, а также довольно проста в создании и эксплуатации, что несомненно является очень важным показателем при создании технологически функционального

аналога изделия. Однако слабостью данной крыльчатки является сложный пространственный изгиб лопасти.

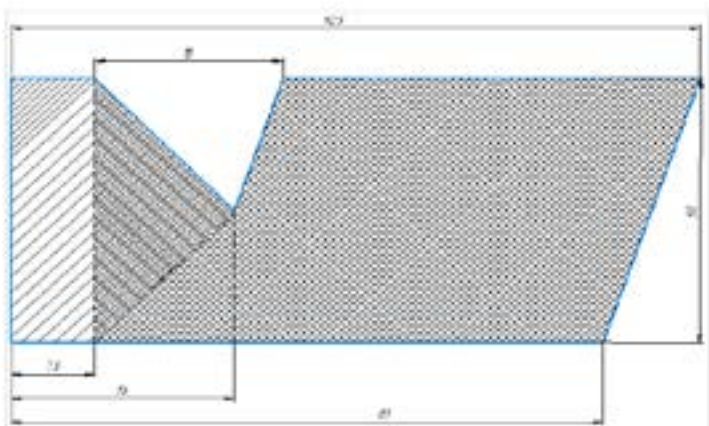


Рисунок 2 – Развертка 2 – х лопастной крыльчатки



Рисунок 3 – Макет 2-х лопастной крыльчатки

Второй вариант крыльчатки был также изготовлен из листового материала, и имеет уже 4 лопасти и не имеет изгиба у центра. Конструктивные параметры крыльчатки: 4 – х лопастная, $\varnothing 195$, параметры лопасти 60*80мм, приведены на рисунке 4. В сравнении с 2х-лопастной крыльчаткой, 4-х лопастной вариант показал лучший результат. Однако у него обнаружилась проблема, поток воздуха

при длительном воздействии деформировал крыльчатку, проблема устранилась при последовательном соединении всех четырех лопастей, что значительно повысило жесткость крыльчатки и позволила значительно увеличить время ее использования. Данная крыльчатка также является технологичной в изготовлении и удобной в эксплуатации. А также отмечается значительный рост характеристик изделия $V_{max} = 7.5$ м/с , $Q_{max} = 0.048$ м³/с, $N_{max} = 52.5$ Вт, показал что данный вид крыльчатки наиболее предпочтителен при проектировании технологического функционального аналога изделия, и позволяет сохранить его служебное назначение.

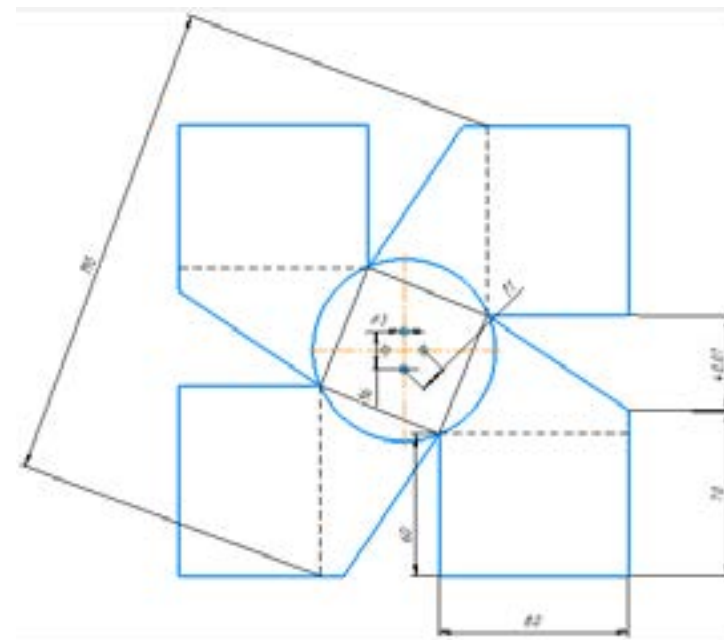


Рисунок 4 – 4х лопастная крыльчатка центробежного вентилятора

Таблица 1 – Сравнительные характеристики ТФАИ и имеющихся на рынке аналогов

	Скорость потока	Объем потока	Мощность всасывания
Аналог	75 м/с	840 м ³ /ч	3400
2-лопастная крыльчатка	5.8	65,8 м ³ /ч	15.1
4-х лопастная крыльчатка	7.5 м/с	79,1 м ³ /ч	52.5

Исходя из таблицы 1, можно заметить, что характеристики обоих крыльчаток относительно близки друг другу, однако исходя из возможности всасывания становится понятно, что 4-х лопастная крыльчатка является более подходящей для использования в модульном садовом устройстве типа садовый пылесос, в то время как 2-х лопастную крыльчатку можно использовать в модульном садовом устройстве типа воздуходувка.

Также оба типа крыльчатки полностью удовлетворяют принципу создания ТФАИ, а именно:

- 1 Сохранено служебное назначение изделия;
- 2 Возможно производство в условиях технического оснащения УПМ ПГУ имени С. Торайгырова;
- 3 При создании использовано минимальный объем механической обработки;
- 4 Минимальная себестоимость.

Возможность использования данной технологии за пределами УПМ ПГУ им. С. Торайгырова, тем самым возможно расширение круга потребителей данного типа крыльчатки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Поляков, В. В., Скворцов, Л. С.** Насосы и вентиляторы: Учебник для вузов. – М., 1990. – 336 с.
- 2 **Башуров, Б. П.** Судовые насосы и вентиляторы: Тексты лекций. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1983. – 32 с.
- 3 **Соломахова, Т. С., Чебышева, К. В.** Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник – М.: Машиностроение, 1980. – 176 с, ил. 65
- 4 **Бак, О.** Проектирование и расчет вентиляторов. Пер.: И. О. Керстен; ред.: А.Р. Бушель. – М., 1961. – 363 с.

ТОЧНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ НА СОВРЕМЕННЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

МУСАГАЖИНОВА С. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ИТЫБАЕВА Г. Т.

к.т.н., асс. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Повышение точности обработки деталей наряду с достижениями высокой производительности является основной проблемой в технологии машиностроения.

Познание природы формирования точности обработки и разработка новых методов ее оценки с учетом физических свойств технологической системы, размеров, формы, шероховатости рабочих поверхностей составляющих ее деталей, режимов резания, приобретает первостепенное значение.

Качеством продукции называется степень соответствия её характеристик предъявляемым требованиям. Точность размеров, форм и взаимного расположения элементов изделия и является основной характеристикой его качества.

На качество продукции влияет ряд факторов, которые принято разделять на внешние и внутренние. Внешними факторами является уровень спроса и требования потребителей, а также законодательные стандарты. Ко внутренним факторам относятся материальная база предприятия, квалификация персонала и характеристики оборудования, выпускающего продукцию. Таким образом, удовлетворение внешнего спроса и получение конкурентного преимущества на рынке невозможно без обеспечения и постоянной работы по повышению качества выпускаемых предприятием изделий.

Проблемы обеспечения качества обработки.

Фрезерование является одним из основных методов обработки заготовок резанием. Фрезерование на станочном оборудовании связано с неизбежным появлением неточностей при обработке. Среди причин возникновения погрешностей размеров и формы изделия можно выделить:

- 1) степень точности фрезерного станка;
- 2) погрешности базирования (установки, крепления) заготовки;
- 3) износ режущего инструмента (а также ошибки при его установке/закреплении);
- 4) упругие и тепловые деформации системы «станок-приспособление-заготовка» в процессе обработки;

5) остаточные внутренние напряжения в заготовке.

Кроме вышеперечисленного, можно выделить и «человеческий фактор», т. е. квалификацию персонала. Для универсальных станков этот фактор оказывает решающее влияние на качество выпускаемой продукции. При фрезеровании на современных станках с ЧПУ данный фактор (вопреки распространённому заблуждению) играет ещё большую роль, только в несколько «смещённой» форме. Здесь основная работа наладчиков и операторов выполняется при подготовке станка к работе, его программировании, пробном «прогоне», а также последующем периодическом обслуживании. Непосредственно в процессе обработки влияние «человеческого фактора» на качество изделий при обработке на фрезерных станках с ЧПУ сводится к минимуму, однако полностью всё же не исключается.

Основными причинами, влияющими на точность обработки при фрезеровании, являются: погрешности, вызванные неточной установкой обрабатываемой заготовки на станке;

– погрешности обработки, возникающие в результате упругих деформаций технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) под действием силы резания; погрешности, возникающие в результате деформации, заготовки и других элементов оснастки при креплении заготовки; погрешности обработки, вызываемые размерным износом инструмента; погрешности наладки станка (погрешности установки на глубину фрезерования, погрешности пробных промеров и т.д.);

– погрешности, обуславливаемые неточностью станка (биение шпинделя, погрешности перемещения стола и т.д.); погрешности обработки, возникающие в результате температурных деформаций обрабатываемой детали, станка, инструмента и др.; погрешности, вызванные действием остаточных напряжений в материале заготовок и готовых деталей.

Точность станка в ненагруженном состоянии зависит главным образом от точности изготовления основных деталей и узлов станка и точности их сборки. Погрешности, допущенные в размерах и форме этих деталей и их взаимном расположении (плоскостность, цилиндричность, параллельность и перпендикулярность осей и плоскостей, концентричность, соосность и т.д.), называют иногда геометрическими погрешностями станка. Величины этих погрешностей определяют путем проверки станка в ненагруженном состоянии, при неподвижном положении его частей и при медленном их перемещении от руки. Проверку производят при помощи

приспособлений с индикаторами, измерительных приборов, точных линеек, уровней и других средств измерения. Нормы точности и методы проверки станков регламентированы стандартами (ГОСТ). Так, например, радиальное биение шпинделей фрезерных станков у конца шпинделя в ненагруженном состоянии допускается не более 0,01–0,015 мм. У металлорежущих станков, прежде всего, изнашиваются детали, которые при их взаимном относительном перемещении испытывают наибольшие удельные нагрузки. Износ деталей станка в значительной мере зависит от содержания станка в чистоте и регулярности его промывки и смазки.

Существенно влияет на точность обработки износ режущего инструмента, который изнашивается быстрее, чем детали станка. Режущий инструмент изнашивается по передней и задней поверхностям. Износ по задней поверхности особенно влияет на точность обработки. Размеры деталей изменяются также по причине затупления режущей кромки инструмента, что вызывает увеличение радиальной составляющей силы резания и, значит, увеличение деформаций всей системы СПИД. Погрешность приспособлений возникает в результате неточности его изготовления и износа при эксплуатации. В общем случае погрешность изготовления приспособления не должна превышать 1/3–1/5 доли допуска на соответствующий обрабатываемый размер детали.

Неточность обработки, зависящая от установки инструмента и настройки станка на размер. Установку инструмента на размер при обработке в единичном производстве, выполняет рабочий. В серийном и массовом производстве детали обрабатывают на станках, настроенных на размер наладчиком. В единичном производстве требуемый размер детали получается методом пробных проходов: после каждого прохода инструментом небольшого участка поверхности деталь измеряют и, если необходимый размер не получен, установку инструмента на нужный размер корректируют. Так как при этом глубина резания на участке пробных проходов и на всей остальной части обрабатываемой поверхности может оказаться неодинаковой вследствие неровности, возникает неточность обработки. Более совершенным является метод автоматического получения требуемого размера. При работе по этому методу станки предварительно настраивают на заданный размер, т.е. рабочим звеньям станка, приспособления и инструмента придается определенное взаимное положение, которое и обеспечивает автоматическое получение требуемого размера обрабатываемой

детали. Нужное положение инструмента относительно детали не изменяется до окончания обработки всей партии деталей или до смены инструмента из-за его притупления. Неточность установки инструмента после его смены и износ инструмента приводят к неточности обработки.

Погрешность установки определяется суммой погрешности базирования и погрешности закрепления. Погрешность базирования возникает вследствие несовмещения установочной базы с измерительной. Погрешность закрепления возникает вследствие смещения заготовки под действием зажимной силы, прилагаемой для фиксации ее положения.

При обработке деталей на металлорежущих станках силы резания, зажатия и другие воздействуют на детали станка, обрабатываемую деталь и режущий инструмент, вследствие чего происходит их деформация, изменение положения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой детали (отжим); размеры обрабатываемой детали изменяются, появляются отклонения от правильной геометрической формы (конусность, овальность и т.п.). Деформации, возникающие в технологической упругой системе СПИД под влиянием воздействия действующих в системе сил, являются одним из источников погрешностей обработки. Жесткость упругой системы СПИД имеет большое значение для точности обработки деталей на металлорежущих станках. Под жесткостью упругой системы понимают ее способность оказывать сопротивление действию сил, стремящихся ее деформировать. Жесткость упругой системы влияет в основном на точность обработки и на возникновение вибраций. Большая жесткость системы является одним из основных условий достижения точности при обработке. При отсутствии достаточной жесткости под действием сил резания и других сил система деформируется, что приводит к искажению формы детали и получению неправильных ее размеров. С жесткостью системы СПИД связано и явление вибрации. Системы, обладающие большой жесткостью, могут работать с более высокими режимами резания без появления вибрации, что обеспечивает их большую производительность. Жесткость станков повышается усовершенствованием их конструкции или применением дополнительных устройств (например, на горизонтально-фрезерных станках применяют дополнительное крепление кронштейна и стола), а также повышением качества сборки.

На точность механической обработки деталей при выполнении окончательных операций существенно влияют температурные деформации обрабатываемой детали и деталей станка, вызываемые их нагревом. На точность обработки могут влиять также тепловые деформации режущего инструмента, который во время работы сильно нагревается. Тепловые деформации происходят по причинам: 1) нагрева теплом, выделяющимся при резании металла; 2) нагрева теплом, образующимся при трении движущихся частей станка; 3) непостоянства температуры помещения, вследствие чего происходят неравномерный нагрев или охлаждение системы станок – приспособление – инструмент – деталь. При обработке с охлаждением детали и инструмента тепловые деформации значительно уменьшаются.

Качество обработки на современных станках с ЧПУ.

Большинство описанных выше причин возникновения погрешностей при обработке изделий, практически полностью устранены или сведены к минимуму при использовании современных фрезерных станков с ЧПУ:

1 Высокая степень точности – за счёт совершенства механической конструкции и широкого использования электронных компонентов – достигает величин порядка 0,05–0,01 мм и не уменьшается в процессе работы (отсутствует накопление т. н. «плавающих ошибок»);

2 Неточности базирования заготовки не оказывают решающего влияния, поскольку большинство станков имеют возможность коррекции «нулевой точки» (начального позиционирования режущего инструмента), а некоторые модели оборудованы специальными датчиками, определяющими габариты заготовки и автоматически корректирующие свой «инструментальный ноль». Вспомогательные системы крепления заготовки на рабочем столе (как стандартные струбцины, так и сложные типа «вакуумный стол») позволяют размещать и надёжно фиксировать заготовки практически любой геометрии. А управляющая программа станка допускает отсчёт координат заготовки с любой удобной точки (т. о. выбор основных конструкторских баз существенно упрощён);

3 Появление станков с ЧПУ, способных фрезеровать на высокой скорости, активизировало соответствующее развитие режущего инструмента. В настоящее время всё большее распространение получают твёрдосплавные фрезы с алмазным напылением. Отличающиеся малыми погрешностями размеров и низкими вибрациями, современные фрезы успешно противостоят износу

и обеспечивают высокое качество обработки поверхностей. Для крепления фрез в патроне станка используются простые по конструкции и надёжные в эксплуатации цанговые патроны. Таким образом, риск неправильной/ненадёжной установки и закрепления инструмента тоже сводится к минимуму.

4 Современные станки с ЧПУ, как правило, отличаются повышенной жёсткостью конструкции, способной эффективно противостоять вибрациям (даже при обработке на высоких скоростях) и сводить к минимуму деформацию системы «станок – приспособление – заготовка». Это исключает уход инструмента при обработке и повышает качество фрезерования. Надёжные системы охлаждения (как шпинделя станка, так и непосредственно фрезы) помогают поддерживать неизменный тепловой режим и обеспечивать сохранение высоких показателей точности даже при длительной напряжённой обработке. Ещё одним важным достоинством станка с ЧПУ является постоянство характеристик обработки, что означает отсутствие существенных различий точности отдельных деталей внутри обрабатываемой серии.

Исходя из вышеописанного видно, что современное оборудование с ЧПУ позволяет достичь высокой точности фрезерования. Однако резерв повышения качества далеко не исчерпан и в большей степени заключается в совершенстве управляющих программ т.е снова зависит от «человеческого фактора».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Альперович, Т. А.** Исследование точности станков. – М. : Машиностроение, 1984. - 44 с.
- 2 **Кораблев, П. А.** Пути повышения точности обработки на металлорежущих станках в приборостроении. – М. : Машиностроение, 1974. – 120 с.
- 3 **Фикс-Марголин, Т. Е.** Оценка качества станков по характеристикам жесткости. – Ташкент : Фан, 1978. – 92 с.
- 4 **Кадыров, Ж. Н., Жуков, Э. Л., Долгов, К. П.** Повышение точности механической обработки на токарных станках с ЧПУ // Станки и инструмент. – 1980. – № 4. С. И – 12.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ШИНГИСОВА М. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ДЕНЧИК А. И.

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

Важнейший элемент, определяющий эксплуатационную надежность и экономичность в производстве работ нефтегазовой промышленности, является запорная арматура. Одним из широко используемых видов запорной арматуры являются задвижки, конструкционно-технологическое разнообразие которых имеет весьма большой диапазон.

Данный вид запорной арматуры обладает рядом преимуществ перед другими запирающими устройствами (краны шаровые фланцевые, краны шаровые муфтовые, вентили, заслонки), к которым относятся: простота конструкции, небольшие габаритные размеры, выгодная стоимостная характеристика и возможность эксплуатации в самых разнообразных условиях. Однако, наряду с достоинствами, также стоят и недостатки, которые, главным образом, проявляются в процессе эксплуатации запирающего элемента. Наиболее часто встречаются следующие неисправности:

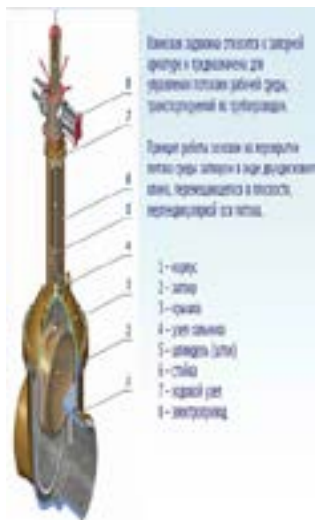
- Потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительными поверхностями затвора и седла.
- Потеря герметичности в связи с пропуском среды между седлом и корпусом.
- Потеря герметичности сальникового уплотнения штока (шпинделя) и соединения крышки с корпусом.
- Пропуск среды через фланцевое соединение крышки с корпусом.
- Образование задиров и язвенной коррозии на поверхностях штока (шпинделя), контактирующих с сальниковой набивкой.
- Износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки.
- Повреждения резьбы крепежных деталей.
- Недопустимо большой нерегулируемый расход среды в регулирующей арматуре.
- Неисправности привода и поломка маховиков ручного управления.

Конкретизируя вид запорной арматуры, в данной статье речь пойдет о задвижке клиновой по неисправностям 5,6.

Клиновые задвижки широко применимы в нефтегазовой промышленности для перекрытия потока рабочей среды. Ее конструкция предназначена для перекрытия потока рабочей среды в трубопроводе. Клиновая задвижка имеет затвор, который при выполнении действий, направленных на ее открытие или закрытие, располагается перпендикулярно по отношению к потоку рабочей среды, имея только два основных положения: открыто и закрыто.

В конструкции задвижки резьбовой шпindelь жёстко закреплён на штурвале, а гайка (втулка) ходовая неподвижно зафиксирована на корпусе задвижки. Вращение штурвала и шпинделя через втулку ходовую преобразуется в поступательное перемещение затвора. В крайнем нижнем положении затвор полностью перекрывает поток, а в крайнем верхнем перемещается в камеру расположенную за периферией потока, шпindelь же при этом перемещается внутрь затвора.

Одной из причин выхода из строя и вывода из эксплуатации задвижки является износ ходовой резьбы шпинделя и резьбовой втулки.



1 – корпус; 2 – затвор; 3 – крышка; 4 – узел сальника;
5 – шпindelь (шток); 6 – стойка; 7 – ходовой узел;
8 – электропривод

Рисунок 1 – Задвижка клиновая фланцевая

Данная проблема возникает вследствие того, что шпindelь работает в условиях постоянного трения при высоких механических нагрузках, подвергается различного рода напряжениям сжатия, изгиба, кручения, находится в контакте с резьбовой втулкой ходового узла. Шпindelь и ходовая втулка арматуры снабжаются трапецеидальной резьбой, которая несет значительную нагрузку. Для изготовления шпинделей должна применяться сталь, имеющая стабильные механические свойства, высокую коррозионную стойкость и износостойкость. Как правило, на машиностроительных предприятиях с вышеперечисленными характеристиками используют сталь 12Х18Н10Т. Для изготовления втулки ходовой применяется сталь марки 20Х13. Данная деталь после механической обработки резанием подвергается термической обработке (закалка 10000 °С масло + отпуск 6000 °С воздух). В результате термообработки в окислительной среде образуются оксидные плёнки (окалина), как на поверхности детали, так и на резьбе. Образовавшаяся окалина ухудшает скручиваемость шпинделя и втулки ходовой. Учитываем, что сталь 12Х18Н10Т, склонна к схватыванию при контактных нагрузках, окалина способствует появлению задиров в контакте со шпинделем и последующим ускоренным износом.

Ходовой узел является ответственным элементом конструкции арматуры, так как обеспечивает возможность перемещения затвора относительно седла. Надежность и долговечность работы ходовой пары - важные параметры эксплуатационных свойств. Для повышения уровня износостойкости пары трения шпindelь - втулка ходовая, а как следствие и задвижки клиновой в целом, в работе исследуются варианты замены материала втулки ходовой.

На основе анализа литературных источников [1, 2] и данных таблицы 1, целесообразно изготавливать исследуемую пару трения из стали 20Х13 (шпindelь) и БрАЖМц10-3-1,5 (втулка ходовая).

Целесообразность замены материала состоит в том, что твердость поверхности шпинделя должна быть несколько выше (на 35–40 %; 14–20 НВ) твердости поверхности втулки, и таким образом повышение твердости направлено на то, чтобы затруднить пластическую деформацию и исключить микрорезание поверхностей трения.

Предлагаемая замена материалов влечет за собой увеличение прочностных характеристик ($\sigma_{\text{в}}$ = 1020кгс/см²) и, следовательно, эксплуатационную износостойкость, надежность и долговечность.

Рекомендуется в процессе эксплуатации в качестве сезонного обслуживания осуществлять периодическую смазку составных частей узла трения консистентной смазкой типа Литол 24.

ЛИТЕРАТУРА

1 Арзамасов учебник для высших технических учебных заведений / под общ. ред. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 384 с.

2 Гаркунов – М. : Машиностроение, 1985. – 424 с.

3 Конструкционные материалы: Справочник/, , и др.; под общ. ред. . – М. : Машиностроение, 1990. – 688 с. – ISBN 5-217-01112-2.

4 Лахтин учебник для высших технических учебных заведений / - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528с: ил. ISBN5-217-00858-X

5 Плотников задвижка с приводной головкой. Расчет и конструирование: учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015. – 136 с. –ISBN 978-5-7996-1392-1.

6 СТ. ЦКБА 057-2008 «Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры».

4.3 Көлік инфрақұрылымының жағдайы мен болашағы

4.3 Состояние и перспективы транспортной инфраструктуры

О РАЗВИТИИ ГРУЗОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ

АКИМЖАНОВ Ж. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕМБАЕВ Н. С.

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

Транспорт, в частности железнодорожный, является важнейшей сферой общественного производства и занимает особое место в системе хозяйственного комплекса страны. Будучи основой разделения труда в обществе он осуществляет многообразную связь между производством и потреблением, промышленностью и сельским хозяйством, добывающей и обрабатывающей промышленностью, между различными экономическими районами. От эффективной

работы исследуемого объекта во многом зависит уровень экономической и технологической эффективности функционирования всех отраслей национального хозяйства.

Вместе с тем, следует отметить, что международная транспортировка является нефакторной услугой, появившейся задолго до возникновения любых других видов международных услуг и является наиболее значимой с точки зрения международной экономики.

В международном товарообмене транспорт занимает особое место. С одной стороны, он является необходимым условием осуществления международного разделения труда; с другой стороны – выступает на международных рынках в качестве экспортера своей продукции, которая представляет специфический товар - транспортные услуги. Таким образом, формируются два различных подхода к роли транспорта в системе внешнеэкономических связей.

Немаловажным в организации международных грузовых перевозок железнодорожным транспортом является внедрение инновационных технологий. Эффективность работы железнодорожного комплекса в данной сфере определяет конкурентоспособность предоставляемых услуг.

К сожалению, на сегодняшний день инновационные процессы на железнодорожном транспорте протекают не так быстро как хотелось бы. Условием позволяющим характеризовать развитие железнодорожного комплекса как чисто экстенсивное является наращивание производственной мощности за счёт лишь только нового строительства дополнительных линий или расширения действующих на неизменной технической основе. Очевидно, что этот путь является не приемлемым, так как не обеспечивает решение задач по повышению эффективности отрасли в целом.

Инновации являются ключевым фактором развития организаций. Управление созданием нововведений должно базироваться на знании и умелом использовании принципов, лежащих в основе успешных инновационных решений.

Эффективность инновационной стратегии зависит от того, насколько однозначна полно и конкретно поставлены цели и определена стратегия. Разработка инновационной стратегии развития международных транспортных перевозок предполагает проведение оценки эффективности инновационных технологий. Следует отметить, что в настоящее время еще нет единого методического подхода к оценке эффективности инноваций.

На рисунке 1 представлена схема формирования цены предложения товара в пункте назначения. Цена предложения товара в пункте назначения состоит из цены предложения в пункте отправления и транспортно-логистических затрат, связанных с перемещением товара:

$$C_{np}^0 = C_{np} + C_{ЛТТС} \quad (1)$$

где C_{np} – цена предложения в пункте отправления;

C_{np}^0 – цена предложения в пункте назначения;

$C_{ЛТТС}$ – цена ЛТТС, включающая тарифы, сборы, налоги и прибыль оператора.

В реальной деятельности стоимость подсистем ТТС_i не фиксируется. Она изменяется под влиянием колебания конъюнктуры транспортных рынков, цены на нефть, политических факторов, внедрения прогрессивных технологий и других факторов. Оставляя постоянной цену предложения товара, появляется возможность определить допустимые отклонения стоимости подсистем ТТС_i от своих средних значений. Причем, если стоимость одной ТТС_i будет увеличиваться, то другой должна уменьшаться.



Рисунок 1 – Схема формирования цены предложения товара в пункте назначения при мультимодальной перевозке грузов

Метод оценки конкурентоспособности перевозок на основе интегрального показателя обладает множеством достоинств. Вместе с тем, и он не лишен определенных недостатков. Во-первых, интеграция многочисленных параметров в единый показатель скрывает специфику каждого параметра. С целью устранения этого недостатка

предполагается составлять комплекс минимальных и максимальных параметров системы доставки. Только те системы доставки, параметры которых находятся в допустимом диапазоне, могут быть в дальнейшем приняты к рассмотрению. Во-вторых, интегральный показатель отражает только внутренние факторы системы доставки, исключая внешние (государственное регулирование, энергетические кризисы, угроза войны, эмбарго, корректировка пошлин, сборов и т.д.). Он выражает текущий уровень конкурентоспособности системы доставки, а не отражает тенденцию ее развития. В-третьих, необходимо отдельно рассмотреть неопределенность показателей системы доставки, поскольку она существенно влияет на политику управления запасами у потребителей транспортной продукции.

Неопределенность системы доставки приводит к появлению фактора риска просрочки доставки у грузовладельцев. Типичные риски при просрочке в доставке грузов показаны на рисунке 6.

Издержки содержания дополнительных страховых запасов, целью которых является устранение негативных последствий неопределенности срока доставки, определяются по формуле:

$$C = C_{\text{избавл}} + C_{\text{содерж}} - S \int_{t_{\min}}^{t^*} (t^* - t) f(t) dt + d \int_{t^*}^{t_{\max}} (t - t^*) f(t) dt \quad (2)$$

где: t – срок доставки грузов;

t_{\max} , t_{\min} – соответственно максимальная и минимальная величина срока доставки;

$f(t)$ – функция плотности распределения величины срока доставки t ; t^* – оптимальное время расхода страховых запасов у грузополучателя;

d – величина потерь при дефиците запасов в сутки;

S – величина издержек содержания излишних запасов в сутки.



Рисунок 2 – Невыполнение договорных условий по сроку доставки

Таким образом, экономическую эффективность ЛТТС следует оценивать с разных позиций – с позиций грузовладельцев, операторов мультимодальных перевозок и перевозчиков. Помимо определенных относительных показателей, необходимо учитывать неопределенные факторы, динамику внутренних и внешних параметров ЛТТС, поскольку они вызывают реальные затраты для участников логистических цепей.

Таким образом, развитие комбинированных перевозок как конкурентного сектора транспортных услуг является более чем целесообразным. Для этого необходимо:

- развитие правового поля государственной поддержки комбинированных перевозок;
- законодательное определение статуса, пределов ответственности оператора комбинированных перевозок, взаимной ответственности перевозчиков (железнодорожного и автомобильного транспорта);
- совершенствование тарифной системы стимулирующей развитие комбинированных перевозок;
- законодательное установление системы льгот грузоотправителям и перевозчикам при участии их в международных комбинированных перевозках;
- заключение двух- и многосторонних межгосударственных соглашений правительственного уровня о реализации конкретных

перевозок по конкретным направлениям с участием определенных субъектов перевозок;

– вступление в Международный союз комбинированных железнодорожно-автомобильных перевозок.

Комбинированные перевозки (как подвид смешанных перевозок) подразделяются на: сухопутные сообщения, когда промежуточной несущей транспортной единицей является специализированный или универсальный железнодорожный подвижной состав; сухопутно-морские, когда промежуточной несущей транспортной единицей является специализированное морское судно (железнодорожно – автомобильно-паромные транспортные системы, лихтеровозные системы, Рофлоу и др.). Объектами транспортного обслуживания сухопутных комбинированных перевозок – это контейнеры, полуприцепы, контрейлеры, роудрейлеры, автопоезда и др.

Из всех комбинированных перевозок, к которым относятся контейнерные, контрейлерные, бимодальные перевозки, транспортировка съемных кузовов и др., широкое распространение на железной дороге Казахстана получил только первый вид. Без сомнения контейнерная система является самым динамично развивающимся видом комбинированных перевозок во всем мире, охватывающим все большие грузопотоки. Такие «экзотические» перевозки, как контрейлерные и бимодальные, находятся в большинстве стран, включая и Казахстан, в основном на стадии обкатки подвижного состава и организационных схем, хотя сама идея подобных перевозок далеко не новая.

Еще два десятилетия назад в странах Западной Европы, США и СССР разрабатывались проекты развития перевозок автопоездов по железным дорогам. Наиболее жизнеспособными по экономическим и техническим показателям показали себя перевозки автотранспортных средств (автопоездов и полуприцепов) на специальных железнодорожных платформах с пониженным уровнем грузовой площадки и на платформах с уменьшенным диаметром колесных пар (система «железное шоссе»). Эти перевозки и принято в основном называть контрейлерными. На сегодняшний день на зарубежном транспорте функционируют маршруты контрейлерных перевозок в Германии, Италии, Австрии, Венгрии, но наибольшего успеха в этой области добились США, на территории которых несколько компаний регулярно осуществляют трансконтинентальные перевозки автомобильных полуприцепов.

Для внедрения контрейлерной технологии перевозки на железнодорожном транспорте Казахстана. Целесообразно выделить три наиболее важных аспекта организации контрейлерной перевозки - технический, технологический и экономический. Такой подход позволит более тщательно проанализировать существо проблемы внедрения и эффективного функционирования системы контрейлерных перевозок на казахстанской железной дороге.

В настоящее время особое внимание следует уделить организации контрейлерных перевозок. Разработка системы оценки экономической эффективности контрейлерных перевозок является сложной задачей, обусловленной не только техническими и технологическими особенностями перевозок, но и большим кругом проблем, связывающих участков данных перевозок.

В рыночных условиях работы контрейлерная перевозка, как и любое другое сотрудничество, должна быть обоюдно выгодной и для железнодорожного транспорта, и для автоперевозчиков, пользующихся данной услугой. Контрейлерная перевозка представляет собой кооперацию усилий железнодорожного и автомобильного транспорта, направленную на более качественное удовлетворение потребностей грузовладельцев и, несомненно, на получение прибыли перевозчиками.

Одним из наиболее важных аспектов при оценке экономической эффективности железнодорожных контрейлерных перевозок является то, что фактическими пользователями этих перевозок являются не грузовладельцы, а автоперевозчики, то есть владельцы автотранспортных средств. Следовательно, именно они выбирают такой способ перемещения своего автотранспортного средства, при котором ими может быть получен максимальный экономический эффект.

В качестве примера расчета мультимодальной логистической цепи определим эффективный вариант доставки груза от пункта А до пункта D (рисунок 3).

Схема доставки: автомобильный транспорт - железнодорожный транспорт - автомобильный транспорт.

Главная функция проектируемой системы - доставка груза от пункта А до пункта D.

Выявлены следующие подфункции системы:

- перевозка автомобильным транспортом по участку АВ;
- перевалка груза в терминале В;
- перевозка железнодорожным транспортом по участку ВС;

- перевалка груза в терминале С;
- перевозка автомобильным транспортом по участку CD.

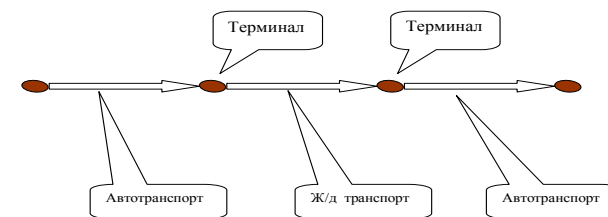


Рисунок 3 – Эффективный вариант доставки груза от пункта А до пункта D

Операции погрузки в пункте А и разгрузки в пункте D осуществляются соответственно грузоотправителем и грузополучателем.

С целью обеспечения безопасности при доставке ко всем участникам (далее модулям) проектируемой системы предъявляются следующие требования:

- наличие лицензии по реализации услуг, связанных с перевозкой опасного груза;
- наличие опыта работ с взрывчатыми веществами;
- наличие специализированных транспортных и технических средств.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Белый, О. В.** Стратегия развития транспортной отрасли в условиях системного кризиса страны // Бюллетень транспортной информации.- 2004.- №7-8.- 2-6 с.

2 **Кожевников, Ю. Н.** Железнодорожные грузовые тарифы : конкурентность с другими видами транспорта // Железнодорожный транспорт. – 1997. – № 2. – 39–59 с.

3 Соглашение о международных железнодорожных перевозках (СOTIF) 1980 г.

Международная конвенция по перевозке грузов по железным дорогам (МГК) 1890 г.

4 **Алпысбаев, С. А.** Инновационный менеджмент. – А., 2004.

5 **Белов, И. В.** Экономическая эффективность ускорения доставки грузов. – М. : Трансжелдориздат, 1985. – 55 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

АХМЕТОВ С. И.

докторант PhD, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Современное мировое общество сложно представить без автомобильного транспорта, так как он играет большую роль в жизни общества, обеспечивая высокой мобильностью население и колоссального грузооборота, которые имеют место как на локальном или региональном уровне, так и в глобальном масштабе. В отличие от крупных стационарных источников загрязнений автомобильный транспорт представляет себя в виде множественных автономных источников загрязнений, расположенных в непосредственной близости от деятельности человека.

Также урбанизация городов приводит к увеличению количества населения и, соответственно, к увеличению количества автомобильных транспортных средств. При этом пропускная способность автомобильных дорог не всегда соответствует количеству автомобильного транспорта проезжающим по ним. На этом основании на дорогах даже в небольших городах Республики Казахстан все чаще возникают скопления автомобильных транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги (возникает дорожный затор). При этом негативными последствиями дорожных заторов для человека являются: снижение пропускной способности дороги; общее увеличение времени в пути; увеличение шума; стресс водителей и пассажиров и другие. А негативными последствиями дорожных заторов для автомобильных транспортных средств являются: увеличение расхода топлива (разгон, торможение, долгая работа двигателя внутреннего сгорания на минимальных оборотах холостого хода), увеличение выброса вредных веществ, что является наиболее острой проблемой загрязнения воздушного бассейна городов выбросами автомобильных двигателей, увеличение износа автомобилей [1, с. 5].

Мировое двигателестроение со второй половины XX века занимается системами очистки отработавших газов от содержащихся в них вредных компонентов. Наиболее эффективным в этой области является разработка так называемых трехкомпонентных, т. е. предназначенных для обезвреживания трех основных нормируемых

соединений - монооксида углерода, углеводородов и оксидов азота, нейтрализаторы, высокая эффективность которых не вызывает сомнения. Экологические проблемы до последнего времени решались в основном за счет совершенствования рабочего процесса, применения каталитических нейтрализаторов окислительного типа и, в небольших объемах, фильтров для улавливания дисперсных частиц [2, с. 25–27].

Однако, наряду с выполнением норм на выбросы вредных веществ новом нормируемом показателе, диоксиде углерода, необходимо обеспечить и достаточно высокий уровень такого конъюнктурного показателя, как топливная экономичность [3, с. 5–8].

Опасность загрязняющих природу веществ зависит от многих факторов окружающей среды и от самих веществ. Поэтому научно-технический прогресс ставит задачу разработать объективные и универсальные критерии вредности.

В соответствии с различиями в количествах и видах выбрасываемых загрязняющих веществ целесообразно рассматривать в отдельности бензиновые (особенно двух- и четырехтактные) и дизельные двигатели внутреннего сгорания. Так как загрязнение атмосферы выбросами от автотранспорта становится основным бедствием для населения многих городов, поэтому снижение их стало основной экологической проблемой, над которой сегодня работают специалисты различных предприятий и организаций, природоохранительных учреждений области.

Кроме того, нет единого универсального метода очистки для всех загрязнителей. Эффективный метод очистки отходящих газов от одного загрязняющего вещества может оказаться бесполезным по отношению к другим загрязнителям. Или метод, хорошо оправдавший себя в конкретных условиях (например, в строго ограниченных пределах изменения концентрации или температуры), в других условиях оказывается малоэффективным. По этой причине приходится использовать комбинированные методы, сочетать несколько способов одновременно. Все это определяет высокую стоимость очистных сооружений, снижает их надежность при эксплуатации.

Вредные примеси в отходящих газах могут быть представлены либо в виде аэрозолей, либо в газообразном или парообразном состоянии. В первом случае задача очистки состоит в извлечении содержащихся в промышленных газах взвешенных твердых и

жидких примесей – пыли, дыма, капелек тумана и брызг. Во втором случае – нейтрализация газо- и парообразных примесей.

Очистка от аэрозолей осуществляется применением электрофильтров, методов фильтрации через различные пористые материалы, гравитационной или инерционной сепарации, способами мокрой очистки. Очистка выбросов от газо- и парообразных примесей осуществляется методами адсорбции, абсорбции и химическими методами.

Абсорбционный способ очистки основан на различной растворимости компонентов газовой смеси в жидкости - абсорбенте. К достоинствам абсорбционной очистки относятся, прежде всего, высокая степень очистки, непрерывность процесса, возможность извлечения большого количества примесей и возможность регенерации абсорбента, а к недостаткам – громоздкость оборудования, сложность технологических схем очистки.

Химические методы очистки газообразных отходов заключаются в том, что к отходящим промышленным газам добавляют различные реагенты. Основное достоинство химических методов очистки – высокая степень очищения. Одним из видов химических методов может служить термическая очистка – дожигание отработавших газов.

Существуют другие альтернативные стратегии, нацеленные в первую очередь на решение одной из наиболее сложных для перспективного двигателя проблем - снижения выбросов оксидов азота при одновременном улучшении топливной экономичности на режимах ездового цикла. Ясно, что в краткосрочном плане наибольшие шансы у стратегии стехиометрического сгорания: она наиболее технологически подготовлена и позволяет наиболее эффективно снижать выбросы оксидов азота на всех режимах работы двигателя.

Опыт таких фирм, как «Форд» и «Тойота», свидетельствует, что данная стратегия дает возможность выполнить нормы «Евро-4», практически не меняя конструкцию многоклапанного бензинового двигателя с многоточечным впрыскиванием топлива. Для этого достаточно иметь систему управления, способную поддерживать стехиометрический ее состав на частичных нагрузках, обеспечивая тем самым наименьшие выбросы загрязняющих веществ и расход топлива. Разбавление рабочей смеси отработавшими газами уменьшает скорость сгорания топливовоздушной смеси, что, в свою очередь, делает работу двигателя нестабильной, особенно на малых

нагрузках. Поэтому рециркуляцию приходится ограничивать 8–12 %, при этом выбросы оксидов азота уменьшаются на – 60 %. Если же применить рабочий процесс с быстрым сгоранием, то степень рециркуляции можно повысить до 25 %, уменьшив тем самым выбросы оксидов азота еще на 20 %.

При работе двигателя внутреннего сгорания на диметилевоом эфире (ДМЭ) приводит к снижению уровня выбросов СО и СН, можно добиться путем оптимизации топливоподачи и воздухообеспечения. Применение каталитического нейтрализатора при работе двигателя на ДМЭ приведет к практически полному устранению вредных выбросов.

Следует отметить ужесточение экологических требований вынуждают производителей автомобилей перейти на альтернативные топлива, включая водородный синтез-газ, но в будущем.

Но на более далекую перспективу самыми интересными будут, по всей видимости, именно топлива из возобновляемых ресурсов. При этом и теоретически, и экспериментально доказано: наиболее перспективны растительное, хлопковое, соевое, льняное, пальмовое, арахисовое, сурепное и др. масла [4, с. 12–15].

Достоинства и недостатки альтернативных топлив, а также особенности их применения в дизелях обусловлены их составом, физико-химическими свойствами и возможностью получения из возобновляемого сырья. Главное достоинство топлив, получаемых из рапсового масла, практически полная биоразлагаемость. Содержащиеся в них 10–12 % масс, кислорода позволяют заметно уменьшить выбросы в атмосферу таких вредных веществ, как углеводород и сажа, а также оксидов азота – из-за снижения температур сгорания. Кроме того, рапсовое масло в действительности не содержит соединений серы; в нем нет и полициклических ароматических углеводородов-канцерогенов, обычно содержащихся в отработавших газах дизелей (таблица 1).

Таблица 1

Топливо	Возобновляемость; ресурсов	Экологичность		Адаптированность		Парниковый эффект
		При производстве	При использовании	К транспортированию и хранению	При использовании	
Дизельное	-	-	+/-	+	+	-
Сжатый природный газ	-	+	+	-	-	-
Сжиженный нефтяной газ	-	+	+	-	-	-
Диметилловый эфир	-	-	+	-	-	-
Метанол	-	-	+	+	-	-
Рапсовое масло	+	+	+	+	+/-	+
Метилэфир рапсового масла	+	+/-	+	+	+	+

знаком «+» обозначено наличие преимуществ по сравнению со штатным дизельным топливом, знаком «-» – их отсутствие, а «+»/»-» – сочетание и того, и другого

Перспективным считается, не сами масла, а получаемые из них эфиры, которые отличаются от самого масла отличается плотностью, вязкостью и температурой воспламенения, более высоким цетановым числом, поэтому они могут, подаваться и в цилиндры двигателя штатной топливоподающей аппаратурой.

В целом опыт и результаты исследований зарубежных фирм говорят, что смесевые биотоплива на базе рапсового масла способствуют не только экономии нефтяных топлив, но и улучшению экологических показателей двигателей внутреннего сгорания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Ордабаев, Е. К.** Экологическая безопасность автомобилей: Монография. – Павлодар : Кереку, 2014. – 122 с.
- 2 **Панчишный, В. И.** Системы комплексной очистки отработавших газов дизелей / В. И. Панчишный // Автомобильная промышленность. – 2004. – № 1. – С. 25–27.
- 3 **Кульчицкий, А. Р.** Эфрос В.В. Транспорт и «парниковые газы» / А.Р. Кульчицкий В. В. Эфрос // Автомобильная промышленность. – 2005. – № 6 – С. 5–8.
- 4 **Козлов, А. В.** Экологическая модель ДВС с искровым зажиганием / А. В. Козлов // Автомо-бильная промышленность. – 2003. – № 4. – С. 12–15.

ВАРИАНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ВАГОНОВ

ДЖАКУПОВА Э. М.
магистрант ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
СЕМБАЕВ Н. С.
к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

При современных условиях эксплуатации железных дорог широкое распространение получили тележечные вагоны, которые по сравнению с нетележечными конструкциями обеспечивают хорошее вписывание в кривые участки пути и меньшие вертикальные перемещения при передвижении вагонов по неровностям рельсов. Тележки служат для направления движения вагона по рельсовому пути, распределения и передачи нагрузок от кузова на путь, для восприятия тяговых и тормозных сил, а также для обеспечения движения вагона с минимальным сопротивлением и необходимой плавностью хода.

При разработке новых моделей тележек учитывают их назначение и необходимые ходовые качества для обеспечения безопасности движения: устойчивость против схода с рельсов, плавность при вписывании в кривые участки пути, минимальная величина вертикальных и горизонтальных динамических сил и ускорений при конструкционной скорости движения, требуемые показатели плавности хода, гарантированная прочность и надежность в эксплуатации.

С указанными способами связаны две концепции создания тележек. Первая концепция базируется на продолжении многолетних модернизаций серийной тележки при сохранении несимметричного способа распределения статической нагрузки на ходовые части. Наиболее распространенный вариант такой тележки имеет наружное по отношению к колесам размещение двух буксовых узлов на одной оси. В России это серийная тележка 18–100, в США тележка Barber. Менее распространен второй вариант тележки, имеющей внутренние по отношению к колесам два буксовых узла на одной оси. Например, тележка TF25 компании Power Duffryn, используемая в настоящее время в некоторых европейских странах для большегрузных вагонов.

В соответствии с данной концепцией за 40 лет было предпринято более 15 модернизаций двухосной традиционной тележки.

Иллюзия малозатратности данной концепции модернизаций тележки 18–100 продолжает привлекать специалистов.

Тележка модели 18–100 (рисунок 1) состоит из двух колёсных пар 6 с четырьмя буксовыми узлами 5, двух литых боковых рам 1, надрессорной балки 2, двух комплектов центрального подвешивания 3 с фрикционными гасителями колебаний 4 и тормозной рычажной передачи 7. Передача нагрузки от кузова вагона осуществляется через узел «пятник-подпятник», а скользуны 8 служат только для опирания кузова вагона при прохождении кривых участков пути.

На площадках 5 имеются упоры 6, которые служат для ограничения поперечного перемещения фрикционных клиньев. С внутренней стороны боковой рамы опорная плита переходит в предохранительные полки 7, являющиеся опорами наконечников триангелей в случае обрыва подвесок. Для крепления подвески тормозного башмака с внутренней стороны к боковой раме имеется кронштейн, между кронштейном и боковой рамой с внутренней стороны – полки с овальным отверстием, служащие опорой для балки авторежима.

Создание перспективных грузовых тележек с повышенной осевой нагрузкой до 27,0 тс, а впоследствии и до 30,0 тс является в настоящее время наиболее актуальной и наукоемкой задачей, решаемой в комплексе работ по разработке вагонов нового поколения. Повышение осевых нагрузок и скорости движения грузовых вагонов для повышения провозной и пропускной способности железных дорог будет экономически эффективным только при условии, что новые грузовые тележки будут оказывать воздействие при нагрузке 23,5 тс.

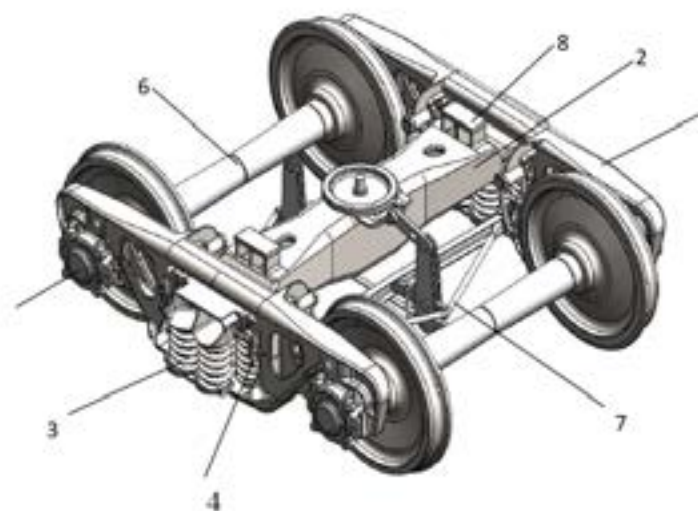


Рисунок 1 – Тележка модели 18-100

Технические параметры тележки должны определяться из следующих условий:

- непрерывного улучшения потребительских свойств транспортных услуг (производительность, скорость, мощность, комфорт, сохранность грузов, эргономика);
- снижения затрат за жизненный цикл объектов инфраструктуры и подвижного состава;
- повышения безопасности движения с обеспечением требуемых показателей ресурса и риска;
- повышения показателей надежности и коэффициента эксплуатационной готовности;
- снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

Предусматриваются следующие основные направления улучшения технических параметров и характеристик подвижного состава.

Главными преимуществами тележек «семейства» 18–100 являются простота их конструкции, эксплуатации и ремонтпригодность. Однако указанные положительные свойства тележек «семейства» 18–100 приводят и к недостаткам, среди которых следует отметить:

- большую жёсткость пружин для порожнего или малозагруженного режима работы вагона;

– низкую стабильность, недостаточную горизонтальную демпфирующую способность гасителей колебаний;

– значительную необрессоренную массу и недостаточный статический прогиб, что обуславливает их повышенное воздействие на путь и на узлы тележки (колеса, буксы, боковые рамы);

– недостаточную связанность узлов рамы тележки в плане из-за угловых поворотов надрессорной балки на наклонных поверхностях фрикционных клиньев, которая приводит к неравномерному распределению горизонтальных динамических сил и перекосу рамы, что интенсифицирует взаимодействие тележки с кузовом вагона и путевой структурой. Повышенное взаимодействие с путевой структурой ведет прежде всего к интенсивному износу гребней колес и боковых граней головок рельсов в кривых участках пути, что снижает технический ресурс инфраструктуры и повышает эксплуатационные расходы на ремонт подвижного состава и пути и тягу поезда;

– недостаточную связанность колесных пар с боковыми рамами тележки, которая допускает смещение боковых рам относительно буксовых узлов, обуславливает быстрый и неравномерный износ опорных поверхностей рам, корпусов букс и перераспределение нагрузок, что вызывает перегрузку осей колесных пар и снижение долговечности подшипников;

– использование простейших скользунов жесткого типа и опорного соединения «пятник – подпятник» с быстро и неравномерно изнашивающимися поверхностями, что способствует нестабильности ходовых характеристик вагона и ускоряет износ колесных пар и других элементов тележки.

Из-за перечисленных недостатков в тележках «семейства» 18–100 возникают продольные забегания боковых рам относительно друг друга, достигающие 15–20 мм. Величина их обусловлена зазорами в буксах и величиной горизонтальной деформации пружин. Такая конструкция рам вызывает также маятниковые колебания их относительно собственных продольных осей. В результате забегания рам возрастает интенсивность виляния тележки, что ухудшает плавность хода вагона и в совокупности с колебаниями боковой качки снижает коэффициент устойчивости против вкатывания гребня колеса на головку рельса, т. е. непосредственно создает предпосылки, угрожающие безопасности движения. Маятниковые колебания рам приводят к перекосу подшипников, неравномерной передаче нагрузки на его элементы и снижению срока службы буксовых узлов.

Главным отличием конструкции тележек «семейства» 18-578 от конструкции тележек модели 18-100 является применение скользунов постоянного контакта. Отказ от скользунов жесткого типа позволил несколько улучшить плавность хода за счет перераспределения нагрузки, передаваемой от кузова вагона на элементы надрессорной балки, снизить момент сопротивления повороту тележек в кривых и в то же время гасить колебания виляния тележек в прямых участках пути.

Тележки «семейства» 18–194–1 имеют более совершенную конструкцию по сравнению с конструкцией тележек «семейства» 18-578. Так некоторые тележки «семейства» 18–194–1 имеют увеличенную связанность рамы, благодаря увеличению значения сил сопротивления взаимным продольным перемещениям («забегам») боковых рам. Увеличение сил в этих тележках достигнуто за счет изменения угла наклона клиньев во фрикционных гасителях колебаний рессорного подвешивания с 45 до 55°.

Существующее соединение буксового узла с боковой рамой в двухосных трехэлементных тележках грузовых вагонов не обеспечивает равномерно-распределенного восприятия нагрузок, возникающих при взаимодействии буксовых узлов с внутренней или наружной челюстями. Так, каждый буксовый проем боковой рамы представляет собой открытую конструкцию П-образной формы, состоящую из жестко связанных между собой наружной и внутренней челюстных направляющих посредством опорной полки. Элементы буксового проема взаимодействуют с соответствующими элементами корпуса буксы и согласно положениям курса сопротивления материалов испытывают под действием тяговых и весовых нагрузок при движении состава максимальное напряжение в местах сопряжения. При этом концентрация сил и изгибающих моментов в местах сопряжения элементов, образующих буксовый проем, предельная и не зависит от площади и формы поперечного сечения этих элементов.

Согласно анализу выявления дефектов в боковой раме наиболее уязвимой является зона сопряжения внутренней челюстной направляющей и опорной полки. Достаточно сказать, что количество изломов боковой рамы тележки модели 18–100 по «вине» дефектов в этой зоне увеличилось, например, в 2013 г. по сравнению с 2009 г. более чем в 1,5 раза. Специалисты, в том числе и авторы настоящего предложения, считают, что исходная причина такого дефектообразования кроется в несовершенстве конструкции

боковой рамы, в частности, буксового проема. Таким образом, задача уменьшения дефектообразования сводится к уменьшению возникающих моментов и соответствующего напряжения в углах буксового проема и может быть решена путем создания условий равномерного восприятия боковой рамой нагрузки от буксового узла.

Такие условия могут быть обеспечены за счет того, что концевые части наружной и внутренней челюстей каждого буксового проема соединяются соответствующей подбуксовой скобой. Каждое соединение подбуксовой скобы и боковой рамы осуществляется болтовым комплектом к наружной челюсти боковой рамы и болтовым комплектом на площадке опорного прилива внутренней челюстной направляющей, натяжителем и фиксатором. При этом предлагается два варианта исполнения натяжителя.

В первом варианте натяжитель выполнен в виде клинообразной призмы, размещенной в пазу наружной оконечности подбуксовой скобы, с возможностью упругого взаимодействия трех ее граней: нижней – с фиксатором в виде упорного болта, ввернутого с нижней стороны подбуксовой скобы, и двух непараллельных сходящихся кверху, одна из которых примыкает к наружной поверхности концевой части наружной челюсти и другая – к внутренней стороне стенки упомянутого паза, при этом угол схождения непараллельных граней клинообразной призмы выполнен с возможностью ее самоторможения и ограничен в пределах $6 - 8^\circ$.

Во втором варианте натяжитель выполнен в виде клинообразной призмы, размещенной в пазу наружной оконечности подбуксовой скобы, с возможностью упругого взаимодействия двух ее непараллельных сходящихся книзу граней: одной – с наружной поверхностью концевой части наружной челюсти боковой рамы и другой – с внутренней стороной стенки упомянутого паза, при этом угол схождения непараллельных граней клинообразной призмы выполнен с возможностью ее самоторможения и ограничен в пределах $6 - 8^\circ$.

На рисунках 2 и 3 показана в аксонометрии одна из половин боковой рамы в сборе с подбуксовой скобой, натяжителем и фиксатором по первому и второму вариантам; на рисунках 4 и 5 – буксовые проемы боковых рам по первому и второму вариантам в разрезе.

Боковая рама 1 (рисунки 4 и 5) содержит буксовый узел 2, установленный в проеме 3 между наружной 4 и внутренней 5 челюстными направляющими, предохранитель в виде подбуксовой

скобы 6, которая наружной 7 оконечностью закреплена горизонтальным болтовым комплектом 8 к наружной челюсти 9, а внутренней оконечностью 10 законтрена на площадке опорного прилива 11 внутренней челюстной направляющей 5 вертикальным болтовым комплектом 12.

В пазу 13 оконечности 7 скобы 6 размещен натяжитель в виде клинообразной призмы 14 с возможностью упругого взаимодействия трех ее граней: нижней 15 с упорным болтом фиксатора 16, ввернутым с нижней стороны подбуксовой скобы 6, и двух непараллельных между собой граней 17 и 18, одна из которых 17 примыкает к наружной поверхности 19 концевой части челюсти 9 и другая – к внутренней стороне стенки 20 паза 13. Угол схождения непараллельных граней 17 и 18 выполнен в пределах $6 - 8^\circ$, что связано с обеспечением самоторможения призмы 14 в клиновидном проеме, образованном сходящимися кверху плоскостями, принадлежащими с одной стороны к внутренней стенке 20 паза 13 и с другой – к наружной поверхности 19 челюсти 9.

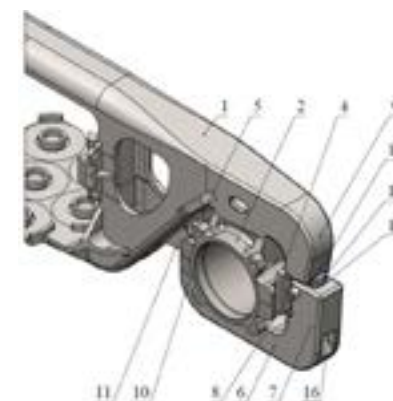


Рисунок 2 – Аксонометрия половины боковой рамы по первому варианту

Подбуксовая скоба представляет собой стержень прямоугольного сечения с изогнутыми для охвата корпуса буксы концевыми частями, названными выше соответственно наружной и внутренней оконечностями.

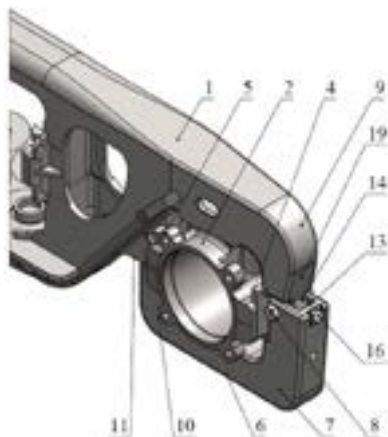


Рисунок 3 – Аксонометрия половины боковой рамы по второму варианту

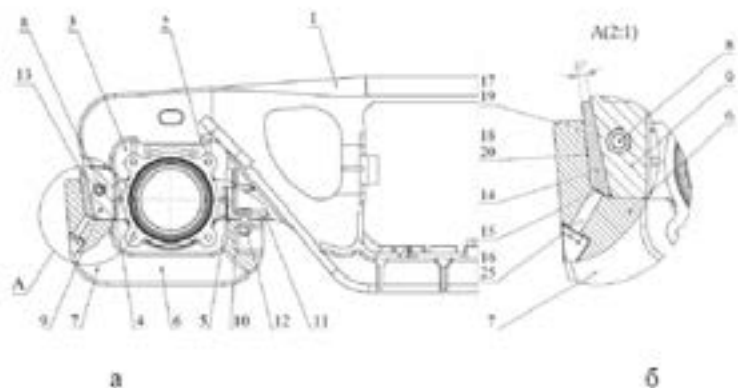


Рисунок 4 – Буксовый проем боковой рамы по первому варианту

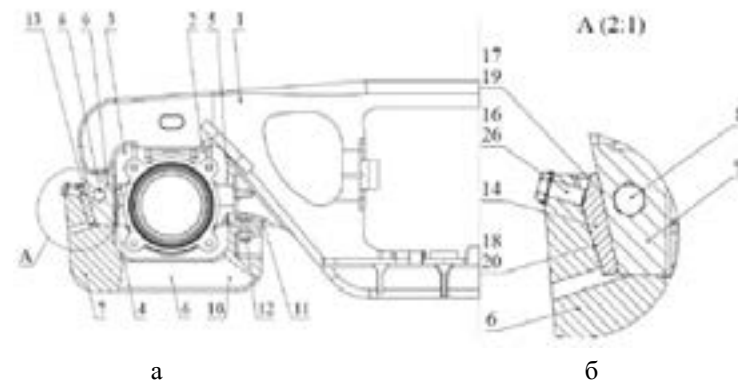


Рисунок 5 – Буксовый проем боковой рамы по второму варианту

Таким образом, дополнение в каждом буксовом проеме боковой рамы подбуксовыми скобами, натяжителями и фиксаторами позволяет образовать жесткий замкнутый контур буксового проема с предварительным натяжением в его четырех углах и со знаком, противоположным по отношению к моментам, возникающим в эксплуатации. Такое новшество снижает реальные моменты во внутреннем и наружном углах буксового проема боковой рамы как за счет предварительного натяга, так и за счет распределения нагрузок по четырем углам вместо двух, что в конечном итоге уменьшает вероятность дефектообразования в боковых рамах тележки грузового вагона.

Совершенствование организации перевозок грузов железнодорожным транспортом является одной из целей работы всего железнодорожного комплекса и может быть достигнуто с помощью внедрения современных конструкции подвижного состава, в том числе ходовой части вагона. Вагоностроение идет по пути постепенной эволюции, т.е. новые конструкции появляются в результате модернизации старых, но удовлетворяющих современным требованиям рынка.

Рассмотренные в настоящем учебном пособии некоторые наиболее распространенные модели двухосных трехэлементных тележек грузовых вагонов позволяют понять направления совершенствования конструкции тележек.

Авторы надеются, что после изучения настоящего учебного пособия у читателей сформируется четкое представление о

существующих моделях двухосных трехэлементных тележек грузовых вагонов, которое в дальнейшем пригодится в их профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Галиев, И. И., Нехаев, В. А., Николаев, В. А.** Всесторонне учитывать недостатки предыдущих конструкций // И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 5. – С. 55–58.

2 **Бороненко, Ю. П., Орлова, А. М.** Опыт проектирования трехэлементных тележек // Ю. П. Бороненко, А. М. Орлова // железнодородный транспорт. – 2006. – № 5. – С. 58–62.

3 **Engelmann, J.** Новые вагоны грузовой компании RAILION DEUTSCHLAND // J. Engelmann // Железные дороги мира. – 2006. – № 1. – С. 50–55.

4 Конструирование и расчет вагонов / В. В. Лукин, Л. А. Шадур, А. А. Хохлов, П. С. Анисимов; Под ред. В. В. Лукина. – М.: УМК МПС России, 2000. – 731 с.

5 Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л. А. Шадур, Г. А. Казанский, А. Л. Спиваковский, В. Ф. Девятков; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ

ЗАРИПОВ Р. Ю.

докторант PhD, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
АДИЛЬБЕКОВА К. Б., ЖЕКЕНОВ А. Б., МАНАП А., КАЕРБЕКОВ Д. Ж.
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В настоящее время контейнерные перевозки являются одним из наиболее динамично развивающихся направлений транспортного процесса. Среднегодовой рост объема мировых контейнерных перевозок составляет около 3 %. До последнего времени перевозки контейнеров по железным дорогам стран СНГ осуществлялись как специализированным подвижным составом, так и в полувагонах, и на универсальных платформах, предназначенных для перевозки не только контейнеров, но и колесной техники, а также

штучных грузов. Это, с одной стороны, позволяло обеспечивать имеющиеся объемы перевозок существующим эксплуатационным парком грузовых вагонов, но, с другой стороны, ограничивает грузоотправителей из-за конструктивных особенностей грузовых вагонов, приспособленных, а не специализированных для перевозок контейнеров. С увеличением объема контейнерных перевозок возникла необходимость в пополнении вагонного парка именно специализированными платформами- контейнеровозами, т.к. их конструкция оптимально приспособлена для данного вида продукции [1].

Вагоностроительные заводы России и Украины предлагают потребителю весьма широкий выбор моделей вагонов-платформ. Так, ОАО «Днепровагонмаш» разработал платформу модели 13-4117 длиной 19,72 м, предназначенную для транспортировки трех 20-футовых либо двух 30 футовых, либо одного 40 футового контейнера. Особенностью модели является пониженная до 20 т масса тары при грузоподъемности 72 т [2].

ОАО «Брянский машиностроительный завод» выпустил платформу модели 13-3103-01 [3] способную перевозить два 20-футовых или один 40-футовый контейнер. Грузоподъемность платформы 48 т, масса тары 19 т, длина 13,62 м.

ОАО «Трансмаш» выпустил платформы модели 13-9744-01 (рис. 1) для перевозки двух 20-футовых или одного 40-футового контейнера. Грузоподъемность платформы 70 т, масса тары 22 т, длина 14,62 м [4].



Рисунок 1 – Вагон-платформа модели 13-9744-01

ОАО «Рухимаш» разработал платформы моделей 13-5001 и 13-1223 (рис. 2). Первая предназначена для перевозки одного 40-футового или двух 20-футовых контейнеров и имеет

грузоподъемность 64 т, массу тары 22 т, длина платформы 14,62 м. Вторая способна перевозить один 40-футовый или два 30-футовых контейнера, или три 20-футовых контейнера. Грузоподъемность платформы 72 т, тара 22 т, длина 19,62 м, габарит 02-ВМ [5].



Рисунок 2 – Вагон-платформа модели 13-1223

Аналогом платформы модели 13–1223 является платформа производства ОАО «Алтайвагон» модели 13–2116. Платформа обладает такими же возможностями по перевозке контейнеров, отличием является то, что модель выполнена в габарите 0-ВМ. Наибольшим спросом на сегодняшний день пользуются 80-футовые вагоны-платформы, обладающие максимальной грузоподъемностью и грузоместимостью [6].

Новый вагон-платформа модель 13-7024, предназначенный для перевозки двух 40-футовых или четырех 20-футовых универсальных крупнотоннажных контейнеров, разработал ОАО «КВСЗ». Данная конструкция изготовлена с использованием в основных элементах несущей конструкции вагона стали с повышенным классом прочности. За счет чего вагоностроителям удалось добиться повышенной грузоподъемности. Кроме высокой грузоподъемности, вагон-платформа 13-7024 имеет еще одно важное преимущество, благодаря нестандартной конструкции вагона, – это удобство проверки правильности положения фитинговых упоров, что затруднительно выполнить на подобных длинноразмерных платформах.

В таблице приведена сравнительная характеристика 80-футовых платформ основных производителей.

Несмотря на достаточно широкий выбор платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров, конструкции всех предлагаемых вагонов, как правило, строятся на традиционных типовых решениях. Это привело к тому, что существующий парк контейнерных плат-

форм не отличается особым разнообразием и имеет ограниченные технические возможности.

Так, например, общим недостатком всех приведенных моделей 80-футовых платформ-контейнеровозов является невозможность перевозить одновременно четыре 20-футовых контейнера, загруженных до максимальной массы брутто 24 т. Это ограничение обусловлено максимально допустимой нагрузкой от колесной пары на рельс 23,5 т. Как видно из таблицы, для обладающей максимальной грузоподъемностью платформы ОАО «КВСЗ» суммарная недогруженность четырех 20-футовых контейнеров составит 24,8 т. Решить эту проблему, совершенствуя конструкцию и применяя высокопрочные материалы, снижая тем самым массу тары платформ, невозможно, т.к. величина недогруженности контейнеров превышает массу тары платформ. Увеличенная до 25 т максимально допустимая нагрузка от оси на рельс так же не позволит полностью использовать возможности контейнеров. При сохранении массы тары платформы на уровне 22,3 т недогруженность контейнеров составит 18,3 т. Решением проблемы может стать увеличение числа осей.

В Северной Америке и Западной Европе успешно эксплуатируются сочлененные вагоны-платформы. При использовании 6-осных сочлененных платформ достигается существенное повышение грузоподъемности, что обеспечивает возможность одновременной транспортировки четырех и более 20-футовых контейнеров при их максимальной загрузке. Например, польские вагоностроители предлагают сочлененную платформу-контейнеровоз модели 6262 (рис. 3).



Рисунок 3 – Сочлененная вагон-платформа модели 6262

Технические характеристики: грузоподъемность 105 т, масса тары 30 т, длина по буферам 33480 мм.

Швейцарская фирма ААЕ, крупнейший собственник грузового подвижного состава в Европе, выпустила 6-осную платформу

модели «SGGMRS 104». Вагон-платформа имеет две сочлененные секции 2x13,82 м грузоподъемностью 105 т при весе тары 30 т. Для 6-осных платформ фирмы «Frightcar» (США) грузоподъемностью 141 т возможна одновременная транспортировка шести-восьми 20-футовых контейнеров, установленных в два яруса.

Компания GreenBier (США) является новатором в области транспортного оборудования для интермодальных перевозок, предлагает ряд сочлененных платформ для контейнеров.

Вагон-платформа типа Maxi-Strack I (рис. 4) предназначен для перевозки международных контейнеров. Он может перевозить контейнеры длиной от 6100 или 12200 мм на каждой секции из 5-секционного сцепа. На верхнем ярусе он может перевозить контейнеры длиной 12200; 137525; 14640 и даже 16165 мм на определенных платформах. Вагон-платформа Maxi-Strack I имеет идеальное соотношение между тарой и прочностью. Технические характеристики вагона-платформы приведены ниже.

Общая длина 5 вагонов по осям концевых автосцепок 77254 мм. Масса тары 80,376 т, грузоподъемность 282,814 т. Средняя грузоподъемность на одну платформу 56,562 т.



Рисунок 4 – Вагон-платформа типа Maxi-Strack I

Вагон-платформа типа Maxi-Strack IV (рис. 5) является основной составляющей в парке вагонов для двухъярусной перевозки контейнеров во внутреннем сообщении железных дорог США, поскольку он обеспечивает оптимальное соотношение между массой тары и грузоподъемностью. Это трехвагонная сочлененная

секция для перевозки контейнеров длиной от 6100 мм до 16165 мм в нижнем ярусе и от 12200 мм до 17385 мм в верхнем ярусе. Крайние тележки имеют нагрузку 63,5 т, а промежуточные 113,4 т. Грузоподъемность одного вагона-платформы 158,9 т при массе тары 61,55 т.



Рисунок 5 – Вагон-платформа типа Maxi Strack IV

Не остались в стороне и отечественные производители. ОАО «Азовмаш» ведет разработку принципиально новой для СНГ конструкции двухсекционного сочлененного вагона-платформы для перевозки контейнеров модели 13-1839. За одну погрузку вагон-платформа может перевозить два 40-футовых контейнера или четыре (загруженных до максимальной массы брутто) 20-футовых контейнера. Перевозка контейнеров в два яруса не предполагается, схема вагона-платформы модели 13-1839 приведена на рис. 6.



Рисунок 6 – Сочлененная вагон- платформа модели 13–1839

Технические характеристики: грузоподъемность 109,5 т, масса тары 30,7 т, длина по осям сцепления автосцепки 29160 мм.

Вагон представляет собой конструкцию из двух рам с фитинговыми упорами для фиксации контейнеров, установленных на три двухосные тележки. Между собой эти рамы соединены специальным узлом сочленения SAC-1 (США), через который опираются на среднюю тележку. Равномерная нагрузка на все

тележки достигается смещением фитинговых упоров в стороны крайних тележек. Конструкция узла сочленения позволяет вагону беспрепятственно проходить горки и кривые.

ОАО «НВЦ «Вагоны» разработал аналогичную конструкцию сочлененного вагона-платформы, состоящую из двух вагонов-платформ, на которые установлено съемное оборудование для перевозки трех 40-футовых контейнеров (рис. 7). Связь рам между собой осуществляется посредством соединительного устройства. Рамы имеют стандартное опирание на крайние тележки через плоский подпятник и боковые скользуны с зазором, а на среднюю – через соединительное устройство SAC-1, оборудованное переходником для подпятника диаметром 302 мм, и четыре упругих скользуна постоянного контакта, на первую пару скользунов опирается первая рама сочлененного вагона-платформы, а на вторую – вторая.



Рисунок 7 – Общий вид вагона-платформы

Крайние контейнеры установлены на рамы через стандартные фитинговые упоры. Средний контейнер опирается на две турникетные опоры, каждая из которых установлена на свою раму через две жесткие беззазорные боковые опоры и шкворень с возможностью поворачиваться вокруг него. Опора среднего контейнера на один турникет происходит через фитинговые упоры, а на другой - через ограничители, допускающие относительные продольные перемещения при проходе кривых.

До настоящего времени производители 80-футовых вагонов-платформ выпускали 4-осные модели. С учетом опыта мировых лидеров вагоностроения представляется целесообразной разработка сочлененных вагонов-платформ для контейнерных перевозок. Распределение нагрузок на 6 осей позволит уменьшить длину пролетов несущих балок и одновременно повысить как надежность, так и грузоподъемность конструкции. При массе тары 30 т коэффициент тары составит 0,28, т.е. меньше, чем у всех вышеперечисленных 80-футовых платформ.

Таким образом, выполнен анализ существующего подвижного состава для контейнерных перевозок, определены достоинства

и недостатки отдельных конструкций, приведены основные конструктивные преимущества сочлененных вагонов-платформ, находящихся в предпроектной разработке.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Морчиладзе, И. Г.** Совершенствование вагонов-платформ для международной перевозки контейнеров [Текст] / И. Г. Морчиладзе, А. В. Третьяков, А. М. Соколов // Железнодорожные дороги мира. – 2006. – № 8. – С. 52–55.
- 2 **Третьяков, В., Соколов, А. М.** // Железнодорожные дороги мира. – 2006. – № 8. – С. 52–55.
- 3 **Мямлин, С. В.** Тенденции развития контейнерных перевозок [Текст] / С. В. Мямлин, В. М. Бубнов, Н. Л. Андрищенко // Зб. наук. пр. – Вып. 14. – Донецк: ДонИЖТ, 2008. – С. 34–40.
- 4 **Бубнов, М., Андрищенко, Н. Л.** // Зб. наук. пр. – Вып. 14. – Донецк: ДонИЖТ, 2008. – С. 34М40.
- 5 **Рудакова, Е. А.** Исследование динамических качеств сочлененного вагона-платформы на математических моделях [Текст] / Е. А. Рудакова, А. М. Орлова // Проблемы механики железнодорожного транспорта: Безопасность движения, динамика, прочность подвижного состава, энергосбережение. XII Межд. конф. Тезисы докл. – Д. : Изд-во ДНУЖТ, 2008. – С. 135.

ИННОВАЦИИ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ ГРУЗОВОГО ТЕРМИНАЛА

КАРАКАЕВ А. К.

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

ИСКАКОВ Р. Х., МАНАП А.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЖЕТИБАЕВА М. М.

преподаватель специальных дисциплин,

Павлодарский колледж транспорта и коммуникаций, г. Павлодар

«...необходимо усилить работу по развитию транспортно-логистического и других секторов услуг.»

Из Послания Президента Нурсултана Назарбаева народу Казахстана от 5 октября 2018 года

В соответствии с долгосрочными приоритетами Стратегии «Казахстан-2050» Правительством РК была разработана государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы, которая определила одной из задач создание высокоэффективной транспортно-логистической системы Казахстана и обеспечение ее интеграции в международную транспортную систему. Значительные меры государственной поддержки будут нацелены на образование региональных логистических центров.

Основной проблемой логистического хозяйства, как и всей транспортной отрасли Казахстана по-прежнему является привлечение инвестиций, но эта проблема не решается или решается слабо из-за того, что зарубежные инвесторы не торопятся вкладывать деньги в нашу экономику. Поэтому проблемы технического оснащения транспорта, оборудования в целом и соответствующей инфраструктуры требуют основательной государственной поддержки, без которой невозможна модернизация всей логистической системы Казахстана.

Государству необходимо принимать меры по развитию транспорта, внедрять инновации в сфере транспорта, модернизировать наши дороги, применять щадящие налоги к казахстанским перевозчикам, оснащать транспортную отрасль современной техникой. Оттого как будут решаться все эти проблемы, будет зависеть развитие нашей экономики.

В логистической системе – грузовые терминалы играют важную роль: это организация эффективных грузопотоков, соответствующих

условиям и требованиям деловой логистики по принципам ТКВМКСЦ (нужный товар, в нужном количестве, в нужное время, в нужное место, нужного качества, в нужном состоянии, по приемлемой конкурентоспособной цене). Современная логистика требует комплексного инновационного подхода к работе грузового двора в системе хранения, обработки и доставки продукции.

Для повышения уровня эффективности своей работы ставятся следующие задачи: увеличение объемов производства, рост уровня доходов, повышение уровня качества услуг, а также анализ рынка транспортно-логистических услуг.

На примере анализа транспортно-логистической деятельности коммерческого предприятия грузового терминала филиала АО «Кедентранссервис» по Павлодарской области выявлены общие для грузовых дворов аспекты использования инновационных технологий.

1 Развитие транспортно-логистических систем на основе клиентоориентированности.

2 Повышение уровня квалификации и компетентности специалистов грузового терминала.

Особое значение будет иметь квалификация и компетентность специалистов грузового двора, т.к. от их решений будет зависеть функционирование всего хозяйственного комплекса.

Приоритет будет принадлежать экспедиторам международных грузоперевозок. Соответственно, на базе грузового терминала филиала АО «Кедентранссервис» необходимо создать по Программе АО НК КТЖ логистический центр, работающий с таможенными грузами, который станет технологическим объектом территориальных, отраслевых систем грузоперевозок, способствующий развитию всех сфер экономики региона.

Важным фактором формирования стратегического конкурентного преимущества в работе грузового терминала становятся аспекты применения клиентоориентированного подхода.

В соответствии с системой управления качеством грузового терминала филиала АО «Кедентранссервис» клиентоориентированность процессов должна быть обеспечена за счет постоянного повышения уровня качества транспортных и логистических услуг в системе грузовых перевозок за счет оптимизации технологических процессов, предполагающих повышение эффективности, надежности и безопасности.

Для улучшения конкурентоспособности в работе грузового терминала необходимо создание системы логистического обслуживания.

Системой логистического обслуживания клиентов является единство взаимосвязанных элементов, формирующих в результате последовательности следующих действий (рисунок 1).



Рисунок 1 – Система логистического обслуживания

Первым этапом действий при формировании системы обслуживания клиентов является сегментация рынка покупателей услуг. В основу сегментации покупателей услуг берутся следующие критерии: тип покупателя, сервисные ожидания и возможности грузового терминала. Степень доходности клиента может определять более высокий уровень обслуживания, что является показателем качества.

На втором этапе устанавливаются наиболее значимые услуги. Для этого проводится исследование рынка и определяются возможности грузового терминала с целью выделения группы необходимых услуг, которые оказываются клиентам того или иного сегмента.

На третьем этапе посредством установления корреляции между уровнем сервиса и стоимостью логистических услуг определяется уровень сервиса, обеспечивающий конкурентные преимущества грузового терминала.

На четвертом этапе устанавливаются правила работы в части оказания услуг грузовым терминалом и закрепляются определенные стандарты в отдельных сегментах рынка, что позволяет оценивать и совершенствовать уровень обслуживания покупателей услуг.

На пятом этапе для обеспечения соответствия оказываемых услуг их потребностям устанавливается обратная связь с покупателями услуг.

Грузовому терминалу следует осуществлять мониторинг и постоянно корректировать уровень обслуживания клиентов, проводя регулярные опросы покупателей услуг в системе работы с жалобами и претензиями, что послужит основанием для проведения корректирующих действий в процессе предоставления услуг и установлении определенных стандартов на услуги.

Максимальная прибыль и минимум затрат являются важными критериями для определения оптимального уровня сервиса в работе грузового терминала.

Стандарты обслуживания клиентов основываются на характеристиках качества, которые имеют отличительные свойства и описательные элементы процесса в системе работы грузового терминала.

Основные характеристики качества обслуживания клиентов представлены в таблице.

Таблица 1 – Характеристики качества обслуживания клиентов грузового терминала

Характеристики	Определение характеристики
Время ожидания от подачи заявки до отправления груза	Время между подачей заявки на транспортировку груза клиента и доставкой его в пункт назначения
Сроки реализации перевозки	Время между отправлением и получением груза
Ответственность и надежность	Транспортировка сохранного груза с четким выполнением принятых обязательств
Оперативное рассмотрение и удовлетворение претензий	Принятие решений на основе принятых стандартов спецгруппой по анализу претензий
Взаимопонимание между покупателем услуг и сотрудниками	Выражение интереса к клиенту, понимание его потребностей и условий
Компетентность и этичность сотрудников	Честность, корректность, соблюдение делового этикета, терпение
Функциональная гибкость перевозчика	Умение принимать во внимание особые пожелания покупателя услуг
Получение информации о движении груза	Возможность мониторинга груза по всему пути транспортировки
Стоимость транспортировки	Процедура расчета стоимости транспортировки
Вероятность транспортного дефицита	Возможность выполнения заявки покупателя услуг с высокой долей вероятности

Данная система клиентоориентированности в работе грузового терминала филиала АО «Кедентранссервис» позволит получить

максимальный экономический эффект при высвобождении из процесса транспортировки излишние материальные ресурсы при оптимальной организации труда.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сулейменов, Т. Б., Арпабеков, М. И., Куанышбаев, Ж. М. Транспортная логистика: Учебник для технических и экономических специальностей. – Алматы, 2016.
- 2 Раимбеков, Ж. С., Сыздыкбаева, Б. У. Основы логистики: Учебное пособие. – Алматы, 2016.
- 3 Послания Президента Нурсултана Назарбаева народу Казахстана от 5 октября 2018 года https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/opublikovan-polnyiy-tekst-poslaniya-nazarbaeva-narodu-354942/
- 4 Анализ производственно–хозяйственной деятельности за 2015г. Западно-Сибирской дирекции терминально-складского комплекса–филиала ОАО «РЖД». – Новосибирск, 2015. – 69 с.
- 5 Казакова, С. Б., Казаков, В. В., Мирошкина, Е. В. Инновационный подход в подготовке специалистов для транспортной отрасли // Молодой ученый. – 2016. – № 22.2. – С. 8-11. – URL <https://moluch.ru/archive/126/34139/> (дата обращения: 25.10.2018).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЖЕЛЕЗДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ОРАЗОВА Г. О.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КИБАРТАС В. В.

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

УРАЗАЛИМОВА Д. С.

магистр, ст. преподаватель, кафедра «Электротехника и автоматика», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В настоящее время развитие железнодорожного транспорта идет по пути создания новых поколений интегрированных систем управления на основе использования современных информационных и компьютерных технологий. К такого рода системам, в частности, относятся интегрированные системы диспетчерского управления (ИСДУ) типа «ДЦ ЮГ с РКП», предназначенные для решения комплекса задач, связанных с

контролем и управлением технологическими объектами и процессами на станциях и перегонах [2, с. 168].

Дальнейшее повышение уровня автоматизации и эффективности работы систем типа ИСДУ может быть достигнуто за счет создания специализированных программно – аппаратных комплексов, – автоматизированных рабочих мест (АРМ), – расширяющих функциональные возможности данных систем и способных обеспечивать эффективную интеллектуально-экспертную поддержку при решении слабо формализованных задач, связанных с оценкой и прогнозированием поездной обстановки в нечетко-определенных условиях, возникновением нештатных технологических ситуаций, корректировкой и оптимизацией графиков движения (ГД) поездов с учетом быстро изменяющейся поездной обстановки.

Решение названных и других слабо формализованных задач, возлагаемое на специализированные АРМ, требует разработки новых классов математических моделей, способных оперировать приблизительной, нечетко-определенной информацией о технологическом процессе, обобщать и учитывать при выработке решений эвристические знания и опыт работы диспетчерского персонала. В этом плане особо перспективным представляется использование интеллектуальных моделей, основанных на знаниях специалистов-экспертов, разрабатываемых в рамках современных теорий искусственного интеллекта и принятия решений.

Однако, в области железнодорожного транспорта, технологии искусственного интеллекта пока еще не нашли широкого применения и требуют своего развития с учетом конкретных особенностей и характера решаемых задач. Поэтому, представляется актуальным разработка новых классов интеллектуальных математических моделей для АРМ ИСДУ на основе моделирования процессов выявления, представления и манипулирования обобщенными знаниями диспетчерского персонала, с целью использования их в подсистемах экспертной поддержки принятия решений. Выше сказанное определяет актуальность исследования, цели и круг решаемых задач.

Одним из путей повышения уровня автоматизации и интеллектуализации диспетчерского управления является создание автоматизированных рабочих мест для диспетчерского персонала (АРМ ДНЦ), обеспечивающих экспертную поддержку принятия решений поездному диспетчеру в трудно прогнозируемой поездной обстановке и информационно-сложных технологических ситуациях.

В настоящем подразделе приводятся основные требования к создаваемому АРМ ДНЦ и общая архитектура интегрированной системы ДУ, в рамках которой предполагается функционирование интеллектуальных прогнозирующих моделей. Анализируется работа поездного диспетчера, на основе чего выявляется класс задач, требующих первоочередной автоматизации. Дается обзор известных подходов и методов в области моделирования сложных динамических процессов и оптимизации графиков движения, на основе которого выбираются наиболее перспективные методы решения поставленных в диссертации задач.

В основе организации перевозочных процессов на ж.д. транспорте лежит график движения поездов, который отражает план эксплуатационной работы железной дороги. Реализация плана эксплуатационной работы возлагается на поездного диспетчера, который, руководствуясь действующим графиком движения, фактическим движением находящихся на участке поездов, планом формирования поездов, а также рядом нормативных правил и положений, осуществляет оперативное управление перевозками. Основные правила, которыми руководствуется диспетчер в своей работе, сформулированы в ПТЭ [3, с. 65] и имеют эвристический характер, предписывая действия, которые ДНЦ и дежурные по станциям должны выполнять в различных технологических ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Башлыков, А. А., Вагин, В. Н., Еремеев, А. П.** Экспертные системы поддержки интеллектуальной деятельности операторов АЭС / А. А. Башлыков, В. Н. Вагин, А. П. Еремеев // Вестник МЭИ / Московский энергетический институт. – Москва, 2015. – С. 27–36.

2 **Иванченко, В. Н., Ковалев, С. М., Шабельников, А. Н.** Новые информационные технологии: интегрированная информационно- управляющая система автоматизации процессов расформирования поездов : Учебник. – Ростов н/д. Рост. Гос. ун-т путей сообщения, 2012. – 276 с.

3 **Федорчук, А. Е.** Новые информационные технологии: автоматизация технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ : Учебник для вузов ж.д. тр-та. – Ростов н/д. 2014. – 143 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

ИСАКАЕВ А. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТОКТАГАНОВ Т. Т.

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

В данный момент тема модернизации грузовых вагонов очень актуальна, так как при рыночных отношениях повышается заинтересованность в увеличении объема перевозок, высокое качество транспортного обслуживания становится условием экономического благополучия и нормального технического развития железных дорог. Применение в вагонах нового поколения более надежных узлов и деталей позволит прежде всего повысить безопасность движения, а также полностью пересмотреть регламентные работы при техническом обслуживании и плановых ремонтах.

Научная новизна работы заключается в исследовании вариантов и схем модернизации тележек грузовых вагонов, не имеющих аналогов в сфере производства вагонов. В данное время модернизации подвижного состава уделяется большое внимание, так как это ведет к повышению эффективности грузоперевозок.

Проблемы безопасности движения и эффективности работы подвижного состава, железных дорог во многом зависят не только от величины общей статической нагрузки на тележки, но и от рационального способа ее распределения относительно линий катания колес на несущие ходовые части. Этот малоизученный фактор открывает новые возможности для решения перечисленных проблем.

С точки зрения механики деформируемого твердого тела именно способ передачи статической нагрузки на особо ответственные элементы относительно линий катания колес диктует принципиальную конструктивную схему будущей тележки железнодорожного экипажа, определяет уровень амплитудно-частотных параметров и безопасности движения, динамическое качество и характер взаимодействия пути и подвижного состава. Возможен симметричный способ – совмещение в одной плоскости центров приложения равнодействующих сил опирания надрессорной балки на боковые рамы и средних линий катания колес и несимметричный – несомещение в одной плоскости центров и средних линий катания колес.

До определенного уровня общей статической нагрузки на тележки и скорости движения оба способа конкурентоспособны с позиции

надежности и безопасности движения. Поскольку несимметричный способ проще в реализации, чем симметричный, он и был выбран как рациональный для требований сравнительно малых скоростей и нагрузок. Доминирует он и сейчас как наиболее изученный.

При превышении определенного уровня скорости и нагрузок влияние каждого способа на надежность и безопасность тележки различно. Традиционный несимметричный способ создает условия к повышению вредной дополнительной динамики, снижению надежности и безопасности движения, становится менее перспективным.

Симметричный способ (используя такие индивидуальные особенности, как сохранение круга катания колеса в вертикальной плоскости, более жесткую плоско-пространственную систему боковые рамы - колесные пары с дополнительными связями) создает условия для устранения вредной дополнительной динамики, износов и повышения динамического качества и безопасности движения. Он становится более перспективным для современных условий повышения нагрузок и скорости.

С указанными способами связаны две концепции создания тележек. Первая концепция базируется на продолжении многолетних модернизаций серийной тележки при сохранении несимметричного способа распределения статической нагрузки на ходовые части. Наиболее распространенный вариант такой тележки имеет наружное по отношению к колесам размещение двух буксовых узлов на одной оси. В России это серийная тележка 18–100, в США тележка Barber. Менее распространен второй вариант тележки, имеющей внутренние по отношению к колесам два буксовых узла на одной оси. Например, тележка TF25 компании Power Duffryn, используемая в настоящее время в некоторых европейских странах для большегрузных вагонов.

Несимметричное относительно колеса распределение статической нагрузки приводит к заметному изгибу оси с поворотом колес в плоскости изгиба, что с увеличением скорости и нагрузок порождает значительный динамический фон (повышенные амплитуды циклических напряжений, уровень раскачивания подвижного состава при резонансных скоростях движения, износов, поперечных микросдвигов в пятне контакта колесо-рельс, расстройств рельсового пути) всей системы «колесо-рельс». Устранить данное свойство какими-либо модернизациями отдельных узлов ходовых частей практически невозможно.

Динамический фон негативно сказывается на взаимодействии тележки и кузова вагона, тележки и рельсового пути, боковой

рамы и колесной пары, надрессорной балки и пружин, клиньев. Возникающая при этом высокая чувствительность к незначительным отклонениям в содержании пути и подвижного состава свидетельствует о неустойчивости системы. Кроме того, конструктивная схема указанных вариантов тележек не удовлетворяет главному принципу работы железнодорожных экипажей – эксплуатационной живучести и безопасности. Единичный отказ особо ответственного элемента тележки, например излом шейки оси колесной пары, неотвратимо приводит к тяжелым последствиям.

В соответствии с данной концепцией за 40 лет было предпринято более 15 модернизаций двухосной традиционной тележки.

Можно с достаточным основанием утверждать, что те преимущества простой и удобной конструктивной схемы, которые соответствуют применяемому стандартному несимметричному способу статического нагружения ходовых частей серийной тележки, полностью утрачиваются с повышением скорости и нагрузки на ось. Такая тележка приобретает устойчивое свойство повышенного динамического воздействия на путь и подвижной состав. Концепция продолжения модернизации тележки старого типа в условиях повышения нагрузок и скорости становится неэффективной для протяженных российских железных дорог, поскольку чревата в дальнейшем огромными эксплуатационными расходами на содержание пути и снижением безопасности движения поездов. Назрела необходимость параллельно с поддержанием работоспособности традиционной тележки приступить к исследованиям тележки с симметричным распределением статической нагрузки.

Тележка модели 18-100. До 1972 г. тележка (рисунок 1) имела наименование ЦНИИ-ХЗ. Она состоит из двух колесных пар 1 с четырьмя буксовыми узлами 2; двух литых рам 4; надрессорной балки 6 с под пятником 7; двух комплектов центрального подвешивания 3 с фрикционными гасителями колебаний; тормозной рычажной передачи 8; двух скользунов 5.

В области повышения межремонтных пробегов тележек грузовых вагонов следует отметить модернизацию тележки модели 18–100 по проекту М1698. Суть данной модернизации заключается в защите основных пар трения тележки от износов в эксплуатации. В буксовый проем боковой рамы тележки устанавливается сменная прокладка толщиной 6 мм. В соответствии с проектом типовые фрикционные планки заменяют составными. Составную фрикционную планку устанавливают во фрикционный узел гашения колебаний. Она

состоит из двух элементов: неподвижной фрикционной планки (толщиной 10 мм), которая приклепывается к боковой раме, и контактной (подвижной) фрикционной планки (толщиной 6 мм), свободно размещенной между неподвижной планкой и вертикальной поверхностью фрикционного клина. Стальные фрикционные клинья тележки модели 18-100 заменяют на чугунные. В подпятник наддрессорной балки устанавливается износостойкий элемент из стали 30ХГСА в виде плоской прокладки (диска). Скользуну оборудуют износостойким колпаком. Тележка 18-100, прошедшая данную модернизацию, имеет обозначение 18-100М.

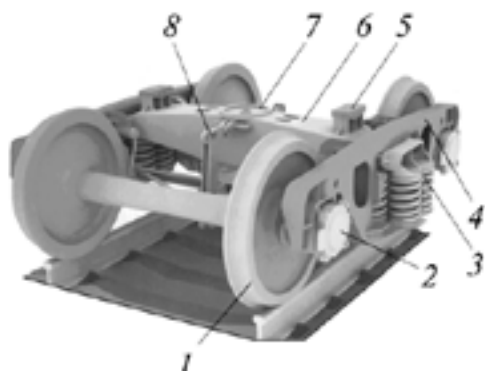


Рисунок 1 – Тележка модели 18-100

Решение по подрессориванию массы тележки состоит в том, что мы устанавливаем рессорное подвешивание, которое позволяет гасить динамические удары. Рессорное подвешивание состоит из листовой рессоры, которая устанавливается под буксу колесной пары.

Листовая рессора обладает рядом преимуществ таких как:

- простота в изготовлении;
- маленькая стоимость;
- простота в обслуживании;
- приемлемый теоретический вес конструкции упругого элемента, отнесенный к единице нагрузки (рисунок).

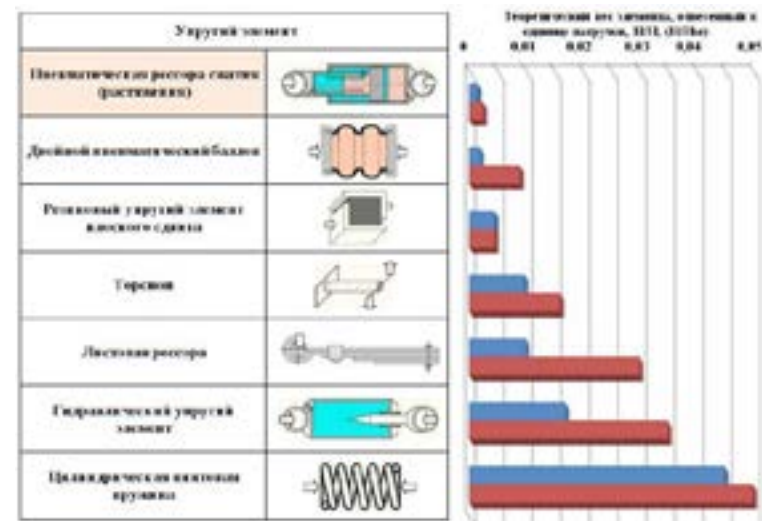


Рисунок 2 – Характеристики упругих элементов

В результате анализа уже существующих решений была разработана следующая конструкция:

Листовая рессора 1 крепится к буксе кронштейном 3 с помощью сваривания, а также к раме тележки кронштейнами 2 и 4. Подвижную связь с кронштейнами 2 и 4 обеспечивают две люльки 6.

Рессора будет задействована при вилянии, ударах в стыках. Нагрузка на одну рессору принята 5 тонн, нагрузка требует уточнений, так как она будет зависеть от качества пути в данной местности.

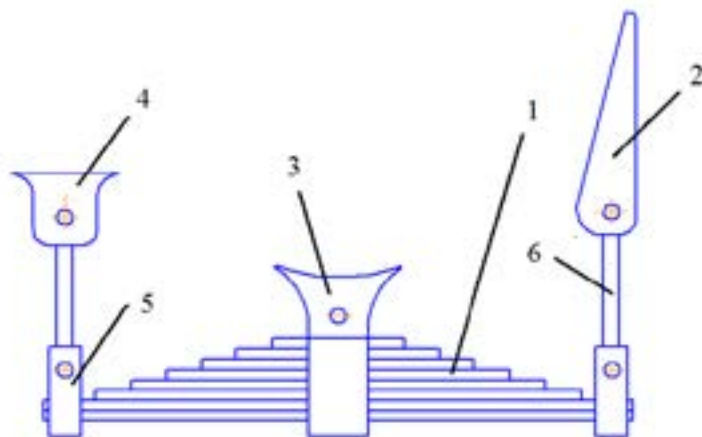


Рисунок 3 – Конструкция рессорного подвешивания

Сдвоенные подшипники. Модернизация тележки грузового вагона производится нами с установкой дуплекса - цилиндрического сдвоенного подшипника для грузовых и пассажирских вагонов.

Дуплекс (СВ-11) предназначен для установки в буксы грузовых вагонов с нагрузкой от оси на рельсы 23,5 тс и пассажирских вагонов с нагрузкой от оси на рельсы 18 тс. Его конструкция полностью взаимозаменяема с существующим узлом, он устанавливается вместо комплекта серийно выпускаемых подшипников 36-42726E2M и 36-232726E2M или 30-42726E2M и 30-232726E2M.

Экономический эффект от применения нового подшипника:

- повышение эксплуатационной надежности буксовых узлов
- грузовых и пассажирских вагонов, снижение количества отцепок из-за неисправностей роликовых букс (конструктивным недостатком существующего узла является низкая надежность торцевого крепления подшипников на оси колесной пары из-за наличия в их конструкции упорного отъемного кольца);
- сокращение расходов на монтаж-демонтаж буксовых узлов
- снижение расхода заправляемой в подшипник смазки;
- увеличение межремонтного пробега до 800 тыс. км, что означает сокращение расходов на профилактическое техническое обслуживание и ремонт подшипниковых узлов в течение срока службы;

Сдвоенный подшипник является альтернативой коническому подшипнику кассетного типа (ТВ11), устанавливаемому в серийные корпуса букс грузовых вагонов с осевой нагрузкой 23,5 т/с. При пробеге до 800 тыс. км СВ11 и ТВ11 имеют сходные потребительские свойства, а стоит СВ11 в три раза дешевле западных аналогов.

Сменные накладки. Для уменьшения динамических нагрузок регулируем зазор между челюстью и буксой, используя сменную накладку. Для этого фрезеруем имеющуюся челюсть, сверлим четыре отверстия с внутренним диаметром резьбы 12 мм. Данная конструкция позволяет менять накладки, не выкатывая тележку из под вагона, значительно улучшая динамические качества тележки грузового вагона упрощением регулирования зазора, создавая тем самым возможность соблюдать нормативные технические требования при каждом ТО.

Вторая накладка, установленная нами, крепится заклепками между рамой тележки и фрикционным клином. Износостойкая накладка выполнена из полиуретанового эластомера с межремонтным пробегом 600 тыс. км.

Третья накладка в подпятнике, выполненная из графита, тележки грузового вагона выполняет предъявляемые к ней требования, а именно: уменьшенный коэффициент трения, отсутствие износа самой тележки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Воронова, Н. И.** Техническое обслуживание и продление жизненного ресурса пассажирских вагонов / Н. И. Воронова. – М. : КноРус, 2011. – 204 с.
- 2 **Гундорова, Е. П.** Технические средства железных дорог : Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М. : Маршрут, 2008. – 496 с.
- 3 **Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие для вузов ж.д. транспорта / ред. В. Н. Котуранова. – М. : Маршрут, 2005. – 490 с**
- 4 **Развитие отечественного вагонного парка [Текст]: учебник / Л. А. Шадур. – М.: Транспорт, 1988. – 279 с.**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ КУЗОВОВ ВАГОНОВ

ТАПЕЛОВ Т. М.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТОКТАГАНОВ Т. Т.

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

Операция полной или местной очистки поверхности вагона от старого лакокрасочного покрытия перед ремонтным окрашиванием входит в типовой технологический процесс ремонта вагонов. Трудоёмкость очистки перед окрашиванием может составлять до 70 % от трудоёмкости самой окрасочной операции. Применяемые в типовом технологическом процессе методы очистки основаны на совмещении химической и дробеструйной обработки. Такое совмещение приводит к существенному увеличению материалоемкости процесса, выделению техногенных отходов, увеличению количества используемого технологического оборудования, трудовых ресурсов и, как следствие, выражается в высокой себестоимости технологического процесса очистки. Исходя из этого, повышение эффективности технологического процесса очистки пассажирских вагонов является актуальной задачей.

Одним из способов, с помощью которого можно повысить эффективность очистки вагонов при ремонте, является исключение операций мойки из технологического процесса и замена их более рациональным для данного случая методом очистки от нетвёрдых загрязнений и обезжиривания. Достижение данной цели может быть осуществлено за счёт применения газодинамической очистки.

Данный метод представляет собой обработку поверхности потоком разогретого газа смешанного с ускоренными частицами дроби [1, с. 168].

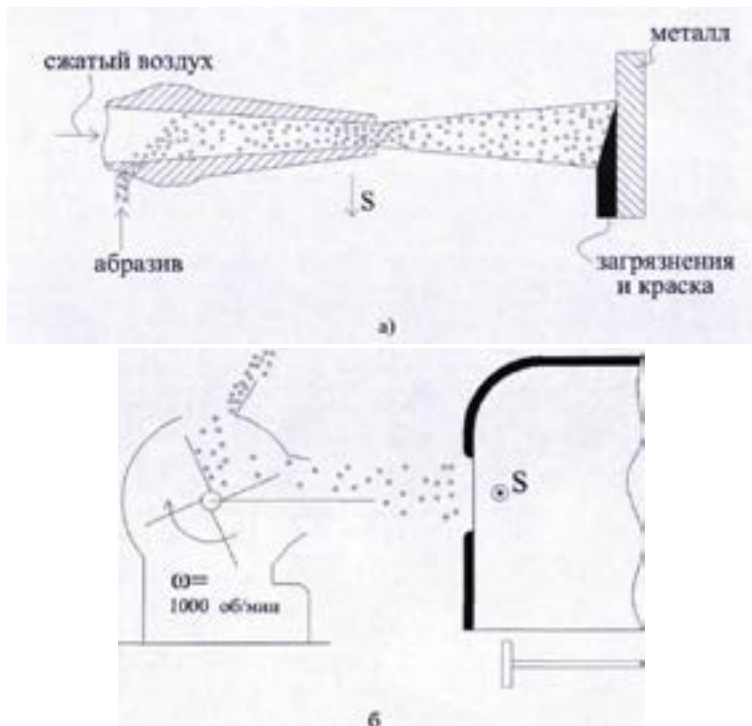
Очистка наружной поверхности кузовов вагонов от старого лакокрасочного покрытия и эксплуатационных загрязнений при капитальном ремонте является необходимостью вследствие коррозионного износа кузова вагона, а так же повреждения самого лакокрасочного покрытия в процессе эксплуатации. Коррозионный износ кузова вагона это повреждение его конструкции в результате агрессивного воздействия окружающей среды. Коррозией называется процесс разрушения металлов при их химическом, электрохимическом или биохимическом взаимодействии с

окружающей средой. Коррозии, как естественному процессу, подвержена большая часть деталей подвижного состава.

Коррозионный износ наносит существенный экономический ущерб в масштабах железнодорожной отрасли, в частности, и страны в целом. Наиболее сильному коррозионному воздействию подвержены окаёмки окон и нижняя часть кузова. Настил металлического пола из-за коррозионного повреждения требует замены на 90 %, вертикальные опорные стойки кузова на высоте 350 мм от пола также подвержены коррозии (износ более 50 %), а износ опорных полок обвязочного профиля рамы кузова составляет 40 %. Ежегодно более двух тысяч пассажирских вагонов на сети дорог требуют капитального ремонта. Основная причина – коррозия.

Номинальный ресурс работы нового пассажирского вагона – 28 лет.

Все методы очистки применяются при ремонте подвижного состава. В типовом технологическом процессе предлагается совмещение абразивоструйных и моечных операций для очистки кузовов вагонов. Абразивным воздействием удаляются твердые загрязнения и старая краска, а моечные жидкости обезжиривают поверхность вагона перед окраской. Очистка вагона состоит из 9 операций, рассмотрим их по порядку в таблице 1.



а) пневмоабразивная очистка, б) дробемётная очистка
Рисунок 1 – Основные виды очистки

Совмещение операций дробеструйной очистки и мойки позволяет очистить вагон в соответствии с требованиями технологического процесса, однако при этом расходуется до 100 л моечных жидкостей или растворителей на один вагон и выделяется более 100 кг отходов, а производительность процесса не позволяет произвести очистку за 1–2 смены. Все данные факторы приводят к существенному увеличению себестоимости очистки вагонов, поэтому целью данной работы является повышение эффективности процесса очистки вагонов при капитальном ремонте на основе применения нового метода очистки [2, с. 136].

Для достижения поставленной цели должны быть последовательно решены следующие задачи:

- выбор и обоснование эффективности нового метода очистки;

– определение закономерностей влияния основных параметров предлагаемого процесса очистки на выходные характеристики обработки.

Повышение эффективности технологического процесса очистки может быть достигнуто посредством сокращения количества и длительности основных технологических операций, повышения производительности процесса, а так же за счёт снижения его материалоемкости. Проведение одновременной очистки и обезжиривания позволяет существенно снизить себестоимость процесса очистки. Это можно реализовать при помощи применения газодинамического метода очистки.

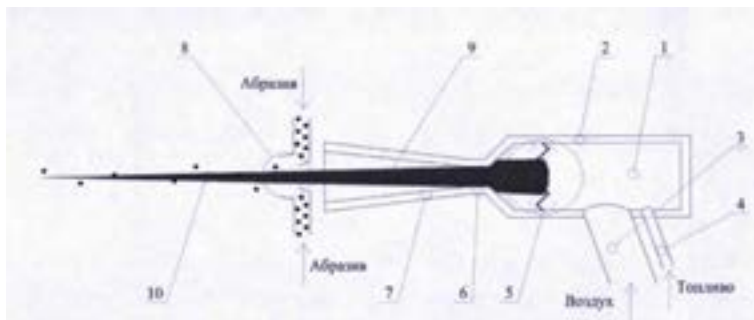
На примере типовой конструкции газодинамического аппарата, представленной на рисунке 2 можно рассмотреть основные принципы генерации газодинамического потока. Через штуцер (4) в камеру сгорания (1) впрыскивается топливо, а через штуцер (3) подается сжатый воздух. В камере сгорания создается горючая смесь, находящаяся под давлением, и стремящаяся выйти через критическое сечение сопла (6).

Таблица 1 – Последовательность операций при очистке кузовов вагонов

Промывка	Первичная промывка кузова производится как операция подготовительная к основной очистке. Цель первичной промывки очистка кузова от непрочных и маслянистых жирных загрязнений. Промывка производится с использованием ПАВ, или в редких случаях растворителей.
Обдувка	Операция обдувки производится после обмывки. Цель операции снять с поверхности вагона остатки размытых моечной жидкостью загрязнений. Обдувка производится специальными обдувочным рукавами или из сопел абразивоструйных установок.
Сушка	Сушка - важный этап всех очистных работ. Чем скорее вагон будет высушен, тем меньше будет агрессивного коррозионного воздействия остатков ПАВ на обрабатываемую поверхность. Сушка производится в специальных камерах при температуре до 90°C, или на открытом воздухе.
Очистка	Очистка производится в дробеструйных или дробемётных камерах, автоматическим или механизированным способом. Цель операции — очистить от старого ЛКП и твердых эксплуатационных загрязнений или ржавчины.
Обдувка	Обдувка после дробеструйной или дробемётной обработки нужна для удаления остатков пылевидных загрязнений с поверхности вагона.
Обезжиривание	Данная операция присутствует при депо-ремонте вагонов, т.е. при местной зачистке. Дробеструйная обработка не может удалить все маслянистые загрязнения, поэтому после обработки производится обезжиривание щелочными или кислотными моющими средствами, или другими специальными обезжиривающими составами.
Обдувка	Цель вторичной обдувки состоит в удалении остатков обезжиривающего состава.
Сушка	Цель операции высушить вагон перед началом окраски.
Контроль	В эту операцию входит визуальный и приборный контроль состояния поверхности вагона. Контролируется степень очистки поверхности и шероховатость.

Перед этим смесь воспламеняется в плазматроне (5) и образует факел низкотемпературной плазмы (9), который ускоряется путём

сужения диаметра сопла перед критическим сечением (6). На выходе из критического сечения сопло снова расширяется, для того чтобы не создавать препятствий истечению ускоренного потока низкотемпературной плазмы. После выхода из ускоряющего сопла в поток через эжектор (8) подается свободный абразив. Таким образом, на выходе из аппарата создается газодинамический поток [3, с. 56].



1 – камера сгорания, 2 – корпус камеры сгорания, 3 – штуцер подачи сжатого воздуха, 4 – штуцер подачи топлива, 5 – плазматрон системы запуска, 6 – критическое сечение сопла, 7 – расширяющаяся часть ускоряющего сопла, 8 – эжектор подачи абразива, 9 – факел низкотемпературной плазмы, 10 – факел газодинамического потока

Рисунок 2 – Принципиальная схема установки для реализации газодинамического метода



Рисунок 3 – Основные элементы, составляющие типовую конструкцию ГДА

Рассмотрим основные элементы, составляющие типовую конструкцию ГДА (в соответствии с рисунком 3):

– Камера сгорания. В камере сгорания создается горючая смесь путем смешивания сжатого воздуха и распыленного горючего. Давление в камере сгорания составляет 3–8 бар в зависимости от конструкции и назначения ГДА. Воспламенение в камере производится за счёт воспламеняющего устройства.

– Корпус камеры сгорания. Корпус камеры сгорания, как правило, выполняется из термостойких материалов, т.к. внутри камеры температура может достигать 1000–1500 °С.

– Штуцер подачи сжатого воздуха. Через данный штуцер в камеру сгорания попадает воздух. Расход воздуха варьируется в пределах 3–4,5 м³/мин., а давление может составлять 3–8 бар. В качестве источников сжатого воздуха могут использоваться автономные дизельные и электрические компрессоры.

– Штуцер подачи топлива. Через данный штуцер в камеру сгорания подается жидкое топливо. Для подачи топлива используются различные напорные топливные системы. Перед подачей в камеру топливо распыливается и смешивается с воздухом для лучшей горючести. Давление топлива у различных ГДА колеблется в пределах 15–25 бар, а расход от 0,5 до 30 л/час.

Плазматрон системы запуска. Плазматрон воспламеняет горючую смесь в камере сгорания. Вместо плазматрона может использоваться и другое воспламеняющее устройство.

– Критическое сечение сопла. Перед критическим сечением идет резкое сужение диаметра сопла, что необходимо для ускорения потока газа. Диаметр критического сечения рассчитывается исходя из желаемых характеристик потока и прочих условий.

– Расширяющаяся часть ускоряющего сопла. После критического сечения сопло расширяется, для того чтобы создать более благоприятные условия для истечения газодинамического потока. Угол расширения рассчитывается в зависимости от желаемых характеристик потока.

– Эжектор подачи абразива. Абразив подается в газодинамический поток через эжекторные устройства различных конструкций. Абразив может достигать различных скоростей, в зависимости от его размера и формы.

– Факел низкотемпературной плазмы. После прохождения воспламеняющего устройства системы запуска в камере сгорания генерируется поток разогретого газа.

– Факел газодинамического потока. Газодинамический поток создается за счет подачи абразива в поток разогретого газа. Данный вид потока нашёл свое применение в промышленности для очистки и нанесения металлических и полимерных порошковых материалов. Условная мощность потока достигает 150 кВт.

Газодинамический метод очистки зародился в связи, с широким развитием реактивных двигателей во всем мире. Сопла газодинамических аппаратов представляют собой уменьшенные реактивные двигатели, не обладающие отдачей, но генерирующие мощный газодинамический поток, которому было найдено применение в промышленности [4, с. 136].

Газодинамические установки применяются в промышленности для резки, твердых материалов и нанесения металлических покрытий. Газодинамический метод обладает необходимыми характеристиками для эффективной очистки перед окрашиванием, однако многие аппараты разрабатывались специально для резки материалов и нанесения порошковых покрытий.

Конструкцию типового газодинамического аппарата можно адаптировать для проведения высококачественной и производительной очистки поверхностей деталей подвижного состава. Применение такого метода именно для очистки способствовало бы решению многих проблем изложенных в первой главе, а именно помогло бы значительно повысить эффективность очистных работ, а так же повысить качество и производительность.

Именно для таких целей была разработана установка ГДА (газодинамический аппарат), реализующая газодинамический метод. Система ГДА является установкой, предназначенной для очистки и подготовки поверхностей перед окрашиванием.

Принципиальная схема установки имеет структуру похожую на другие аппараты, но отличие состоит в том, что аналогичные установки имеют гораздо более узкие сопла и маленькие камеры сгорания, за счёт чего в них генерируются мощные концентрированные потоки. Такие потоки обладают хорошими режущими свойствами и предназначены для нанесения твердых антифрикционных покрытий, но для производства работ по очистке поверхностей не подходят, ввиду чрезмерно высокой концентрации энергии и как следствии порче металла. Кроме того, снижение концентрации энергии позволило снизить температуру в зоне обработки до 90–100 °С, что является положительным фактором при очистке стальных поверхностей. Для сравнения следует отметить, что у типовых установок температура

поверхности при обработке может достигать 250 °С, что может вызвать тепловые деформации. Поэтому ГДА представляет собой аппарат, специально приспособленный для очистки поверхностей.

По сравнению с методами очистки, применяемыми при ремонте подвижного состава, система ГДА обладает двумя существенными отличиями:

– сжигание топлива в камере сгорания приводит к увеличению внутренней энергии газа и к увеличению его скорости на выходе из сопла. Это обеспечивает более высокую производительность и качество очистки;

– термическое воздействие на обрабатываемую поверхность позволяет обезжирить её одновременно с очисткой.

Выводы:

Газодинамический метод обладает преимуществами перед другими методами очистки обшивки кузовов вагонов. Во-первых, термическое обезжиривание поверхности позволяет исключить применение ПАВ при очистке кузовов вагонов, что позволит снизить материалоёмкость процесса. Во-вторых, повышение производительности за счёт сжигания топлива позволяет сократить время на очистку кузовов вагонов при ремонте.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Герасимов, В. С., Скиба, И. Ф., Кернич, Б. М. Технология вагоностроения и ремонта вагонов. / Транспорт 1988 г.
- 2 Прогрессивные методы очистки подвижного состава. Сборник научных трудов. Под редакцией И. И. Караваева. / Транспорт 1992г.
- 3 Лапшин, В. Ф., Буткин, М. Г., Тюленев, О. В. Технологии окрашивания и противокоррозионной защиты вагонов: Учебное пособие (с грифом УМО МПС РФ) / В. Ф. Лапшин, М. Г. Буткин, О. В. Тюленев. – Екатеринбург : УрГУПС, 2004. – 88 с.
- 4 Лавров, А. П. Продление срока службы пассажирских вагонов посредством капитально-восстановительного ремонта/ Лавров А. П. // Вестник ВНИИЖТ. – 2004.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ, ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

СУЛЕЙМЕНОВА Н. К.
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
КАРАКАЕВ А. К.
д.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В современных условиях техническая эксплуатация автомобилей (ТЭА) играет существенную роль в едином транспортном комплексе страны. Роль ТЭА в единой транспортной системе страны значительна и постоянно возрастает. Автомобиль может участвовать в транспортном процессе, если он работоспособен, то есть технически исправен. Отсюда следует, ТЭА обеспечивает работоспособность автомобильного парка и влияет на транспортную инфраструктуру.

Однако ТЭА еще не в полной мере удовлетворяет потребностям экономики страны и всего населения в перевозках. Например, трудоемкость технического обслуживания (ТО) и ремонта может составлять ежегодно от 400...900 норм-ч; на автомобильный транспорт приходится до 40 % выброса вредных веществ в атмосферу; неисправные автомобили являются источниками 5...8 % дорожно-транспортных происшествий [1, с. 312].

Недостаточно полное удовлетворение потребностей страны и населения в перевозках свидетельствует о наличии проблемы в области деятельности автомобильного транспорта. Проблема заключается в повышении эксплуатационной надежности автомобилей.

Существующая проблема предопределила необходимость решения ряда задач, в том числе и задачу по обеспечению исправного технического состояния автомобилей.

Указанная задача является одной из основных задач ТЭА, которая в целом непосредственно обеспечивается и решается инженерным персоналом автотранспортных предприятий.

Таким образом, одной из важнейших задач ТЭА является обеспечение технически исправного состояния автомобилей. Указанная задача непосредственно решается инженерным составом АТП за счет обеспечения работоспособности и реализации потенциальных свойств автомобиля, заложенных при его создании.

Автомобиль может участвовать в транспортном процессе и приносить определенный доход, если он технически исправен и находится в работоспособном состоянии.

Техническое состояние автомобиля (агрегата, механизма, соединения) определяется совокупностью изменяющихся свойств его элементов, характеризующих текущим значением конструктивных параметров.

Каждый агрегат, механизм и соединение характеризуется соответствующими конструктивными параметрами. Например, деталь может иметь такие конструктивные параметры как размер, вид материала, конфигурация и т.п.

При этом, как правило, текущие значения конструктивных параметров связывают с наработкой.

Наработка – продолжительность работы изделия, измеряемая единицами пробега (км), времени (час), числом циклов. При этом различают наработку с начала эксплуатации изделия, наработку до определенного состояния (например, предельного), наработку интервальную и др.

На автомобильном транспорте, как правило, наработка на автомобиль исчисляется в километрах пробега, реже – часах. При этом наработку технологического оборудования исчисляют в часах.

По мере увеличения наработки параметры технического состояния изменяются от номинальных, свойственных новому изделию, до предельных, при которых дальнейшая эксплуатация изделия по техническим, конструктивным, экономическим и др. причинам недопустима. Следует отметить, что величина номинальных и предельно допустимых значений параметров технического состояния устанавливаются законами, государственными стандартами, нормативно-техническими и проектно-конструкторскими документами, систематизируются в справочных изданиях.

Изменение технического состояния автомобиля (агрегатов, механизмов и соединения) происходит под влиянием постоянно действующих причин, обусловленных работой самих механизмов, случайных причин, а также внешних условий, при которых работает автомобиль.

К случайным причинам могут быть отнесены, например, скрытые дефекты конструкции, ошибки водителя при управлении автомобилем, неожиданные и внезапные перегрузки конструкции, превосходящие допустимые.

Основными постоянно действующими причинами изменения технического состояния автомобиля (агрегатов, механизмов и соединения) являются следующие: нагружение элементов; взаимное перемещение элементов; воздействие тепловой и электрической

энергии; воздействие химических активных элементов; воздействие внешней среды (влаги, ветер, температура, солнечная радиация); воздействие оператора и др.

К внешним признакам проявления воздействия на автомобиль (агрегаты, механизмы и соединения) основных постоянно действующих причин следует отнести:

- 1) изнашивание;
- 2) коррозию;
- 3) усталостное разрушение;
- 4) пластические деформации и разрушения;
- 5) температурные разрушения и изменения;
- 6) старение и др.

Следует отметить, что такое внешнее проявление воздействия вызывает нарушение в работе автомобиля.

Рассмотрим те последствия изменения технического состояния автомобиля, которые наиболее часто проявляются на практике.

Изнашивание – это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы детали. Установлено, что процесс изнашивания возникает под действием трения, зависящего от материала и качества обработки поверхности, смазки, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей и теплового режима работы сопряжений.

Результат изнашивания, определенный в установленных единицах (например, мкм/км) называется износом. Он может быть линейным, объемным и массовым.

Обычно в практике ТЭА выделяют абразивное, усталостное, коррозионно-эрозионное, окислительное, электроэрозионное изнашивание, а также изнашивание при заедании, фреттинге и фреттинг-коррозии [2, 255, 219 с.]

Изнашивание при фреттинге, абразивное, эрозионное и усталостное относятся к механическому виду изнашивания, а окислительное и при фреттингкоррозии – к коррозионно-механическому.

Абразивное изнашивание является следствием режущего или царапающего действия поверхностей трения и твердых частиц, находящихся между ними. Такие частицы, попадая извне в виде пыли и песка между трущимися деталями (например, тормозными накладками колодок и барабаном) или в смазочные материалы открытых узлов трения (рессорные шарниры), резко увеличивают их износ.

Эрозионное изнашивание происходит в результате воздействия на поверхность потока жидкости, газа или твердых частиц. Такому изнашиванию на автомобиле подвержены в первую очередь рабочие поверхности тарелок выпускных клапанов двигателя, жиклеры карбюратора.

Усталостное изнашивание состоит в том, что поверхностный слой материала в результате трения и циклической нагрузки становится хрупким и разрушается, обнажая лежащий под ним менее хрупкий материал, образуя трещины и ямки выкрашивания. Такой вид изнашивания наблюдается на беговых дорожках подшипников, шестерен, зубьях [3, 488 с.].

Изнашивание при заедании происходит в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Оно приводит к образованию глубоких борозд, наростов, оплавлений, задиров, заклиниванию и разрушению механизмов. Такое изнашивание обуславливается наличием местных контактов между трущимися поверхностями, на которых вследствие больших нагрузок и скоростей происходит разрыв масляной пленки, сильный нагрев и «сваривание» частиц металла. Типичный пример - заклинивание коленчатого вала при недостаточной смазке.

Окислительное изнашивание происходит в результате сочетания механического изнашивания и агрессивного воздействия среды, под действием которой на поверхности трения образуются непрочные пленки окиси; при механическом трении они снимаются, а обнажающиеся поверхности опять окисляются. Такое изнашивание наблюдается на деталях цилиндропоршневой группы, тормозной системы с гидроприводом.

Изнашивание при фреттинге – это механическое изнашивание соприкасающихся деталей при возвратно-поступательных перемещениях с малыми амплитудами.

Если при этом агрессивно действует среда, то происходит изнашивание при фреттинг-коррозии. Такое изнашивание может происходить в местах контакта вкладыша шеек коленчатого вала и постели в картере и крышке, в заклепочных, болтовых, шлицевых и шпоночных соединениях, рессорах.

Пластические деформации и разрушения. Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием

либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки, неправильное управление автомобилем, дорожно-транспортным происшествием и т.п.). Иногда пластическим деформациям и разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

Усталостное разрушение. Этот вид разрушения возникает при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости металла детали. При этом происходят постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящие при определенном числе циклов нагружения к усталостному разрушению деталей. Совершенствование методов расчета и технологии изготовления автомобилей (повышение качества металла и точности изготовления) привело к значительному сокращению случаев усталостного разрушения деталей. Как правило, оно наблюдается в экстремальных условиях эксплуатации (длительные перегрузки, низкие или высокие температуры) в рессорах, полуосях, рамах.

Коррозия. Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали (ржавление), приводящего к окислению металлов и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль и другие химические вещества, которыми обрабатывают дороги зимой, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты, входящие в состав отработавших газов автомобилей, и их химические соединения. Коррозия главным образом поражает детали кузова, кабины и рамы. Способствует коррозии сохранение влаги на металлических поверхностях, в том числе под слоем дорожной грязи, что особенно характерно для всякого рода скрытых полостей и ниш. Применительно к автомобилям различают местную коррозию, поражающую в основном кузовные панели, и общую, результатом которой является, кроме того, разрушение несущих конструкций кузова или рамы.

Старение. Техническое состояние деталей и эксплуатационных материалов изменяется под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности. В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей

ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок.

Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность, например, резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдается процесс окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

Для поддержания автомобилей в технически исправном состоянии с целью обеспечения транспортного процесса необходимо ИТС знать номинальные и предельные значения параметров технического состояния.

Исходя из специфики транспортного процесса конкретные автомобили используются циклически, т.е. время непосредственной работы чередуется с организационными или техническими простоями.

Знание основных причин изменения технического состояния важно как для совершенствования конструкции автомобиля, так и для выбора наиболее эффективных мероприятий по предупреждению неисправностей в процессе эксплуатации автомобилей.

Техническое состояние автомобиля определяется текущими значениями конструктивных параметров, значение которых определяется с использованием прямого или диагностического метода.

Количественный и качественный рост автомобильного парка предопределил необходимость внедрения в практику АТП диагностических методов.

При этом процесс технического диагностирования включает в себя обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект; улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значение диагностических параметров; постановку диагноза на основании обработки полученной информации путем сопоставления с нормативами, т.е. процесс диагностирования завершается выдачей заключения о необходимости проведения операций технического обслуживания или ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Говорушенко, Н. Я.** Техническая эксплуатация автомобилей. – Харьков : Высшая школа, 1984. – 312 с.
- 2 **Говорушенко, Н. Я., Туренко, А. Н.** Системотехника транспорта. Ч. 255+219 с.
- 3 Техническая эксплуатация автомобилей. Подред. Крамаренко Г. В. – М. : Транспорт, 1983. – 488 с.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ

АЛИНА Е. А., ХАЙРИДЕН А. Е.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОРДАБАЕВ Е. К.

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

СЕМБАЕВ Н. С.

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

В мировом энергетическом балансе первое место по выработке мощности стоят двигатели внутреннего сгорания транспортных и транспортно-технологических машин. При этом до 96 % парка гусеничных и до 67 % парка колёсных машин комплектуются дизелями двигателями, превосходящими бензиновые двигатели по эмиссии вредных веществ [1]. Общее количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу автотракторной техникой, более чем в три раза превосходит выбросы промышленных предприятий.

При сгорании 1 кг дизельного топлива выделяется около 80–100 г токсичных компонентов (20–30 г окиси углерода, 20–40 г окислов азота, 4–10 г углеводов, 10–30 г окислов серы, 0,8–1,0 г альдегидов, 3–5 г сажи и др.).

Как известно, особую группу токсичных компонентов отработавших газов дизельных двигателей составляют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в том числе и наиболее активный из них бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂), являющийся индикатором присутствия канцерогенов в отработавших газах. Значительное количество тяжелых, канцерогенных ароматических углеводородов адсорбируется на саже. Известно, что концентрация бенз(а)пирена в дисперсных частицах, т.е. на сажевых частицах, в 3–4 раза выше, чем в потоке газа.

При работе дизельного двигателя в атмосферу выбрасывается в среднем около 3–5 кг сажи на 1 т сгоревшего топлива. При этом в зависимости от режима работы двигателя на долю сажи приходится от 30 до 90 % токсичного воздействия, обусловленного наличием в ней бенз(а)пирена.

Особенности нормативных документов. В настоящее время разрабатываются и успешно претворяются в жизнь мероприятия по снижению загрязнения атмосферы выбросами автотракторных двигателей, включающие в себя:

– внедрение государственных и отраслевых стандартов, регламентирующих допустимые уровни выбросов вредных веществ автотракторными двигателями;

– изыскание новых видов топлив и присадок к ним, позволяющих заменить жидкие топлива нефтяного происхождения, повысить топливную экономичность двигателей и значительно снизить их токсичность;

– разработку и производство антиоксидантных устройств, способствующих снижению токсичности существующих типов двигателей, создание двигателей с малотоксичным рабочим процессом (рис. 1);

– серийный выпуск средств контроля токсичности и дымности отработавших газов.

В настоящее время существуют несколько направлений уменьшения токсичности отработавших газов. Их условно можно разбить на четыре группы: совершенствование конструкции двигателей внутреннего сгорания; учет эксплуатационных факторов, влияющих на токсичность отработавших газов; применение нетрадиционных топлив; очистка отработавших газов в выпускной трубе.

В каждом направлении можно выделить несколько основных способов снижения токсичности отработавших газов, зачастую дополняющих друг друга [2].

Совершенствование конструкции двигателей движется по пяти основным направлениям: совершенствование конструкции топливной системы, оптимизация смесеобразования и камеры сгорания, совершенствование конструкции ЦПГ, оптимизация параметров воздушного заряда и систем охлаждения, совершенствование систем воздушного снабжения.

Наиболее значительное влияние на экологические и топливоэкономические показатели двигателя оказывает топливная аппаратура. По данным работы [3] степень влияния топливной аппаратуры на токсичность отработавших газов составляет 35 %.

Это объясняется тем, что основная масса токсичных компонентов отработавших газов представляет собой продукты горения топливозвоздушной смеси. В то же время, характер протекания процесса горения определяется качеством процесса топливоподачи, распыливания и смесеобразования.



Рисунок 1 – Основные средства и методы снижения токсичности отработавших газов дизельных двигателей

Решение проблемы снижения токсичности отработавших газов достигается оптимизацией величины коэффициента избытка воздуха на каждом нагрузочном и скоростном режимах работы дизеля, повышением давления впрыска топлива, улучшением качества распыла топлива. Одними из направлений снижения токсичности отработавших газов является управление углом опережения впрыска топлива и управление законом подачи топлива.

Каждое из перечисленных направлений имеет свои преимущества и недостатки и не даёт однозначных положительных решений в области снижения токсичности отработавших газов и улучшения эксплуатационных характеристик двигателя. Так, по данным исследований [3], повышение давления впрыска топлива снижает содержание твёрдых частиц и увеличивает содержание оксидов азота в отработавших газах; предварительное впрыскивание топлива снижает содержание в отработавших газах оксидов азота, но повышает эмиссию твёрдых частиц.

С уменьшением угла опережения впрыска топлива снижаются время, отводимое на окисление продуктов горения и температура сгорания. Это приводит к снижению содержания в отработавших газах оксидов азота и повышению доли несгоревших углеводородов и сажи. На номинальном режиме работы двигателя его изменение на 10 поворота коленчатого вала приводит к изменению эмиссии токсичных веществ на 10 % [3].

Исследования влияния параметров впрыска на экологичность работы дизеля показал, что для оптимизации процесса топливоподачи необходимо, чтобы в каждом нагрузочном и скоростном режимах отсутствовало подвпрыскивание топлива, обеспечивалась П-образная форма характеристики впрыскивания топлива при сохранении цикловой подачи и угла опережения впрыскивания.

Решение этой задачи обеспечивается разработкой схем топливной аппаратуры разделённого типа с электронным корректированием начального давления впрыска топлива в нагнетательной магистрали [3]. Примером решения данной задачи является разработка системы впрыска топлива Common Rail, позволяющая регулировать давление и момент начала впрыска топлива в широком диапазоне.

Одним из направлений совершенствования топливной системы дизельных двигателей является применение раздельной (двухфазной) системы топливоподачи. Конструктивное отличие таких систем заключается в наличии топливного аккумулятора и дополнительной форсунки, гидравлически связанной с топливопроводом высокого давления и впрыскивающей топливо во впускной трубопровод. Применение систем раздельной подачи топлива снижает расход топлива на 56 %, дымность на 3–5 %, содержание оксидов азота (NOx) в отработавших газах на 60...70 %.

Снижение токсичности отработавших газов достигается также обогащением воздушного заряда углеводородными активаторами (бензином, спиртами, биотопливом и др.). В настоящее время известны два основных способа обогащения воздушного заряда углеводородными активаторами: подача углеводородного активатора непосредственно в цилиндр двигателя и подача во впускной трубопровод. Подача углеводородных активаторов непосредственно в цилиндры двигателей осуществляется с помощью дополнительных топливного насоса высокого давления и форсунки. Недостатком такой схемы является высокая стоимость и необходимость изменения конструкции серийных двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Говорушенко, Н. Я.** Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте /Н. Я. Говорушенко. – М. : Транспорт, 2015. – 135 с.

2 ГОСТ 17.2.2.02-98 Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин.

3 **Бунова, Е. В.** Снижение сажесодержания в отработавших газах тракторного дизеля за счет улучшения условий смесеобразования и сгорания: автореф. дис. ... канд. техн. наук /Е. В. Бунова. – Челябинск, 1996. – 18 с.

7 Секция. Құрылыс индустриясының даму
7 Секция. Развитие строительной индустрии

7.1 Жобалаудағы және құрылыс
технологиясындағы инновациялар
7.1 Инновации в проектировании
и технологии строительства

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

ЖАКЕЕВА Г.
г. Павлодар

На фоне рыночных отношений, активно развивающихся в Республике Казахстан, многие проектные организации, стали активно задумываться о способах наиболее эффективно снизить стоимость строительства и реконструкции дорог, при этом оставляя на прежнем уровне, а то и повышая, эксплуатационную и экологическую безопасность.

Современные автомобильные дороги представляют собой сложный комплекс инженерных сооружений, состоящий из дорожной одежды, земляного полотна, дренажных конструкций, искусственных и других сооружений, которые находятся под воздействием значительных динамических нагрузок от движущегося транспорта, а также неблагоприятных климатических воздействий.

Основной объем потребления на рынке геосинтетиков ложится на материалы, играющие наибольшую роль в дорожном строительстве – геотекстиль и георешетки.

За последние несколько лет, потребление геотекстиля выросло на 20 %. Ежегодные темпы развития рынка геосинтетиков превышают 5 %. Прирост отношения к показателям 2010 года по георешеткам на 2015 год составлял 30 %. При этом именно автодорожная отрасль вносит значительный вклад в данный прирост.

Для развития строительной дорожной отрасли в настоящее время существует большая потребность в распространении упорядоченных результатов научных исследований в области геосинтетических материалов.

На сегодняшний день геосинтетические материалы находят широкое применение практически во всех областях строительства [1].

По своему строению геосинтетические материалы представляют собой плоские или пространственные гибкие полотна, решетки и сетки различной формы.

Геосинтетические материалы используются в различных функциях (рисунок 1), таких как армирование, разделение, фильтрация, защита [2]. Среди всех функций – особый интерес представляет армирование, в которой геосинтетические материалы выполняют первостепенную несущую функцию [3]. В областях применения, связанных с армированием, особое внимание уделяется использованию армирующим геосинтетическим материалам, таким как высокопрочные геотекстильные полотна и георешетки [4]. Данные материалы нашли широкое применение при армировании подпорных стенок, усилении откосов [4], оснований дорожных одежд и в других областях применения [5].

Для обеспечения надежного выполнения геосинтетическими материалами требуемых функций они должны обладать высокими механическими характеристиками.

В то же самое время при выполнении прочностных расчетов принято считать, что механические свойства конструкционных материалов, как правило, не зависят от фактора времени, т.е. сохраняют свою прочность и жесткость постоянной в течение длительного времени.

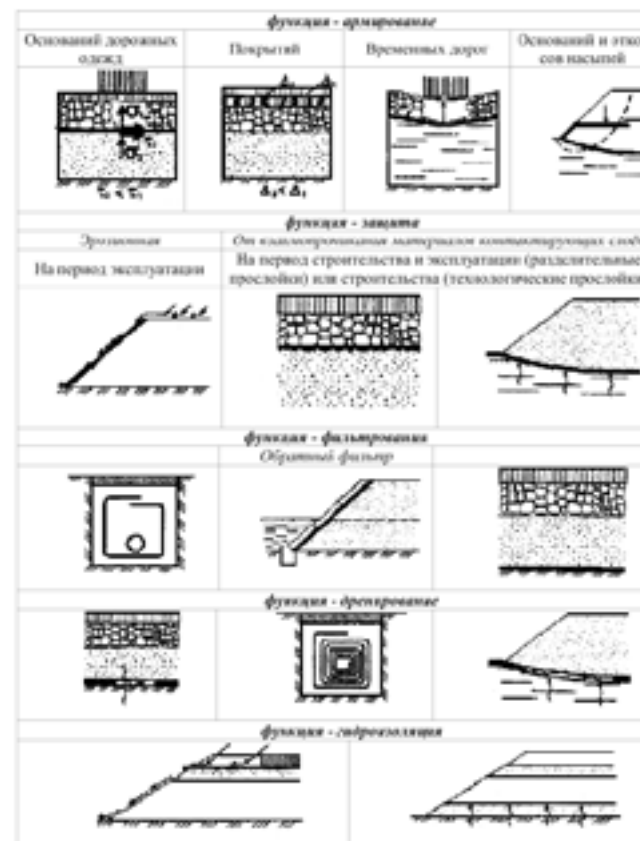


Рисунок 1 – Основные функции геосинтетических материалов в дорожном строительстве

За счет оптимального использования свойств геоматериалов одновременно решаются следующие задачи:

- 1 Помимо обеспечения прочности и жесткости конструкций в полосе уширения, укрепляет новую полосу дороги в зоне ее сопряжения с действующей частью полотна;
- 2 После изъятия естественного грунта появляется возможность сразу закладывать основание дороги;
- 3 Нет необходимости в проведении дополнительных мер, препятствующих деформации;

4 Значительно уменьшаются объемы земляных работ, в том числе по защите коммуникаций;

5 Обеспечивается возможность для большинства случаев не производить вынос коммуникаций, что само по себе является экономией прямых затрат;

6 Стоимость транспортирования геосинтетиков существенно меньше затрат на доставку бетона, песка и др.

7 Существенно уменьшается (до 60–70 %) расход дорогостоящих материалов (щебня, гравия);

8 Сокращаются сроки выполнения работ по реконструкции;

9 Существенно улучшают эксплуатационные характеристики автомобильных дорог;

10 Сужение полосы отвода;

11 Использование местных некондиционных грунтов.

Применение геосинтетических материалов при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог в Республике Казахстан, в настоящее время, динамически растёт.

Значительное расширение номенклатуры синтетических и композитных материалов, улучшение их физико-механических характеристик приведет к большим объемам их использования, обеспечит высокий уровень конструктивных решений, даст толчок новым технологиям строительства автодорог и в совокупности приведёт к существенному снижению использования природных ресурсов и выполнению экологических требований.

В настоящее время в практике дорожного строительства всё шире используются новые, в большинстве случаев химически-сложные материалы (новые вяжущие, поверхностно-активные вещества и т.п.).

Расширяются границы применения материалов, считавшихся ранее некондиционными. Разрабатываются новые технологические схемы и способы производства работ, базирующиеся на комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. Развитие дорожного машиностроения идёт по линии проектирования и изготовления новых, более совершенных, мощных машин высокой производительности, позволяющих значительно повысить темпы производства дорожно-строительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Основные результаты работ по диагностике республиканской дорожной сети за 2013-2015 годы // Вестник КаздорНИИ.

2 Геосинтетические материалы в строительстве [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader.URL: http://www.trans-mix.ru/info/info_geosintetica.php (дата обращения: 27.09.2016);

3 Вендило, А. Г., Мухамеджанов, Г. К., Ковалева, Н. Е., Бессарабов, А. М., Степанова, Т. И., Соловьева, О. С., Квасюк, А. В., Гафитулин, М. Ю., Стоянов, О. В., Заиков, Г. Е. Региональный анализ промышленности геосинтетических материалов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 18. – С. 304–308.

4 Федосов, С. В., Поспелов, П. И., Гойс, Т. О., Грузинцева, Н. А., Матрохин, А. Ю., Гусев, Б. Н. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 1. – С. 101–106.

5 Дормидонтова, Т. В., Гареева, Л. Х., Хламова, С. В. Функциональные особенности геосинтетических материалов в слоях дорожной одежды // Сборнике: Пути улучшения качества автомобильных дорог. Сборник статей. Под редакцией М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, Т. В. Дормидонтовой. – Самара : Изд-во Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – 2015. – С. 63–67.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ПАВЛОДАР-АСТАНА

ЖАКЕЕВА Г.
г. Павлодар

В последнее время в Республике Казахстан и за рубежом в дорожное строительство все активнее внедряются геосинтетические материалы: в качестве армирующих прослоек, для укрепления откосов, в качестве дренирующих слоев.

Номенклатура этих материалов велика и продолжает расширяться. Основное продвижение данных материалов осуществляют их производители, которые ссылаются на успешный опыт применения геосинтетики в различных странах.

При этом достаточно часто не учитывается специфика применения тех или иных инженерных решений.

Основная сложность эксплуатации дорожных покрытий заключается в сильном влиянии на целостность полотна непостоянных и плохо предсказуемых климатических и метеорологических факторов. Наряду с сезонным размоканием и высыханием, замерзанием и оттаиванием поверхностных слоев грунта под влиянием смены сезона года, свою лепту вносят атмосферные осадки, а также колебания температуры воздуха в течение дня [1].

В начале 90-х годов прошлого века, когда в нашей стране использование геосинтетических материалов не имело обширного применения, дорожное покрытие устраивали на простой щебеночной подушке. В потоке автомобилей, помимо легковых, присутствуют и грузовые, которые определяют повышенные динамические воздействия на покрытия [2]. Они увеличивают амплитуду прогиба, провоцируют процессы усталости покрытия, а также ускоряют накопление пластических (невосстанавливаемых) деформаций и микротрещин. Естественно, что за более чем двадцатилетний срок эксплуатации, большинство покрытий дорожного полотна пришли в негодность: началось частичное, а то и полное разрушение полотна (образование ям), появилась колеиность. Изображение данных деформаций иллюстрируется на рис. 1.



Рисунок 1 – Деформации на трассе Астана-Павлодар

Укрепление геосинтетиками позволяет избавиться от этих проблем, повысив тем самым комфорт и безопасность дорожного движения. В конструкциях, которые воспринимают значительные сдвиговые усилия (такие как дороги), наиболее целесообразно использовать в данном случае георешетки [3].

Схемы применения геосинтетиков при выполнении дорожных работ, а также график зависимости глубины колеи от

количества циклов приложенной нагрузки в дорожном полотне приведены на рис. 2 и 3.

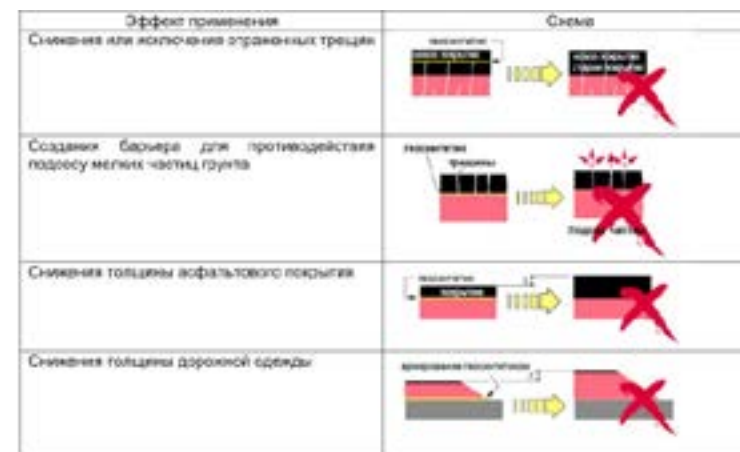


Рисунок 2 – График зависимости глубины колеи от количества циклов приложенной нагрузки в дорожном полотне

Геосинтетики прекрасно справляются с задачей увеличения срока службы дорожного покрытия.

Эффективность армирования дорожного покрытия геосинтетиками можно оценить с помощью показателя эффективности (E):

$$E = \frac{N_r}{N_u}$$

N_r – количество циклов приложения нагрузки до разрушения армированного дорожного покрытия.

N_u – количество циклов приложения нагрузки до разрушения неармированного дорожного покрытия.

Для обеспечения надежного выполнения геосинтетическими материалами требуемых функций они должны обладать высокими механическими характеристиками.

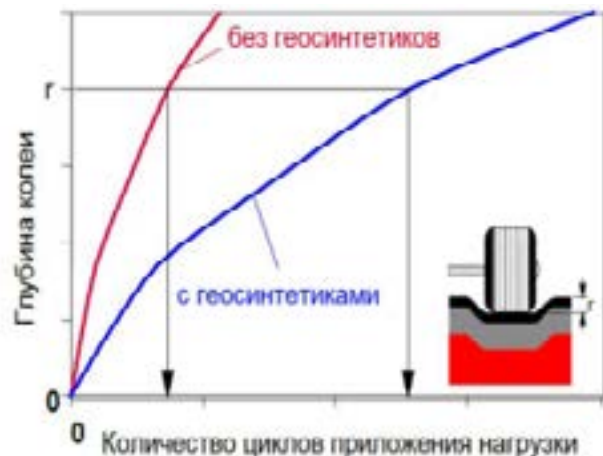


Рисунок 3 – Условный график зависимости глубины колеи от количества циклов приложенной нагрузки в дорожном полотне, армированном геосинтетическим материалом и нет

В доступных литературных источниках представлены данные о величине E до 16, что указывает на возможность достижения значительного увеличения срока службы дорожного покрытия в результате применения геосинтетиков в качестве армирующего или разделяющего элемента. Полевые наблюдения и результаты исследований подтверждают улучшение эксплуатационных качеств дорожного покрытия в результате применения геосинтетиков [4].

Значительное расширение номенклатуры синтетических и композитных материалов, улучшение их физико-механических характеристик приведет к большим объемам их использования, обеспечит высокий уровень конструктивных решений, даст толчок новым технологиям строительства автодорог и в совокупности приведёт к существенному снижению использования природных ресурсов и выполнению экологических требований.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Основные результаты работ по диагностике республиканской дорожной сети за 2013–2015 годы // Вестник КаздорНИИ.
- 2 Международные новости строительства Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011. – № 2 (145). – С. 52–53.

3 Геосинтетика в дорожном строительстве. Реалии и перспективы [Электронный ресурс]. Систем. требования: InternetExplorerURL: <http://rusdorstroy.ru/articles/geosintetika-v-dorozhnom-stroitel-stve-realii-i-perspektivy/> (дата обращения 27.09.16).

4 Геосинтетические материалы [Электронный ресурс]. Систем. требования: InternetExplorer URL: http://www.areangeo.ru/m/20/geosinteticheskie_materialy.html (дата обращения 26.09.16).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЖУКЕШЕВ И. М.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОРАЗОВА Д. К.

PhD., асс. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЛУКПАНОВ Р. Е.

PhD, профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Павлодар

Повышение эффективности использования дорожно-строительных машин является основной задачей при их эксплуатации, обуславливающей рост производительности труда и темпов строительства.

Производительность и нормы выработки

Основным критерием оценки эффективности дорожно-строительных машин является их производительность. Она зависит от многих факторов, как постоянных (конструктивные свойства машины), так и переменных (степень использования технических возможностей машины, вид работ, производственные и организационные условия, квалификация машиниста и др.). В зависимости от учитываемых факторов различают конструктивно-расчетную (теоретическую), техническую и эксплуатационную производительности.

Конструктивно-расчетная производительность устанавливается конструкторским расчетом за 1 ч чистой работы исходя из максимального значения параметров, расчетных скоростей и загрузки машины без учета переменных факторов. Она используется для оценки конструктивных качеств машины и является исходной при определении технической и эксплуатационной производительности машины.



Рисунок 1

Техническая производительность определяется за 1 ч чистой работы при наиболее эффективном режиме загрузки машины с учетом степени использования ее технических возможностей. При этом учитывается влияние на производительность ряда переменных факторов, отражающих характер и условия выполнения работ. Техническая производительность является наивысшей производительностью машины и может быть достигнута при совершенной организации механизированных строительных работ и высокой квалификации обслуживающего персонала [1, с. 32].

Технической производительностью пользуются при обчете схем организации механизированных работ, увязке работы отдельных машин, оценке выбора машины и расчете эксплуатационной производительности. Все сведения, приведенные в настоящем справочнике, относятся к технической производительности.

Эксплуатационная производительность (Пэ) в отличие от технической учитывает необходимые минимальные перерывы в работе машины по конструктивно-техническим, технологическим и метеорологическим причинам, а также прочие простои, неизбежные в процессе работ. Эксплуатационная производительность машин устанавливается исходя из результатов работы, достигнутых строительными организациями в целом.

Эксплуатационная производительность используется при проектировании, организации и планировании механизированных работ, а также при определении потребности в машинах и при контроле за использованием отдельных машин и парка в целом. Различают нормативную, плановую и фактическую эксплуатационную производительность.

Нормативная эксплуатационная производительность определяется на основе норм, устанавливающих объем работ, который может быть выполнен в заданных условиях производства данной машиной в единицу времени, или время, которое потребуется на выполнение единицы работ. Плановая эксплуатационная производительность принимается для плановых расчетов и проектов организации работ. Фактическая эксплуатационная производительность достигается при использовании машины в конкретных условиях строительства. Она определяется фактическими замерами результатов работ [2, с. 25].

Большое практическое значение имеет годовая эксплуатационная производительность машины. Ниже приведены примерные среднегодовые нормы выработки основных дорожно-строительных машин. Такие нормы ежегодно пересматриваются с учетом достижений передовых строек на основе сред-непригрессивных норм выработки машин и устанавливаются в качестве директивных.

Среднегодовые нормы выработки распространяются на весь списочный состав машин строительной организации с учетом времени на их переброску и монтаж. Ввиду разнообразия типоразмеров одноименных машин нормы даны на условный измеритель: для экскаваторов – на 1 м³ емкости ковша, для бетономешалок – на 1 м³ номинальной емкости смесительного барабана, для кранов – на 1 т грузоподъемности и т. д.

Вследствие различия климатических условий по временам года отдельные виды строительных работ ведутся с разной интенсивностью, поэтому среднегодовые нормы выработки могут быть разбиты на квартальные (в процентах от годовой выработки).

Единовременные затраты обеспечивают выполнение подготовительных работ и возможность пуска машины в эксплуатацию. Они включают в себя расходы по доставке машины, необходимой переброске ее в пределах строительства, монтажу, пробному пуску, возведению вспомогательных устройств (например, фундаментов) и т.п.

Постоянные эксплуатационные затраты относятся к годовым расходам, в состав которых входят амортизационные отчисления на

полное восстановление первоначальной стоимости и капитальный ремонт, на содержание вспомогательных устройств – парков, баз, гаражей и др.

Текущие эксплуатационные затраты зависят целиком от режима и условий работы машины. В их состав входят затраты на заработную плату обслуживающего персонала, на электроэнергию, топливо, смазочные и обтирочные материалы, техническое обслуживание, текущий и средний ремонты, вспомогательные материалы и запасные части.

Основными направлениями повышения эффективности использования дорожно-строительных машин следует считать интенсификацию работы машин.

Совершенствование организационных форм эксплуатации и внедрение рациональных приемов работы машин; улучшение системы технической эксплуатации – обслуживания и ремонта машин; повышение экономического стимулирования использования средств механизации; высококачественную подготовку квалифицированных кадров водителей; улучшение планирования и учета использования технических средств.

Интенсификация работы машин заключается в разработке и внедрении мероприятий по максимальному сокращению цикла работы машины, полному использованию их скоростных качеств; внедрении автоматизации управления, саморегулирования рабочих органов и контроля работы машин, а также в улучшении условий труда водителя, повышающем ее работоспособность [3, с. 28].

Ведущим направлением в совершенствовании организационных форм эксплуатации является создание специализированных хозрасчетных организаций (трестов, управлений механизации и др.), оснащенных парком машин, необходимым для комплексной механизации различных дорожно-строительных работ оптимального объема. Эти организации, наряду с хорошо поставленной эксплуатацией дорожно-строительных машин, должны иметь средства для технического обслуживания и ремонта машин, а также готовить квалифицированные кадры механизаторов, способных полностью использовать современную технику [4, с. 17].

Выбор способов механизации работ, подбор комплектов машин и распределение их по объектам строительства должно осуществляться на основе анализа экономической эффективности, а машины должны использоваться в соответствии с рациональными и наиболее эффективными приемами.

Основой развития и улучшения технического обслуживания в организациях с высоким уровнем оснащения машинами следует считать регулярный контроль состояния техники, своевременное выполнение профилактических мероприятий, исключающих возможные поломки машин, и проведение текущих ремонтов с применением эффективных передвижных механизированных средств.

Систему ремонта улучшают путем его централизации, хорошо организованного снабжения запчастями, развития и совершенствования агрегатно-узлового метода.

Для улучшения использования машин в строительстве необходимо также повышать качество учета и отчетности. Сокращение числа первичных документов достигается заменой разнообразных форм сменных рапортов, карточек и ведомостей учета использования машин единой формой накопительного декадного рапорта, а для машин, работающих на объектах больше одного месяца, – единой формой месячного журнала [5, с. 57].

Основой снижения себестоимости работ является повышение производительности труда, что достигается поднятием выработки дорожно-строительных машин.

Рассматривая величины, входящие в состав себестоимости единицы продукции, видим, что единовременные расходы и постоянные эксплуатационные расходы неизменны и по существу мало зависят от режима работы машины. Поэтому они резко повышают себестоимость при низкой выработке и неполном использовании машин. Текущие эксплуатационные расходы составляют около 50 % всех затрат машино-смены и несколько увеличиваются при интенсивной работе машин. Однако при хорошей организации обслуживания машин может быть достигнуто снижение расходов по этой статье на экономии топлива, смазочных материалов, а также на текущих ремонтах [6, с. 23].

Таким образом, наиболее значительное влияние на снижение себестоимости оказывает поднятие выработки машин. Величина выработки машин зависит от широты внедрения мероприятий, повышающих их эффективность и, главное, от качества организации технологического процесса работы машин, своевременности их технического обслуживания и от квалификации рабочего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Абрамов, С. И.** Эффективность использования строительных машин. – М., 2001. – 149 с.

2 **Аблязов, Л. П., Анзичитов, В. А. и др.** Строительное производство. Справочник строителя в 3-х томах. – М., 1989. – 527 с.

3 Актуальные вопросы строительства и эксплуатации строительных дорог // Сборник научных трудов. – Омск : ОмПИ, 1992. – 103 с.

4 **Брежнев, В. А.** Транспортное строительство адаптируется к условиям рынка // Транспортное строительство. – 1997. – № 5–6. – С. 3–5.

5 **Вербицкий, Г. М.** Основы оптимального использования машин в строительстве. Учебное пособие. – Хабаровск, 1984. – 87 с.

6 **Гаркуша, А. П.** Комплексная механизация и автоматизация в транспортном строительстве // Механизация строительства. – 1985. – № 9. – С. 2–5.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

КЕНЖЕБАЕВ Н. О.

магистрант, группа МТС-12П, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

к.т.н., зав. кафедрой «Промышленное, гражданское и транспортное
строительство», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Основные преимущества дорожных одежд с цементобетонными покрытиями заключается в том, что при примерно одинаковой строительной стоимости, они обеспечивают значительно более долгий срок службы по сравнению с асфальтобетонным покрытием, и при этом требуют значительно меньших затрат на ремонт и обеспечение перспективного увеличения грузоподъемности дорожной одежды в связи с увеличением массы транспортных средств и интенсивности движения. Также преимуществами цементобетонных дорог являются высокая прочность, ровность и в то же время достаточная шероховатость, обеспечивающая хорошее сцепление автомобильных шин с поверхностью дороги.

Применительно для цементобетона, качество будет определяться не только качеством проведённых строительных работ, но и свойствами полученной с завода цементобетонной смеси. Приготовление смеси включает подготовку материалов, их дозирование и перемешивание.

Цементобетоны высокого качества получают при постоянном контроле за их производством и на его основе автоматизированного

управления технологическими процессами при своевременной реализации необходимых подналадочных управляющих воздействий. Управление качеством организуется на всех стадиях производства цементобетона и изделий из него и включает контроль свойств поступающих материалов и компонентов приготовления бетонной смеси и ее уплотнения, структурообразования, твердения цементобетона и свойств готового материала или изделия. Качество цементобетона оценивается операционным контролем.

Целью магистерской работы является пошаговый контроль качества при строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием. Определение перечня основных свойств цементобетонных смесей, которые будут определять качество получаемого из неё цементобетона. Свойства цементобетонных смесей и цементобетона условно делятся на четыре группы: физические, механические, химические и технологические. Из всех перечисленных свойств наиболее используемыми для проверки качества цементобетонного общего назначения и транспортных бетонов являются: плотность; удобоукладываемость; воздухоовлечение (для цементобетонных смесей); прочность и морозостойкость (для цементобетона).

Цементобетонная смесь состоит из цемента (вяжущего), воды, щебня (крупного заполнителя), песка (мелкого заполнителя) и различных добавок. Из-за этого качество цементобетонной смеси и получаемого из неё цементобетона напрямую зависит от свойств составляющих её материалов. На каждое свойство цементобетонной смеси и цементобетона есть по несколько различных методов его определения. Все методы делятся на две большие группы: стандартные – это те, которые зафиксированы в соответствующих нормативных документах, и оригинальные. Зачастую не стандартизированные методики позволяют быстрее получить искомые свойства цементобетона, чем тестированные методы.

На практике не все свойства составляющих цементобетонных смесей определяют, обычно выбирают наиболее значимые и их контролируют. Для щебня и песка: влажность, зерновой состав и прочность, содержание пылеватых и глинистых частиц; цемента: сроки схватывания и прочность (изгиб, сжатие).

Качественный анализ производства цементобетонной смеси показал, что существует огромное количество внешних воздействий (факторов), которые могут оказать влияние на качество цементобетонной смеси, для удобства восприятия они были разделены на подгруппы,

в которых были установлены причинно-следственные связи между факторами:

- время – с течением времени будут протекать процессы гидролиза и гидратации в смеси, что и будет приводить к постепенному уменьшению осадки конуса - подвижности смеси;
- материалы – учтено качество добавляемых материалов в смесь;
- добавки – классифицированы качественные и количественные признаки, а также способ введения добавок в смесь;
- производство – учтены качество перемешивания и технология приготовления, а также наличие ложного схватывания;
- транспортировка смеси – рассмотрены все возможные факторы, которые могут повлиять на пластичность смеси при транспортировке её к месту бетонирования;
- укладка смеси – перебраны различные способы укладки цементобетонной смеси;
- перемешивание – учтены все возможные влияния составляющих смеси на подвижность смеси после перемешивания её в установке;
- контроль осадки конуса – учтены все возможные действия после замера подвижности и выявления необходимости корректировки её после перемешивания.

С определением свойств готового цементобетона дело обстоит сложнее. Основные свойства, такие как: прочность (сжатие, изгиб), и для некоторых видов цементобетона, морозостойкость и водонепроницаемость, можно определить только после 28 суток твердения цементобетонной смеси. Поэтому оценить реальное качество материала к моменту передачи бетонной смеси потребителю не представляется возможным. Если определение морозостойкости и водонепроницаемости изначально относят к периодическим испытаниям, то испытания на прочность принято относить к приемочным.

Однако фактически определение прочности цементобетона в силу существенного запаздывания получения этого показателя по отношению к моменту отгрузки бетонных смесей потребителю также следует рассматривать как периодическое испытание, так как в соответствии с нормативными документами это испытание осуществляется в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией, «с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска», а никак не для оперативного подтверждения качества продукции на стадии ее отгрузки.

В то же время в соответствии с рядом нормативными документами под приемо-сдаточными испытаниями фактически подразумеваются испытания, по которым возможно осуществить отгрузку потребителю произведенной продукции только после получения положительного результата. Положения, связанные с необходимостью оценки прочностных характеристик цементобетона, фактически противоречат требованиям, где указано, что до завершения всех запланированных мероприятий по подтверждению качества, выпуск продукции не должен осуществляться. Также имеются отклонения и сбои, приводящие к выпуску несоответствующей продукции.

В этой ситуации становится важным своевременно оценить происходящее. Это позволит оперативно вмешаться в производственный процесс и, по возможности, предотвратить выпуск несоответствующей продукции. Организация должна поступать с несоответствующей продукцией одним или несколькими из перечисленных способов: предпринимая действия по устранению обнаруженного несоответствия; санкционируя ее использование, переход к следующей стадии или приему, при наличии разрешения на отклонение от уполномоченных лиц или органов и потребителя; предпринимая действия с целью недопущения ее первоначально предполагавшегося использования или применения.

Ни один из указанных способов не может быть применен для бетонных смесей, так как факт обнаружения несоответствия может быть зафиксирован, когда материал уже уложен в конструкцию. В стандарте указано что, если несоответствующая продукция выявляется после поставки или начала ее использования, организация должна предпринять действия, соответствующие последствиям или потенциальным последствиям несоответствия. В процессе производства бетонных смесей имеется множество факторов, способных оказать влияние на их качество. Имеет место неизбежное изменение свойств исходных материалов, связанное с неоднородностью заполнителей по зерновому составу, влажности и иным показателям. Возможны отклонения в дозировке материалов, вариации температуры и другое. Нельзя исключать из рассмотрения субъективный фактор со стороны исполнителей.

Существенное отставание в сроках получения информации по результатам испытания бетонных смесей создает объективные предпосылки для «корректировки» в ряде случаев в сторону улучшения данных, заносимых в рабочий журнал. Связано это с тем, что лаборант осознает, что все равно исправить что-либо в

большинстве случаев на основании полученной информации уже не представляется возможным, а создавать лишние трудности себе и своему предприятию не целесообразно. По этой причине создаются соблазны для корректировки данных. Следует отметить, что в российском законодательстве ответственность предусмотрена только за предоставление недостоверных результатов испытаний продукции, подлежащей обязательной сертификации, что никоим образом не распространяется на производство бетонных смесей, подлежащих исключительно добровольному подтверждению соответствия. Ответственность за проведение контроля качества продукции вообще не предусмотрена. Вскрыть факт отклонения показателей свойств от нормативных значений возможно лишь в процессе испытания готовых конструкций. Но норма отбора образцов при проведении контроля качества ничтожно мала. На эти результаты окажут влияние технология транспортировки, укладки и уплотнения бетонной смеси, условия твердения.

Не всегда можно с уверенностью сказать, из какой партии уложена бетонная смесь в данном конкретном месте отбора.

В связи с вышесказанным, для обеспечения долговечности цементобетона, а также оптимального расходования средств необходима иная система контроля качества материалов и работ.

Для оперативного предупреждения появления несоответствующей продукции необходимы ускоренные методы определения физико-механических характеристик цементобетона или косвенных характеристик, позволяющих оценить качество материала в сжатые сроки или практически мгновенно.

Предлагается метод статистического экспресс-контроля качества приготовления цементобетонных смесей, основанный на оценке взаимного изменения долей случайных составляющих, наблюдаемых, влияющих и выходных параметров технологического процесса. В соответствии с рядом нормативными документами, в том числе стандартами серии ГОСТ ИСО 9000, под приемо-сдаточными испытаниями фактически подразумеваются испытания, только после получения положительного результата по которым, возможно осуществить отгрузку потребителю произведенной продукции до завершения всех запланированных мероприятий выпуск продукции не должен осуществляться.

Контроль за качеством цементобетона осуществляется уже на отвердевшем материале в лучшем случае через 7 суток после приготовления цементобетона, чаще же всего – спустя 28 суток,

«практическое значение результатов таких испытаний обесценивается уже тем, что они получаются с запаздыванием и поэтому теряют свое оперативное значение».

Во многих лабораториях цементобетонных заводов пользуются ускоренными методами оценки физико-механических показателей. Однако в силу того, что официального статуса эти методики не имеют, результаты, по ним полученные, носят чисто ориентировочный характер. В ряде лабораторий данные, получаемые в ходе ускоренных испытаний, заносятся в рабочий журнал как приемо-сдаточные. В некоторых лабораториях дополнительно, помимо ускоренных, проводят испытания по стандартной методике.

Для оперативного предупреждения брака необходимы оперативные ускоренные методы определения и управления качеством физико-механических характеристик цементобетонных смесей. Такие методы были предложены еще в середине прошлого века, однако не были реализованы при разработке ныне действующих нормативно-технических документов. Официальная причина этого - отсутствие корреляции между стандартными и ускоренными методами испытания.

На каждом этапе строительства предусмотрены мероприятия по контролю качества.

1 Входной контроль качества материалов (подбор цементобетонной смеси);

2 Операционный контроль качества (приготовление цементобетонной смеси);

3 Выходной контроль:

– количество выполненных работ,

– физико-механические показатели смеси,

– геометрические показатели слоя);

– расширена сырьевая база для производства цементобетонной смеси, предназначенного для строительства автомобильных дорог с цементобетонным дорожным покрытием.

– разработаны рациональные рецептуры наполненных вяжущих, с применением модифицированных небогатенных отсевов дробления и цементобетонных композитов.

Экспресс-метод определения механических свойств должен отвечать следующим требованиям: получение результата в кратчайшие сроки (в течение 1 мин) после производства цементобетонной смеси в конкретном замесе; обеспечение необходимой точности и стабильности результатов испытаний (воспроизводимость и сходимость по отношению к стандартному методу); возможность

реализации предлагаемых методов на базе имеющегося в лаборатории оборудования.

Повысить объективность получаемой информации, фиксируемой в документах лаборатории, возможно путем массового внедрения в практику работы заводских лабораторий различного вида контрольных карт. Это обеспечивает возможность не только визуальной оценки хода процесса, но и оценку стабильности процесса на основе многочисленных статистических критериев, сигнализирующих о возможном разладе процесса. Кроме того, на основе построения контрольных карт возникает реальная возможность прогнозирования параметров продукции, не дожидаясь получения фактических результатов лабораторных исследований. Это является крайне актуальным, в частности, для бетонных смесей, большинство результатов испытаний которых могут быть получены с существенной задержкой.

Существенно повысить качество в строительстве, в том числе, в дорожном, реально возможно, обеспечивая надежность и объективность результатов, получаемых в лабораториях и фиксируемых в рабочих журналах, за счет организации регулярных межлабораторных испытаний. Предлагается метод статистического экспресс-контроля качества приготовления цементобетонных смесей, основанный на оценке взаимного изменения долей случайных составляющих, наблюдаемых, влияющих и выходных параметров технологического процесса.

Предлагается регистрировать факт изменения доли и абсолютного значения случайных составляющих входного и выходного параметров процесса приготовления цементобетонных смесей и на основе этого регистрировать отклонение процесса от стабильного и устойчивого состояния. Измерения наблюдаемых параметров были проведены типовыми средствами измерения, основанными на различных физических принципах

Контроль качества работ при строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием должны обеспечить значительно более долгие сроки службы, при значительно меньших затратах на ремонт и обеспечить перспективу увеличения грузоподъемности дорожной одежды.

Вывод.

Качество строительства автомобильных дорог, зависит от уровня культуры производительности работ так и от качественного состава используемой бетонной смеси, что должно обеспечиваться

соблюдением требований по выполнению видов контроля: входной, операционный и выходной.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Справочная энциклопедия дорожника. V том Проектирование автомобильных дорог / под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. – М., 2007.
- 2 ВСН 139-80 (1990) Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог.
- 3 **Шейнин, А. М.** Цементобетон для дорожных и аэродромных покрытий. – М. : 1. Транспорт, 1991. – 151 с.
- 4 **Нисневич, М. Л.** Использование отсевов дробления изверженных горных пород при производстве щебня /М. Л. Нисневич, Л. П. Легкая, Г. Б. Торлопова и др. //Строительные материалы. 1982. – № 6. – С. 6–7.
- 5 **Иванов, Ф. М., Янбых, Н. Н., Цветков, В. С.** Морозостойкие бетоны на мелких песках с химическими добавками //Бетон и железобетон. – 1985. – № 4. – С. 17–18.
- 6 **Шейнин, А. М. и др.** Применение мелких и очень мелких песков в цементном бетоне //Автомобильные дороги. – 1985. – № 5. – С. 17–20.
- 7 **Якобсон, М. Я.** Бетон дорожный с использованием отсевов дробления изверженных горных пород для строительства автомобильных дорог: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 /М. Я. Якобсон. – М., 2000. – 258 с.
- 8 **Шейнин, А. М., Якобсон, М. Я.** Применение песков из отсевов дробления // Автомобильные дороги. – 1989. – № 8. – С. 12.
- 9 **Космин, О. В., Жданюк, В. К.** Водостойкость и морозостойкость вяжущих в зависимости от природы минеральных порошков // Автодорожник Украины. – 1999. – № 3. – С. 46–49.
- 10 ГОСТ 24640-81. Добавки для цементов: Классификация. Введ. с 01.01.82. – М. : Изд. стандартов. – 1981. – 3 с.
- 11 **Венюа, М.** Цементы и бетоны в строительстве. / Пер. с фр. Ф. М. Иванов, Д. В. Свенцицкого// под ред. Б. А. Крылова. – М. : Стройиздат, 1980. – 415 с.
- 12 **Ушаков, В. В.** Цементобетонные покрытия автомобильных дорог // Строительная техника и технология. – 2001. – № 2. – С. 17–18.
- 13 **Левицкий, Е. Ф., Чернигов, В. А.** Бетонные покрытия автомобильных дорог. – М. : Транспорт, 1980. – 288 с.
- 14 **Когазон, М. С.** Применение цементобетона при строительстве дорожных одежд // Цемент и его применение. – 1997. – № 1. – С.28–30.

15 Носов, В. П. Эффективность применения цементобетонных покрытий на автомобильных дорогах //Цемент и его применение. – 1997. – № 5–6. – С. 26–28.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛЫХ ДОМОВ

КОНРОТБАЕВ Н. З.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОРАЗОВА Д. К.

PhD., асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЛУКПАНОВ Р. Е.

PhD, профессор, ЕНУ имени Л. Н. Гумилева, г. Павлодар

Энергоэффективный дом – это здание, в котором очень малое потребление энергии сочетается с комфортным микроклиматом. Например, на сегодняшний день в самой распространенной конструкции частного дома (ж/б фундамент, система «теплый пол» без утепления, стены 1,5 кирпича с цементной штукатуркой, обычными металлопластиковыми окнами, утеплением кровли 150 мм и без приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла) потребление энергии на отопление составляет 110-130 кВт/ч на 1 м² в год. В то время как годовая потребность в отоплении энергоэффективного дома может составлять менее 15 кВт/ч на 1 м² [2].



Рисунок 1

Данное определение довольно новое слово в строительстве жилых домов. С ростом цен на энергоносители возросла необходимость экономить тепло и электричество в домах. Особенно заметна эта экономия на примере многоэтажных зданий, утепление которых и вышло на передний план в деле повышения их энергоэффективности [3].

Проектируемые и строящиеся (реконструируемые, капитально ремонтируемые) здания, строения, сооружения должны соответствовать требованиям законодательства Республики Казахстан об энергосбережении и повышении энергоэффективности.

Класс энергоэффективности здания, строения, сооружения определяется:

1) при выполнении проектной (проектно-сметной) документации строительства новых или расширения (капитальный ремонт, реконструкция) существующих зданий, строений, сооружений с размером потребления энергетических ресурсов, эквивалентным пятистам и более тонн условного топлива за один календарный год;

2) при выполнении проектной (проектно-сметной) документации строительства новых или расширения (капитальный ремонт, реконструкция) существующих зданий, строений, сооружений с размером потребления энергетических ресурсов менее пятисот тонн условного топлива за один календарный год по инициативе заказчика проектной (проектно-сметной) документации.

Класс энергоэффективности существующих зданий, строений и сооружений определяется по итогам проведенного энергоаудита.

В проектах многоквартирных жилых домов предусматриваются обязательное использование энергосберегающих материалов, установка общедомовых приборов учета тепловой энергии и поквартирных приборов учета электрической энергии, холодной и горячей воды, а также приборов-регуляторов в отопительных системах, автоматизированных систем регулирования теплоснабжения.

Не допускается приёмка в эксплуатацию новых объектов, потребляющих энергетические ресурсы, которые не оснащены соответствующими приборами учёта энергетических ресурсов и автоматизированными системами регулирования теплоснабжения.

Потребители производят оплату за потребленную тепловую энергию по тарифам, дифференцированным в зависимости от наличия или отсутствия приборов учета тепловой энергии, утверждённым в соответствии с законодательством Республики Казахстан о естественных монополиях и регулируемых рынках [5].

Во всем мире уже давно ведется поиск путей уменьшения энергопотребления за счет его рационального использования. Результаты многочисленных исследований, посвященных изучению проблем энергосбережения, показывают, что наибольшее количество энергии тратится на отопление, горячее водоснабжение, покрытие потерь при транспортировке энергии, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, искусственное освещение [1, с. 102].

Жилой сектор Казахстана является третьим крупнейшим потребителем тепло- и электроэнергии после сектора энергетики и производственного сектора. В среднем здания в Казахстане потребляют в 2–3 раза больше энергии на 1м², чем здания в северных странах Западной Европы.

Так, специалистами подсчитано, что уровень потребления электроэнергии в расчете на единицу сопоставимого ВВП в Казахстане выше, чем в США, в 2,5 раза, Германии и Японии в 3,6 раза.

Сейчас в Казахстане в связи с Законом РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» происходит интенсивный переход к строительству энергоэффективных зданий. Так, программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) в Казахстане реализуются два проекта: «Энергоэффективное проектирование и строительство жилых зданий» и «Устранение барьеров на пути повышения энергоэффективности коммунального теплоснабжения». Они направлены на реализацию пилотных проектов и поддержку внедрения законодательства, стандартов и образцов лучшей практики по соответствующим тематическим направлениям, которые не только обеспечат высокую экономию средств при эксплуатации зданий, но и в значительной степени решат экологические проблемы за счет сокращения выбросов CO₂ в окружающую среду.

В жилых зданиях нового поколения с помощью специальных решений и расчетов, а также применения инновационных технологий достигаются максимально комфортный микроклимат и оздоровительные условия для проживания, благоприятно влияющие на здоровье человека.

Современные энергоэффективные здания согласно Техническому регламенту и еврокодам должны соответствовать следующим основным требованиям: оптимально сберегающим энергию архитектурно-планировочным решениям; конструктивной и механической безопасности; пожарной безопасности; экологической чистоте, направленной на оздоровление людей и охрану окружающей

среды; экономии энергии и сокращению расхода тепла; рациональному использованию природных ресурсов.

Эффективность использования энергии является своего рода индикатором научно-технического и экономического потенциала общества, позволяющим оценивать уровень его развития.

Ожидаемый рост жилищного строительства в Казахстане означает повышение энергопотребления и, соответственно рост выбросов парниковых газов. Поэтому повышение энергоэффективности нового строительства позволит значительно сократить выбросы парниковых газов. В этой связи для внедрения инновационных технологий и улучшения качества окружающей среды важно строительство экологических и энергоэффективных зданий [5].

Энергия – это основа основ успешного развития любого государства. Все блага цивилизации, все материальные сферы деятельности человека требуют расхода энергии. А потребности человека все время растут, да и людей становится все больше.

Поэтому один из основных вызовов, стоящих перед человечеством, связан с решением энергетической проблемы как в области повышения эффективности использования энергии в производственной и потребительской сферах, на транспорте и в быту, так и в поиске и внедрении менее природоразрушающих источников энергии, причем одним из приоритетных направлений стали исследования, направленные на повышение энергоэффективности всех сфер деятельности человека [6].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Бабичева, Н. В.** Обзор методов повышения энергоэффективности жилых зданий // Молодой ученый. – № 10. – 2007. – С. 102.
- 2 Энергоэффективность дома. [Электронный ресурс]. – URL :<https://idr-group.ru/vazhno-znat/energoeffektivnost-doma/>.
- 3 Классы энергоэффективности жилого дома. [Электронный ресурс]. – <https://okommunalke.ru/tarify/klassy-energoeffektivnosti-zhilogo-doma>.
- 4 Опыт Казахстана – пилотные проекты по энергосберегающей санации зданий из г. Астана, г. Алматы и г. Караганда, 2011-2013гг. [Электронный ресурс]. – <http://www.energodom.org/energodom/thermomod-examples/95-kz-examples/303-opyt-kazakhstan-pilotnye-proekty-po-energoberegayushchej-sanatsii-zdanij-iz-g-astana-g-almaty-i-g-karaganda>.

5 Энергоэффективные здания Астаны. [Электронный ресурс]. – <http://ekois.net/energoeffektivnye-zdaniya-astany/>.

6 Исследовательская работа «Энергоэффективный дом». [Электронный ресурс]. – issledovatel'skaya-rabota-energoeffektivnyy.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

КУДЕРИН М. К.

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

АСЫЛОВ А. Б.

магистр, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МУСАХАНОВА С. Т.

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

Проектно-вычислительный комплекс SCAD [1], представляет собой набор программ предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования различного вида и назначения строительных конструкций.

Для расчета и проектирования **стальных** конструкций зданий и сооружений, из этого набора можно применять такие специализированные программы «сателлиты» как: КОМЕТА, КРИСТАЛЛ, КОНСТРУКТОР СЕЧЕНИЙ, ВЕСТ, а также КАТАЛОГИ СОРТАМЕНТОВ, которые ориентированы на реализацию проектных процедур, связанных с расчетом элементов стальных конструкций и их соединений [2], [3], [4]. Каждая из этих программ может работать автономно, а все вместе входят в набор взаимосвязанных по управлению и информации программных средств, который по известной аналогии называется SCAD Office.

Упомянутые разработки максимально учитывают современное состояние и направления деятельности в проектировании, которые характеризуются следующими особенностями:

- основной объем проектных работ связан с экспертизой технического состояния существующих конструкций или с проектированием относительно небольших конструктивных систем;
- проектирование мощных конструкций производственных зданий и специальных сооружений почти не ведется;
- снятие ограничений на проектирование стальных конструкций, в том числе и по типам проектных организаций, привело к тому, что к этой работе оказались причастными много «новичков», которые,

являясь опытными проектировщиками конструкций другого типа, чувствуют себя не вполне уверенно в новой предметной области.

Эти обстоятельства сформулировали набор основных идей, которые были положены в основу разработки:

- пользователь должен быть уверен, что программа проведет исчерпывающую и строгую экспертизу на все требования норм проектирования и в ней будут реализованы только эти требования, а другие проектные идеи и процедуры не будут применяться;
- программа работает с ограниченным набором конструктивных решений и видов поперечных сечений, характерным для предполагаемой области применения и полностью описанными в требованиях СНиП II-23-81*;
- пользователь не должен быть связан необходимостью поиска основной справочной и нормативной информации, вся она должна присутствовать в базе данных программы;
- учитывая современное состояние на рынке металлопроката, необходимо обеспечить доступ пользователя к характеристикам сортаментов различных лет и различных стран;
- необходимо предоставить пользователю возможность весьма детального анализа результатов экспертизы, оставляя за ним право принятия решений по изменению и улучшению конструктивного решения.

1 Кристалл

Программа **Кристалл** предназначена для выполнения проверок элементов и соединений стальных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования». Предполагается, что расчетные усилия соответствуют нагрузкам, определенным по СНиП 2.01.07-85. «Нагрузки и воздействия». Требованиям этого же документа соответствуют реализованные в программе правила выбора расчетных сочетаний усилий. При создании программы **Кристалл** использовались связанные со СНиП II-23-81* государственные стандарты, а также «Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*)/ЦНИИСК им. Кучеренко». Кроме указанной функции **Кристалл** выполняет в некоторой степени и роль справочника, с помощью которого можно уточнить некоторые фактические данные относительно сортаментов металлопроката, болтов и материалов для сварки, а также многие положения СНиП II-23-81*.

В программе реализован большой набор режимов работы, о чем можно судить по виду его главного окна (рис.1), где каждому из этих режимов соответствует кнопка вызова.

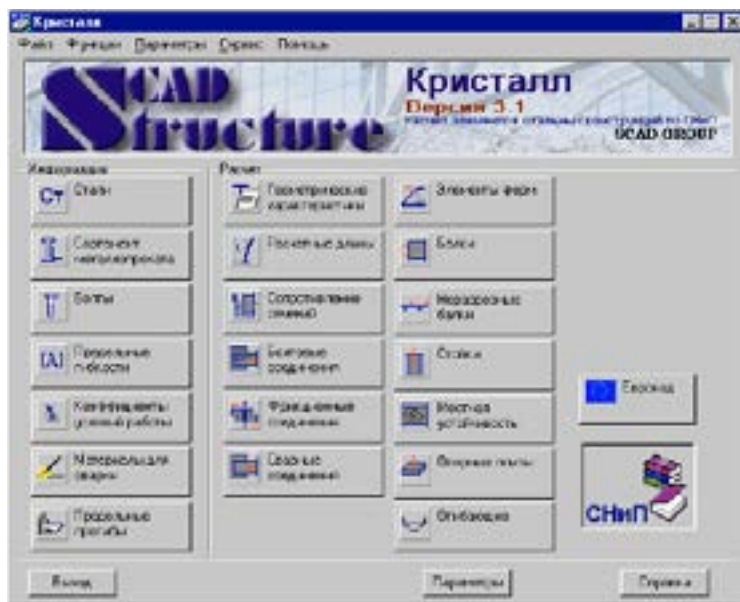


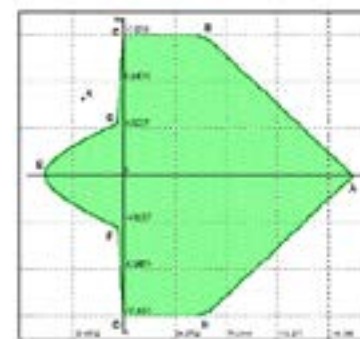
Рисунок 1 – Главное окно калькулятора Кристалл

Детальное исследование несущей способности поперечного сечения, которое выполняется в рамках режима Сопротивление сечений, дало возможность обнаружить некоторые неточности норм. Оказалось, что можно встретить случаи, когда область несущей способности элемента оказывается невыпуклой. Типичный пример такой кривой представлен на рис.2.а. Здесь рассмотрено поперечное сечение в виде симметричного сварного двутавра со стенкой 400×10 мм и полками 200×10 мм из стали с расчетным сопротивлением $R_y = 2050$ кг/см². Расчетная длина стержня в обоих главных плоскостях составляет 600 см, коэффициент условий работы и коэффициент надежности по назначению приняты равными $\gamma_s = 1,0$ и $\gamma_n = 1,0$.

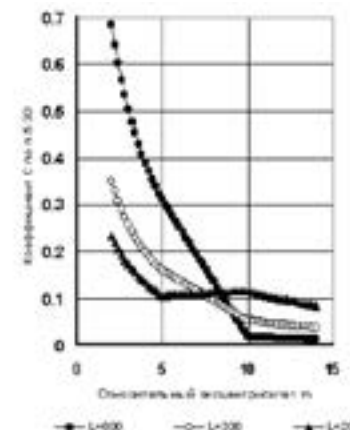
Граница области несущей способности на участках АВ и АН определяется условием прочности при совместном действии растяжения и изгиба, на участках ВС и GH

– устойчивостью плоской формы изгиба, на участках CD и GF как и на участке DEF - устойчивостью из плоскости действия момента.

Невыпуклость кривой CDEFG связана со сменой типа зависимости коэффициента c , вычисляемого по формулам (57) — (59) СНиП II-23-81*, от величины относительного эксцентриситета m . Эта зависимость для трех значений длины рассматриваемого стержня приведена на рис.3.б Характерный излом при значении $m = 10$, где функция $c = c(m)$ меняется с линейной на гиперболическую, соответствует точкам D и F на кривой взаимодействия а) б)



а)



б)

Рисунок 2 – Область несущей способности и зависимость $c(m)$

Сама по себе невыпуклость рассматриваемой области может привести ко многим неприятным последствиям, наиболее очевидным является следующее — по традиции оценивая невыгодные сочетания усилий инженеры либо вообще не рассматривают некоторые воздействия, либо учитывают их полностью. Для невыпуклой области, однако, возможно и такое, что невыгодным является некоторое промежуточное значение. Так если одно нагружение соответствует точке С, а другое точке Е (в обоих случаях несущая способность обеспечена) то приняв момент и силу, равными половине предельных значений мы окажемся в точке К за пределами допустимой области.

2 Конструктор сечений

Конструктор сечений предназначен для формирования произвольных составных сечений из стальных прокатных профилей и листов, которые выбираются из различных сортаментов (рис. 3. а).

Для сконструированного сечения (рис. 3. б) определяются:

площадь поперечного сечения A ; значения моментов инерции I_y и I_z относительно центральных осей, параллельных координатным осям сечения правой декартовой системы координат Y и Z ; радиусы инерции i_y и i_z относительно тех же осей; момент инерции при свободном кручении I_t ; координаты центра тяжести; значение угла наклона главных центральных осей инерции; максимальный I_u и минимальный I_v моменты инерции; максимальный i_u и минимальный i_v радиусы инерции; максимальный W_u^+ и минимальный W_u^- моменты сопротивления относительно оси U ; максимальный W_v^+ и минимальный W_v^- моменты сопротивления относительно оси V ; ядровое расстояние вдоль положительного a_u^+ и отрицательного a_u^- направления оси U ; ядровое расстояние вдоль положительного W_v^+ и отрицательного W_v^- направления оси V .

В программе осуществляется постоянный контроль габаритов собираемого сечения, а по результатам расчета формируется отчет. а) б)

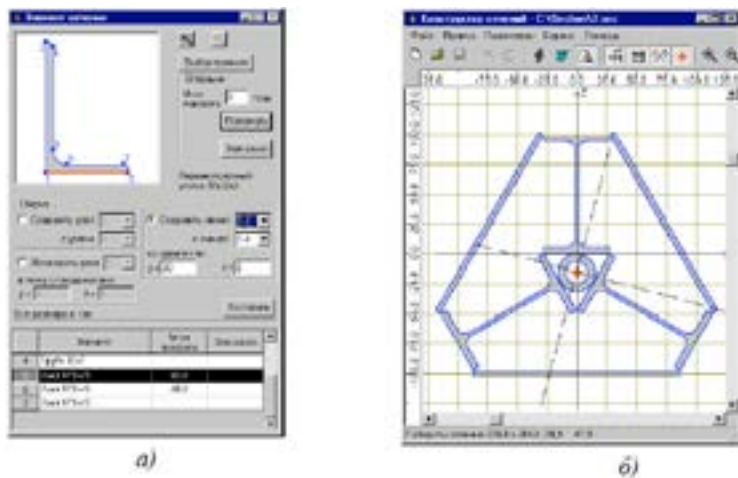


Рисунок 3 – Сборка сечений

3 Комета

Программный комплекс **Комета** [2] предназначен для расчета и проектирования узлов стальных конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве. В комплексе реализован подход, в котором при проектировании используется набор параметризованных конструктивных решений узлов (прототипов). В процессе проектирования параметры прототипов изменяются в зависимости от заданных условий применения (усилий, материала и т.п.) и установленных норм проектирования. Основной задачей, решаемой программой, является получение технического решения узла, соответствующего выбранному варианту норм проектирования, которое удовлетворяет заданным условиям применения. Результатом работы является чертеж узла и данные о прочности его отдельных элементов (деталей конструкции, сварных швов, болтов и т.д.). Последние дают возможность пользователю оценить качество полученного технического решения и, при желании, изменить некоторые из параметров конструкции.

4 Вест

Программа **Вест** предназначена для определения нагрузок и воздействий в соответствии с указаниями СНиП 2.01.07-85. Предполагается реализация следующих основных режимов работы:

- местность – определение климатических районов по СНиП 2.01.07-85. Обращение к этому режиму должно дать возможность установить ветровой, снеговой и температурный район строительства. Точность локализации соответствует административно-территориальному району Украины или России и/или городам областного подчинения;
- собственный вес – определение нагрузки от собственного веса многослойного пакета по указанным наименованиям материалов и толщинам слоев;
- временные – определение равномерно распределенных временных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы по задаваемому наименованию помещения;
- ветер – определение статической части ветровой нагрузки на некоторые типы зданий и сооружений;
- снег – определение снеговой нагрузки на некоторые типы зданий и сооружений;
- температура – определение климатических температурных воздействий.



Рисунок 4 – Программа Vest

5 Каталоги сортментов

Комплекс программ **Каталоги сортментов** (рис. 5) позволяет получить справочную информацию о металлопрокате различных стран и производителей, а также сделать выборку из них для создания собственных сокращенных наборов профилей.

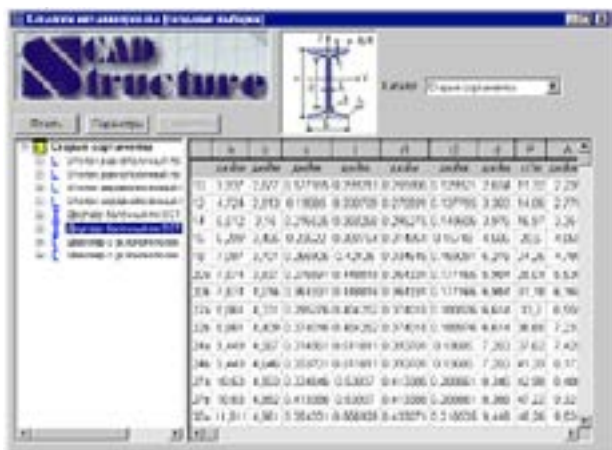


Рисунок 5 – Каталоги сортментов

База данных включает полный и сокращенный каталоги профилей ГОСТ, каталог СТО АСЧМ 20-93, старые сортаменты (ОСТ) периода 20х–30х годов, каталог прокатных профилей, поставляемых европейскими компаниями ARBED и OTUA, британский, американский, германский и ряд других сортаментов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Карпиловский, В. С., Криксунов, Э. З., Маляренко, А. А., Микитаренко, М. А., Перельмутер, А. В., Перельмутер, М. А. Интегрированная система анализа конструкций Structure CAD. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD. – М. : Изд. АСВ, 2004. – 592 с.

2 Криксунов, Э. З., Микитаренко, М. А., Перельмутер, А. В., Перельмутер, М. А. Программа для расчета стальных строительных конструкций, САПР и графика. – 1999. – № 4. – С. 45–47; № 5. – С. 82–85.

3 Кудерин, М. К. Введение в SCAD Office. Электронное учебное пособие для студентов, изд. Кереку, г. Павлодар, 2010.

4 Кудерин, М. К. О внедрении программного комплекса SCAD Office в учебный процесс. Сб. материалов междунар. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве». – Алматы, 2016. – С.105–108.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОДОВОДА «КУЛЬСАРЫ-ТЕНГИЗ»

ПЫСТИНА К. О.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

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

Для обеспечения запаса воды на 3 суток при производительности водовода 550 м³/час, необходимый объем резервуарного парка составляет 39600 м³. Данный объем хранения обеспечивают резервуары вертикальные стальные РВС-10000 объемом 10 000 м³, в количестве 4 шт.

Для защиты окружающей территории от подтопления при квазимгновенном разрушении одного из резервуаров вокруг группы резервуаров предусмотрена ограждающая стена (каре). Защита от замерзания резервуаров и наружных трубопроводов резервуарного парка предусмотрена посредством кабельного обогрева и теплоизоляции. Дренаж резервуаров осуществляется посредством донных клапанов через подземные коллекторы в очистные сооружения площадки насосной станции и резервуарного парка. Предусмотрена

возможность отбора проб воды из выходных трубопроводов после каждого резервуара.

Описание технологической схемы резервуарного парка приведено на рисунке 1.

Через узел учета вода проходит в резервуарный парк, состоящий из четырех резервуаров типа РВС-10000 поз. Р-1, 2, 3, 4, рассчитанных на хранение трехсуточного запаса воды. Резервуары снабжены патрубками приема и раздачи, переливом и дренажными патрубками, а также сигнализаторами аварийного верхнего и нижнего уровней и уровнемером с непрерывным измерением уровня. Исходя из необходимости хранения запаса воды и периодического освежения этого запаса, принята следующая схема работы резервуаров – два резервуара работают на заполнение из врезки, два на опорожнение. Переключение резервуаров осуществляется автоматически по показаниям уровнемеров задвижками с электроприводом, установленными на подводящих и отводящих трубопроводах. Перекрытие задвижек осуществляется плавно во избежание гидравлических ударов в трубопроводах.

Распределение воды по резервуарам происходит по двум вводам, на которых установлены электроприводные задвижки поз. 3-1з, 3-2з.

Для заполнения резервуара Р-1 при закрытой задвижке DN 300 поз. 3-5з открывается задвижка DN 300 поз. 3-4з. По достижении верхнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-1, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-4з и открывается задвижка поз. 3-5з. При откачке воды из резервуара Р-1 при закрытой задвижке поз. 3-4з открывается задвижка поз. 3-5з и вода самотеком под гидростатическим давлением поступает во всасывающий коллектор насосной станции. По достижении нижнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-1, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-5з и открывается задвижка поз. 3-4з. При достижении верхнего аварийного уровня в резервуаре Р-1 срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-2 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-4з. Предусмотрен перелив и дренаж воды в дренажный коллектор. При отключении врезки в магистральный водовод предусмотрена подача воды потребителям из резервуара Р-1 при закрытой задвижке поз. 3-4з и открытой задвижке поз. 3-5з. По достижении аварийного

нижнего уровня срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-3 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-5з.

Заполнение резервуара Р-2 осуществляется при закрытой задвижке DN 300 поз. 3-10з через открытие задвижки DN 300 поз. 3-9з. По достижении верхнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-6, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-9з и открывается задвижка поз. 3-10з. При откачке воды из резервуара Р-2 при закрытой задвижке поз. 3-9з открывается задвижка поз. 3-10з и вода самотеком под гидростатическим давлением поступает во всасывающий коллектор насосной станции. По достижении нижнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-6, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-10з и открывается задвижка поз. 3-9з. При достижении верхнего аварийного уровня в резервуаре Р-2 срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-7 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-9з. Предусмотрен перелив и дренаж воды в дренажный коллектор. При отключении врезки в магистральный водовод предусмотрена подача воды потребителям из резервуара Р-2 при закрытой задвижке поз. 3-9з и открытой задвижке поз. 3-10з. По достижении аварийного нижнего уровня срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-8 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-10з.

При заполнении резервуара Р-3 при закрытой задвижке DN 300 поз. 3-15з открывается задвижка DN 300 поз. 3-14з. По достижении верхнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-11, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-14з и открывается задвижка поз. 3-15з. При откачке воды из резервуара Р-3 при закрытой задвижке поз. 3-14з открывается задвижка поз. 3-15з и вода самотеком под гидростатическим давлением поступает во всасывающий коллектор насосной станции. По достижении нижнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-11, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-15з и открывается задвижка поз. 3-14з. При достижении верхнего аварийного уровня в резервуаре Р-3 срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-12 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-14з. Предусмотрен перелив и дренаж воды в дренажный коллектор. При отключении врезки в магистральный водовод предусмотрена подача воды потребителям из резервуара Р-3 при закрытой задвижке поз. 3-14з и открытой задвижке поз. 3-15з. По достижении аварийного

нижнего уровня срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-13 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-15з.

При заполнении резервуара Р-4 при закрытой задвижке DN 300 поз. 3-20з открывается задвижка DN 300 поз. 3-19з. По достижении верхнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-16, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-19з и открывается задвижка поз. 3-20з. При откачке воды из резервуара Р-4 при закрытой задвижке поз. 3-19з открывается задвижка поз. 3-20з и вода самотеком под гидростатическим давлением поступает во всасывающий коллектор насосной станции. По достижении нижнего предельного уровня, измеряемого непрерывно уровнемером поз. 3-16, срабатывает сигнализация, автоматически закрывается задвижка поз. 3-20з и открывается задвижка поз. 3-19з. При достижении верхнего аварийного уровня в резервуаре Р-4 срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-17 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-19з. Предусмотрен перелив и дренаж воды в дренажный коллектор. При отключении врезки в магистральный водовод предусмотрена подача воды потребителям из резервуара Р-4 при закрытой задвижке поз. 3-19з и открытой задвижке поз. 3-20з. По достижении аварийного нижнего уровня срабатывает сигнализатор уровня поз. 3-18 и автоматически закрывается задвижка поз. 3-20з.

Согласно требованиям СНиП РК 4.01-02-2009 и категории насосной станции предусмотрены два всасывающих коллектора DN 400, рассчитанных на пропуск полной производительности водовода. На обоих коллекторах установлены электроприводные задвижки поз. 3-23з, 3-24з.

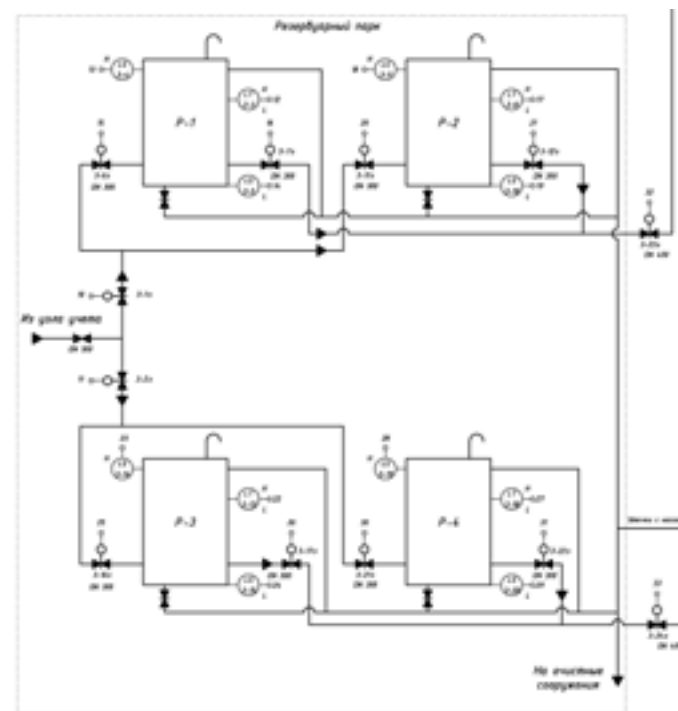


Рисунок 1 – Фрагмент технологической схемы резервуарного парка

Внешний вид резервуарного парка представлен в виде 3D-модели (рисунок 2).

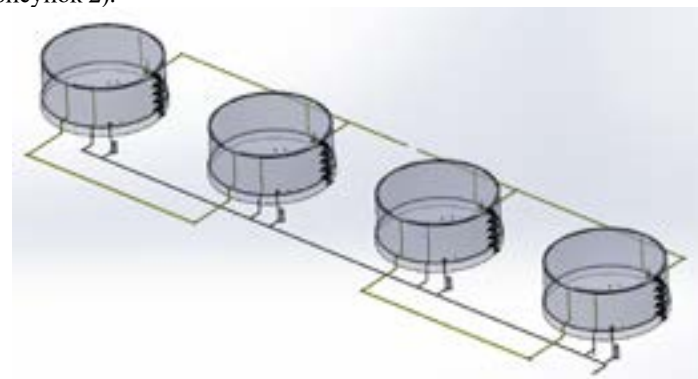


Рисунок 2 – Упрощенная 3D-модель резервуарного парка

Вопрос теплоизоляции резервуаров с учётом эксплуатации в изменяющихся погодных условиях является одной из сложных и трудоёмких задач. Поскольку резервуары обладают сложными геометрическими формами, традиционные подходы в данном случае не находят себе места. Помимо этого, температурные режимы налагают строгие ограничения на использование определённых клеевых составов [5].

Существует несколько методов тепловой изоляции резервуара:

- блочная теплоизоляция резервуаров с защитным металлическим покрытием (при этом пенополиуретановые (или полиизоциануратные) плиты закрепляются на стенке или крыше резервуара РВС);
- теплоизоляция резервуаров жидким пенополиуретаном (пенополиуретан заливается под металлическое защитное покрытие на монтажной площадке);
- теплоизоляция резервуаров напылением жесткого пенополиуретана (специальное пенонапылительное оборудование, с помощью которого обеспечивается послойное нанесение материала, толщина каждого слоя – от 8 до 12 мм);
- теплоизоляция резервуаров синтетическим вспененным каучуком (в этом случае рулоны вспененного каучука приклеиваются к крыше резервуара и к стенке) [7].

Технология проектирования стального вертикального резервуара заключается в рассмотрении этого объекта как строительной конструкции для хранения конкретной среды в заданных условиях по месту эксплуатации. Как правило, все расчеты, которые производит проектант, имеют одни и те же исходные данные, регламентированные нормативно-технической документацией и строительными нормами. В данной статье рассматриваются вопрос эффективности выбранной теплоизоляции, конструкция и материалы которой были выполнены на примере ТП 704-1-255 [3].



Рисунок 3 – Окно программы расчета по определению требуемой толщины изоляции в зависимости от теплопроводности материала

Для поддержания постоянной температуры воды в 5 °С внутри резервуара произведен расчет толщины изоляции (рисунок 3) и системы кабельного электрообогрева. Помимо этого, внутренние и наружные поверхности резервуара должны быть покрыты антикоррозионной защитой – эпоксидным покрытием на основе микроизированных стеклохлопьев с толщиной сухой пленки в 500 мкм. Характеристики материала позволяют наносить его в один слой, в том числе на углы и кромки конструкции, без предварительного грунтования поверхностей. Выполняемые виды работ по антикоррозионной защите резервуара соответствуют общепринятым мерам [2]:

- постоянный контроль и измерения условий окружающей среды;
- настройка инвентарных лесов на вертикальной плоскости;
- обезжиривание по мере необходимости;
- абразивная очистка поверхностей резервуара до степени Sa 2 1/2 по ISO 8501 – 1:2007 в соответствии со стандартом SIS 05 5900 SA 2,5. Шероховатость поверхности не менее 50–70 микрон;
- уборка мусора (отработанного купершлака после пескоструйных работ из резервуара);
- проверка содержания солей на поверхности (с применением Хлорид теста);
- контроль качества подготовки поверхности согласно стандарту ИСО 8501;
- замер шероховатости поверхности;

- удаление пыли с поверхности;
- нанесение антикоррозийного покрытия безвоздушным распылителем;
- контроль толщины влажной плёнки;
- контроль толщины сухой плёнки;
- проверка на сплошность покрытия - искровой тест;
- уборка мусора (тары из-под лакокрасочной продукции);
- разборка подвесных лесов по вертикальной плоскости;
- подготовка полного комплекта отчетности.

Эффективность тепловой изоляции зависит так же от возможности автоматически поддерживать постоянную температуру стенки резервуара во избежание образования конденсата. Современные системы кабельного электрообогрева практически вытеснили системы обогрева пароспутниками при эксплуатации резервуаров и емкостей больших объемов.

По проведенным расчетам, для теплоизоляции был выбран материал – маты минераловатные прошивные по ГОСТ 21880-94 толщиной 100 мм, автоматизированная система саморегулируемого кабельного электрообогрева с датчиками температуры и термостатами с комплектующими изделиями, антикоррозионное полимерное покрытие Согосоат Zip E от отечественного производителя «Коррокоут Каспиан».

Таким образом, вышеуказанные меры позволят снизить потери тепла и возможность разрушения стенки конструкции из-за коррозии. Последующий план работы включает в себя выбор критериев и оценку эффективности указанной теплоизоляции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Нехаев, Г. А.** Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления. – М. : АСВ, 2005. – 216 с.
- 2 **Ентус, Н. Р.** Техническое обслуживание и ремонт резервуаров. – М. : Химия. 1982. – 240 с.
- 3 **Соболев, В. И.** Оптимизация строительных процессов. – М. : Феникс, 2006. – 251 с.
- 4 **Бобров, Ю. Л., Овчаренко, Е. Г., Шойхет, Б. М., Петухова, Е. Ю.** Теплоизоляционные материалы и конструкции, учебник для средних профессионально-технических учебных заведений. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 268 с.

5 **Шойхет, Б. М.** Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Современное состояние и перспективы развития // Энергосбережение. – № 10. – 2005.

6 **Шойхет, Б. М., Ставрицкая, Л. В., Корельштейн, Л. Б.** Расчет и проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов // Энергосбережение. – № 2. – 2004.

7 **Лисин, Ю. В., Ревин, П. О., Суриков, В. И., Сощенко, А. Е.** Способ тепловой изоляции резервуаров, патент на изобретение RUS 2553013 20.03.2014 ООО «НИИ Транснефть».

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ С СОВРЕМЕННЫМ ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

СЛЯМБЕКОВ А.К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

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

В последнее годы отмечается значительное повышение требований со стороны заказчика к качеству проектов транспортных сооружений в условиях необходимости сокращения сроков проектирования. В этой связи актуальной задачей является внедрение новых технологий на всех этапах разработки проектов от инженерных изысканий до расчетного обоснования и проектирования. Современные технологии проектирования предполагают, во-первых, использование профессионального программного обеспечения для решения поставленных задач, во-вторых, наличие специальных средств организации совместной работы над проектом, что позволяет повысить достоверность данных и минимизировать время на согласование изменений, и в-третьих, возможность проектирования транспортного сооружения как единого объекта, включающего связанные между собой элементы. В этом случае внесение изменений в один элемент автоматически приводит к изменению других, связанных с ним, что, в свою очередь, значительно сокращает время проектирования. Рассмотрим основные характеристики программных средств, на базе которых может быть построена современная технология проектирования объектов инфраструктуры, а также примеры решаемые с их помощью задач. Современная геодезия предлагает технологию проектирования будущего. Использование программы позволяет

решить задачи обработки данных геодезических изысканий (создания топоплана и цифровой модели рельефа) и проектирования транспортных объектов в единой информационной среде. Это практически исключает необходимость конвертации данных из одной программы в другую, что, как правило, связано с потерей времени, а иногда и самих данных. Но самое главное, в AutoCAD Civil 3D реализован подход проектирования дороги как единого трехмерного объекта. Необходимая рабочая документация – чертежи плана, профиля, сечений, ведомости и таблицы создаются на основе этой модели. Проектирование автомобильных дорог в большинстве случаев осуществляется на основе цифрового моделирования рельефа и геологического строения местности. Это позволяет быстро и качественно решить множество вопросов (проектирование в плане и профиле, проектирование системы водоотвода, расчёт объёмов земляных работ и т. д.). Создание цифровой модели местности предполагает наличие информации определённой плотности (о рельефе – 150 . 300 точек на 1 пог. км, о геологическом строении местности – 60 . 120 точек на 1 пог. км). При помощи традиционных методов выполнения изысканий информацию такой плотности получить достаточно сложно и трудоёмко. Разработано большое количество современных геодезических методов, как для выполнения геодезической съёмки, так и для геологических и гидрогеологических изысканий. Но не разработана технология выполнения комплексных изыскательских работ и нет нормативной базы для их применения. Разработка комплексной технологии выполнения геодезических, геологических и гидрогеологических изысканий с применением современных методов позволит получать информацию необходимой плотности без увеличения временных затрат. В системах автоматизированного проектирования автомобильных дорог в основном применяются цифровые модели рельефа, основанные на триангуляции. Триангуляционные модели местности хорошо описывают площадные объекты и их применение целесообразно на стадии технико-экономического сравнения вариантов трасс. Для стадии рабочей документации целесообразнее использовать модели линейного объекта. Создание такой модели позволит уменьшить плотность необходимой исходной информации (в среднем на 40.80 точек на 1 пог. км) о рельефе и геологии, не снижая надёжности моделирования, и тем самым снизить трудозатраты на выполнение изысканий. В проектировании автомобильных дорог в последнее время широко начали применять геодезические приборы, позволяющие использовать современные программные обеспечения, например геодезический

тахеометр. Тахеометр стал измерительным инструментом, практически перевернувшим устоявшийся геодезический мир. Благодаря изобретению компактного и мало затратного по энергетическим показателям полупроводникового лазера, стала возможным конструктивная интеграция в одном небольшом корпусе теодолита и дальномера. Технологические достижения науки и техники подарили специалистам геодезического профиля удобный и точный прибор. Основным отличием геодезического тахеометра от теодолита является наличие светового дальномера, позволяющего проводить топологическую съёмку с полной картиной рельефа и измерения не только углов в горизонтальной и вертикальной плоскости, но и замеров расстояний без использования дополнительного оборудования. Новая эра в геодезии получила толчок для стремительного развития и дальнейшего совершенствования.



Рисунок 1 – Геодезический тахеометр

Использование этого универсального инструмента позволяет:

- проводить тахеометрическую съёмку на начальном этапе строительства;
- составлять топографический план и выполнять вертикальную планировку;
- производить разбивку территории;
- выполнять трассирование инженерных коммуникационных сетей;
- контролировать точность выполняемого в процессе строительных работ монтажа конструкций.

Классификация геодезических тахеометров

Все выпускаемые виды геодезических тахеометров общепринято подразделять на несколько основных групп исходя из их сферы использования:

– технические – наиболее дешевые за счет оборудования только отражательным дальномером, при геодезических работах с этими приборами требуется наличие двух операторов;

– строительные – ориентированные как на отражательную, так и без отражательную съёмку. Их конструкция исключает наличие алидады и состоит из без отражательного дальномера; инженерные – обладающие наиболее развернутым функционалом и возможностями для выполнения широкого фронта задач. Новейшие модели представляют собой мини-компьютеры с геодезическим уклоном: фотокамера для построения 3D-профилей местности, цветной сенсорный монитор, мощный процессор и пользовательские прикладные приложения, USB-порты и картридеры, Wi-Fi, Bluetooth и т.д.

Принцип работы

По принципу работы можно выделить монограммные, электронные (или цифровые) и наиболее эффективные в эксплуатации роботизированные тахеометры, не устанавливаемые на штатив и не требующие присутствия помощника.

Существует также классификация по типу используемого в конструкции дальномера для измерения линейных расстояний: отражательные, обеспечивающие более высокую точность, и более простые в использовании не отражательные, не требующие дополнительного персонала, кроме оператора.

Ключевым элементом геодезического электронного тахеометра является лазерный дальномер, служащий для регистрации линейных расстояний и превышений в автоматическом режиме.

Основой работы инструмента является методика определения линейных расстояний путем измерения фаз излучаемого и отраженного светового луча. При использовании импульсной технологии регистрируется и обрабатывается время прохождения лазерного луча до отражателя в прямом и обратном направлении.

Работа с геодезическим тахеометром благодаря компьютеризации бывших ранее рутинных измерений и электронной составляющей конструкции стала незаменимой составляющей геодезических процессов.

Использование прибора в строительстве.

Программное обеспечение позволяет фиксировать замеры полярных и прямоугольных координат площади участка, производить основные виды необходимых для геодезических работ расчетов, просчитывать точную картину будущего проекта, выполнять контроль и анализ замеров. Это имеет преимущество перед прежним использованием сложных тахеометрических таблиц и бумажного варианта журнала тахеометрической съёмки.

В современных моделях реализовано подключение к компьютеру для передачи данных в различных форматах: COM или USB-разъём, Wi-Fi, Bluetooth и т.д.

Геодезический тахеометр очень разноплановый инструмент, без которого невозможно обойтись при серьезных геодезических исследованиях. Его использование, помимо уже описанных измерений расстояний и углов, позволяет проводить наблюдение и расчеты недоступных или труднодоступных для прямых измерений параметров объектов. В настоящее время широкое распространение при строительстве автомобильных дорог получили электронные тахеометры, которые используют для измерения горизонтальных и вертикальных углов, а также расстояний. Они представляют собой угломерные приборы, снабженные дальномером и вычислительным комплексом, что позволяет производить одновременное определение расстояний, углов и превышений. Основной проблемой использования электронных тахеометров является необходимость закрепления пунктов геодезических сетей в пределах зоны работ. Как правило, закрепить пункты и обеспечить их сохранность в пределах полосы отвода возможно при работах по ремонту и капитальному ремонту дорог. При строительстве и реконструкции дорог пункты закрепляют за пределами полосы отвода, в связи с этим растительность (деревья и кустарник) затрудняет их взаимную видимость. Для производства высотных измерений достаточным является видимость одного пункта, к которому осуществляется привязка. Затем прокладывается нивелирный ход до смежного пункта, по результатам измерения на котором делают вывод о качестве работ. При производстве линейно-угловых измерений привязка к двум пунктам является обязательной, то есть должна быть обеспечена их взаимная видимость. При этом видимость третьего пункта обеспечивает контроль качества привязки, а в условиях густой растительности это практически невыполнимо. К недостаткам оптических приборов, в том числе и современных, можно также отнести значительное влияние климатических условий на результаты производства работ. Как правило, строительство дорог

осуществляется в благоприятные периоды года, преимущественно в летний период, когда температуры окружающего воздуха достигают максимальных годовых значений. При проведении высотных измерений, с использованием нивелира, при высоких температурах воздуха ограничивают длину луча визирования, тем самым снижают влияние рефракции. При линейно-угловых измерениях, с использованием тахеометров, оборудованных светодальномерами, уменьшить длину луча визирования невозможно, так как необходимо устанавливать приборы и отражатель над смежными пунктами геодезических сетей. Кроме того, работу оптическими приборами можно производить только в светлое время суток, что вызывает необходимость заблаговременно планировать работы и устанавливать плано-высотную разбивку с опережением.

Использование JPS позволяет производить разбивочные работы в любое время суток, при любой погоде. Для обеспечения возможности работ используется минимум два приемника, один из которых устанавливается на пункте с известными координатами (базовая станция), а другой используется непосредственно для разбивочных работ (ровер). Обязательным условием является обеспечение связи между базовым приемником и ровером. Преимуществом систем JPS является также то, что от одной базовой станции могут работать несколько роверов, то есть могут производиться разбивочные работы, в то же самое время может осуществляться управление техникой. В настоящее время современные геодезические системы также позволяют осуществлять управление и контроль за работой дорожно-строительной техники. При этом могут применять либо роботизированные тахеометры, либо системы JPS. Преимуществом роботизированных тахеометров является более высокая точность производства работ, однако для этих систем необходимо обеспечивать постоянную взаимную видимость между дорожно-строительной машиной и прибором. В темное время суток могут наблюдаться сбои из-за света фар, что необходимо учитывать в дорожном строительстве. У JPS данная проблема отсутствует, однако необходимо обеспечивать постоянство сигнала от базовой станции к роверу. Таким образом, современное геодезическое оборудование позволяет решать большой ряд задач. Однако производство геодезических работ при проектировании и строительстве автомобильных дорог должно обеспечивать соблюдение необходимых параметров точности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Справочная энциклопедия дорожника. V том Проектирование автомобильных дорог / под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. – М., 2007.
- 2 **Индор Софт.** Разработка программного обеспечения для проектирования, строительства, эксплуатации автомобильных дорог и электрических сетей
- 3 **Багаев, С. Н.** Квантовая электроника. – Т. 31. – № 5. – 2015.
- 4 **Виноградов, А. В.** Автоматизация инженерных изысканий, топографических и картографических работ. Учебное пособие: для студентов, обучающихся по направлению подготовки 120100.68 «Геодезия»
- 5 **Виноградов, А. В. Войтенко, А. В.** Современные технологии геодезических изысканий. Учебное пособие / Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)».
- 6 **Виноградов, А. В., Шерстнева, С. И.** Автоматизация инженерно-геодезических изысканий. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 120101.65 – Прикладная геодезия / А. В. Виноградов, С. И. Шерстнёва; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высшей проф. образования «Омский гос. аграрный ун-т» (ФГОУ ВПО ОмГАУ).

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ШАГИЕВА Р. А.

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

АКИМХАНОВ Н. Ж.

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

Студенты технических университетов с первого курса начинают изучать основы компьютерного проектирования, чтобы в будущем иметь возможность устроиться в престижную компанию и стать востребованным специалистом на рынке. Наша статья просто и понятно расскажет о применении информационных BIM (Building information

modeling) технологий моделирования зданий в строительстве и объяснит, в чем секрет их популярности.

Что такое BIM (Building information modeling) технология: Это способ проектирования зданий, основными особенностями которого будут:

- создание 3D модели;
- соединение всей доступной о будущем сооружении информации в единое целое.

Основная идея заключается в том, чтобы автоматизировать процесс создания строительных макетов. Вся необходимая информация, включая сметы, базы данных, временные расчеты, соединилась воедино в одной компьютерной 3D модели [1].

Это компьютерная модель здания, в которой скоординирована вся необходимая информация о нем. Если изменяется один параметр, тоже самое происходит с другими. Вы увеличиваете размеры чулана, а программа показывает, как ваши действия влияют на схему электросети.

Создав такой проект, можно оценить внутренний и внешний вид здания, понять, сколько денег, материала и рабочей силы потребуется для его возведения, какое оборудование будет использовано, как будет организован процесс строительства. Это удобная форма, которая позволяет учесть все нюансы и избежать ошибок при воплощении проекта в жизнь.

Сфера ее применения обширна:

- Составление точных расходных смет и планов.
- Регулирование хода работ.
- Оценка затраченных материалов.
- Расчет будущих эксплуатационных характеристик.
- Координация здания, как объекта коммерческой деятельности.
- Контроль ремонта, перестройки, реставрации и усиления старых конструкций.
- Порядок эксплуатации.

Информационное моделирование BIM проекта позволяет отслеживать жизнь сооружения с его закладки до сноса. Возведение – трудоемкий процесс, требующий участия большого количества специалистов разных профессий. BIM проектирование дает возможность представить их работу как единое целое, рассчитать и состыковать все возможные варианты развития событий, заранее

удостовериться, что на стадии проекта не было допущено ошибок, которые могут откликнуться в будущем.

Создание архитектурного плана – самый бюджетный этап строительства. Средства, которые уходят на него, составляют всего 5 % от общей стоимости постройки. Но оплошность разработчиков, которые не учли мелкие детали или упустили что-то из вида, приведет к тому, что предполагаемые затраты увеличатся. Промахи, сделанные на этапе проектирования, могут откликнуться не только на этапе возведения здания, но и во время его эксплуатации. Иногда последствия недоработки плана весьма плачевны: рухнувший потолок, искрящаяся проводка и сорванная ветром крыша.

Анализ собранных данных показал [1], что большинство из них считают издержки в 20 % от стоимости нормой. Реальные бухгалтерские отчеты, взятые у проектных организаций, говорят, что реальная цифра в 2 раза больше. На каждый заказ уходит на 50 % больше средств, чем планировалось. Чаще всего проблемы возникают при работе с инженерными сетями: забывают сделать необходимые отверстия, неправильно рассчитывают объем требующихся материалов. Архитекторы, конструкторы и инженеры почти не контактируют друг с другом, и результат совместной работы оказывается неудовлетворительным. Чертежи формата 2D не способны решить эту проблему.

BIM программы автоматически выявляют на стадии проектирования даже мелкие недочеты, в то время как классические САД-способы обнаруживают их только в разгар работы над новым домом или в момент его заселения. Непредвиденные расходы минимизируются. Специалисты видят изменения, которые вносят их коллеги, принимают их к сведению, следят за тем, как новые параметры повлияли на их зону контроля. С одним зданием могут работать не только люди разных профессий, но и сразу несколько компаний. Это очень удобно, если планируется большой общегородской проект или сетевые торговые сооружения.

Единственный существенный недостаток этого метода – сложность освоения. Архитекторы «старой школы» с недоверием относятся к любым нововведениям, даже если они модернизируют и ускоряют их работу. Некоторые пользователи утверждают, что ПО для информационного моделирования «глючит» и вылетает. Но это издержки техники, а не самой технологии.

БИМ технологии проектирования в строительстве: что это такое и как они работают.

Все современные архитектурные планы создаются на компьютере. Специфика метода, в том, что специалист работает не с геометрическими образами, а с цифровой моделью. Она создается в два этапа:

1) Первичный. На этой стадии учитываются все элементы, которые закупаются вне строительной площадки. Это материалы, двери, окна, внутренняя отделка, отопительное и водопроводное оборудование, лифты.

2) Вторичный. На этом моменте рассчитывается, как будет возводиться фасад, стены, какая будет крыша, сколько будет балконов. Предполагается использование всех деталей, указанных на первом этапе.

Это деление условно. Вы приобретаете партию входных железных дверей у одной фирмы. Она оказывается бракованной: краска слезла до того, как рабочие успели их поставить, половина замков не работает. Вы возвращаете никуда не годный товар и покупаете у другого производителя качественный, но дороже. Во второй этап вклинивается первый, но это не значит, что придется разрабатывать проект сначала. Все совершенные вами действия отражаются в расходных сметах и официальной документации. Внешний вид дома также изменится. У здания будут те двери, которые вы выбрали во второй раз.

Информационная модель будет существовать до тех пор, пока есть объекты, которые она воспроизводит. Она трансформируется и модернизируется вместе с сооружениями, поэтому иногда её называют 4D. К пространственным характеристикам добавляется временная.

Проектирование с помощью технологий 3D-моделирования уже давно стало обыденностью в крупных зарубежных строительных компаниях. Но на территории стран СНГ эта технология появилась сравнительно недавно. В России 3D-модели уже несколько лет используется крупными застройщиками, а вот в Казахстане все только начинается.

Как показывает практика, 3D-модель позволяет на 20 % сократить сроки проектирования, на 30 % снизить стоимость строительства и на 5–10 % уменьшить финансовые издержки на дальнейшую эксплуатацию объекта. Казалось бы – весьма впечатляет. Однако, это далеко не все плюсы, которые несет с собой инновационная технология.

Building Information Modeling (BIM) также позволяет исключить погрешности при строительстве, снизить риски, рассчитать нужное количество стройматериалов для возведения объекта (вплоть до того,

сколько цемента понадобится для возведения квадратного метра стены), с легкостью открыть любой узел или самую труднодоступную точку здания, буквально «раздев» ее в 3D-модели.

В Казахстане уже оценили возможности новой технологии [2]. Недавно в Астане прошла открытая встреча, посвященная проблемам и перспективам развития нового вида проектирования в нашей стране. Редакция K-pro.kz поговорила с экспертами, узнала подробности о новых проектах, и рассмотрела полученный отечественными проектировщиками опыт.

Переход на новый вид проектирования неизбежен. Мы должны быть готовы к конкуренции в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС). Если отечественные проектные организации не перейдут на современные технологии, то их просто вытеснят с рынка крупные игроки из соседних стран.

На сегодняшний день обучение проектированию по новому способу не распространено в системе высшего и профессионального образования. Отсутствуют преподаватели, методики и специализированные программы обучения. Изучение BIM-технологий доступно лишь в авторизованных центрах Autodesk, располагающихся в Астане и Алматы.

Количество зданий, построенных в Казахстане с применением BIM-технологий, исчисляется сотнями. Однако, на этапе проектирования этих объектов были использованы лишь несколько компонентов технологии 3D-проектирования.

Потенциал BIM гораздо шире. Он позволяет создать здание «с нуля», используя все возможности 3D-моделирования. Но на сегодняшний день в Казахстане этого никто не делал.

Но это только пока. Сегодня, с помощью новой технологии в Астане уже начали проектировать несколько крупных объектов, в соответствии со всеми мировыми стандартами.

Программных решений, реализующих BIM моделирование в строительстве множество. Они могут быть платными и бесплатными, многие позволяют облачное хранение BIM модели и удаленный доступ. Наиболее востребованные среди них [3]:

AUTODESK REVIT. Просто и эффективно обеспечивает проектирование архитектурных решений, инженерных сетей и строительных конструкций. Востребован при планировании, проектировании, строительстве, эксплуатации объектов и их инфраструктуры. Программа поддерживает межотраслевое

проектирование для командной работы. Импортирует, экспортирует и связывает данные в нескольких форматах (включая IFC, DWG и DGN).

Для совместного моделирования применяется Revit Server, организующий общее информационное пространство для сотрудничества с инвесторами, подрядчиками, заказчиками.

ARCHICAD. Использует для моделирования здания технологии Virtual Building™. Обладает набором универсальных инструментов для моделирования, создания рабочей документации, поддерживает функции импорта, экспорта, визуализацию. Дает возможность выполнения задач единолично или в коллективе, обмениваясь данными со смежниками.

Tekla Structures. Продукт используется для работы с металлоконструкциями в масштабных проектах. Обеспечивает коллективную работу, информационный обмен и взаимодействие десятков компаний. Дает возможность контроля над рабочими процессами, поддерживает автоматизацию конструирования.

Tekla BIMsigh. Бесплатный профессиональный софт для организации коллективного моделирования строительным объектом. Повышение качества проектных работ достигается: объединением информационных моделей объекта, созданных специалистами разных специальностей, отслеживанием несоответствий между элементами проекта, обеспечением эффективного взаимодействия участников.

MagiCAD. Инструмент основан на платформах AutoCAD и Revit, использует модульный подход к проектированию. Отличается созданием высокого уровня автоматизации проектирования внутренних инженерных систем. Применяется при построении пространственных моделей, создания спецификаций, проведении инженерных расчетов, составлении отчетных документов. Обладает отличной базой данных для построения инженерных сетей с техническими характеристиками и набором параметров.

AutoCAD Civil 3D. Продукт применяется при проектировании и выпуске документации для объектов инфраструктуры. Поддерживает функции визуализации и анализа. Возможность совместной работы координирует взаимодействие участников и решает вопросы, связанные с рабочими моментами при проектировании инфраструктуры.

Allplan. Востребован для решения задач по проектированию конструкций из железобетона. Является BIM-платформой. Рассчитывает планы объекта с учетом временных затрат, цен и качества.

GRAPHISOFT, BIM – сервер. Необходим для поддержки Teamwork, дающей одновременный доступ к проекту группе клиентов.

Использует сетевое подключение для нескольких ARCHICAD, являющихся клиентами для этой системы. Позволяет совместно работать над файлами больших объемов. Основное достоинство этого серверного приложения – возможность запроса, выполнение слияния, фильтрация данных BIM.

Renga Architecture. Отечественный продукт программного обеспечения. Он удобен в работе, содержит функцию использования инструментов в трехмерном измерении. Являет собой единую платформу для конструкторов и архитекторов. Обладает широкими возможностями по экспорту, импорту данных в различные форматы. Программа сохраняет полученные данные в форматах ifc, .dxf, давая возможность применять двухмерные и трехмерные результаты на всех этапах совместной работы над проектом.

Остается открытым вопрос: а как можно гарантировать совместную работу архитектурных и инженерных программ? В этом случае требуется возможность взаимосвязи различных моделей и поддержка формата обмена данными. Вопрос решается использованием продукта OpenBIM [3].

OpenBIM представляет концепцию универсального подхода к созданию проекта, возведению и эксплуатации объектов, базирующийся на открытых стандартах и процессах. При этом используется открытая модель данных buildingSMART.

OpenBIM создает совместимость не просто между программными файлами, она поддерживает совместимость на уровне рабочих процессов. Наилучшим вариантом для реализации концепции OpenBIM считается использование IFC – файлового формата, работающего по обмену данными между различными программными продуктами.

Есть много способов сборки единой BIM модели [3]. Виртуальное моделирование требует к себе прогнозируемого подхода, взгляда на несколько ходов вперед. Нужно изначально представлять, как части модели, выполненные с применением различных программ, собрать затем в единый работающий комплекс. Для случая сборки модели, состоящей из элементов, разработанных в различных программах, имеющих собственные форматы файлов, существует федерированная модель. В этом случае сборка единой модели из программ выполняется в специальной сборочной программе: Autodesk NavisWorks, Tekla BIMsight и др.

Стоимость внедрения BIM технологий варьируется в зависимости от многих параметров [2]. В первую очередь придется заплатить за

приобретение лицензионного программного обеспечения и тренинги для проектировщиков.

Обучение одного сотрудника в одном из специализированных центров в Астане будет колебаться в районе 120-150 тысяч тенге.

Что касается стоимости программного обеспечения, то годовая подписка на Autodesk Revit Architecture 2015. начинается от 200 тысяч тенге (исходя из цен, предлагаемых в интернет-магазинах). Расширенная версия, в среднем, стоит на 30 % дороже. В нее включены более «продвинутые» инструменты для проектировщиков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Понятие BIM технологии в проектировании: что такое информационное моделирование зданий в строительстве // Официальный сайт программы ZWCAD [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.zwsoft.ru/stati/ponyatie-bim-tekhnologii> [дата обращения 7.02.2019].

2 Строительство и проектирование. BIM-проектирование: казахстанский опыт // Данил Павленко. 30.09.2015. [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.k-pro.kz/ru/statii/stroitelstvo-i-proektirovanie/bim-proektirovanie-kazahstanskii-opyt.html> [дата обращения 2.02.2019].

3 BIM технологии в строительстве: что это такое и зачем они нужны // Официальный сайт ООО «ДМСТР груп», [Электронный ресурс]. – URL:<https://dmstr.ru/articles/bim/> [дата обращения 2.02.2019].

7.2 Құрылыс материалдарының өндірісі 7.2 Производство строительных материалов

АНАЛИЗ РАЗРАБОТОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

АКИШЕВ К. М.

ст. преподаватель, кафедра «Металлургия», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АРЫНГАЗИН К. Ш.

к.т.н., профессор, кафедра «Профессиональное обучение и защита окружающей среды», ПГУ имени С. Торайгырова, директор, ТОО «Экостройни-ПВ», г. Павлодар

Ни для кого не секрет, что количество природных минеральных ресурсов заметно уменьшается и цена на них растет в геометрической прогрессии.

Важнейшим сырьевым резервом для строительной отрасли являются большие запасы техногенных отходов, находящиеся в хвостохранилищах промышленных предприятий Павлодарской области, широкое использование, которых позволит разработать новые строительные смеси с использованием техногенных отходов с необходимыми качественными и структурными свойствами.

Проблема утилизации техногенных отходов остро стоит во всем мире. Техногенное сырье конкурентно способный, перспективный минеральный ресурс, использование которого по инновационным технологиям обеспечивает не только значительный технико-экономический эффект, но и экологический эффект как следствие нового уровня требований производства.

Зарубежный опыт свидетельствует об эффективной замене значительной части вяжущих составляющих, техногенными отходами. Использование техногенных продуктов в производстве строительных материалов способствует решению следующих основных задач:

- экономия энергетических и сырьевых ресурсов;
- утилизация отходов;
- улучшение экологической обстановки в регионах;
- социальные задачи;
- создание производств по выпуску продукции с использованием

техногенных отходов.

В мировой практике накоплен богатый опыт получения пористых заполнителей путем переработки крупнотоннажных техногенных отходов, прежде всего металлургии и топливной энергетики. Так, в середине 1990-х годов на ТЭЦ в г. Тольятти была введена в действие установка, позволяющая получать из шлаков и золы пористый заполнитель, названный шлакозитом. Особенность технологии состоит в том, что производство шлакозита увязано с производством электрической и тепловой энергий. Отсюда существенно снижены энергозатраты на производство этого заполнителя (более чем на 40 %, что по сравнению с другими материалами и керамзитом). Технология разработана специалистами фирмы «Стеклозит» (г. Самара) [8].

Она успешно использовалась при переработке зол и шлаков текущего выхода ТЭЦ г. Милуоки (штат Висконсин, США). Был получен высокопрочный шлакозитовый гравий прочностью при сдавливании в цилиндре 8 МПа и насыпной плотностью 800 кг/м³ [1]. В 1999 г. на Новолипецком металлургическом комбинате была введена установка по производству остеклованного пористого шлакового гранулята и получены конструкционные бетоны на его основе, в том числе высокопрочные – до В80. Технология разработана учеными Уральского института черных металлов (г. Екатеринбург) и НИИЖБ. По основным техническим свойствам этот вид заполнителя, названный шлакостеклогранулятом, не уступает керамзиту. При этом энергозатраты на производство ниже более чем в 10 раз, себестоимость меньше в 3–5 раз [2].

Технология производства шлакостеклогранулята получила мировое признание и включена в каталог ООН по экологически чистым технологиям утилизации техногенных отходов с возможностью использования другими странами.

Востребованность в заполнителе в строительном комплексе России Федерации растет. Одним из первых Российских предприятий, которое смогло эффективно решить проблему утилизации полимерных отходов путем их переработки и изготовления из них изделий, является ОАО «РЯЗАНЬПРОМСТРОЙИНВЕСТ». На предприятии внедрена усовершенствованная технология изготовления изделий из продуктов переработки полимерных отходов и песка – полимерпесчаной композиции. По этой технологии изготавливаются высокоэффективные водоотводы и черепица, превосходящая по многим показателям черепицу из других материалов. Изготавливаемые на предприятии полуавтоматические технологические линии способны производить до 6000 п.м. водоотводов

в месяц и перерабатывать до 40 т полимерных отходов включительно. Теоретические расчеты показывают, что комплексное использование сырья и техногенных продуктов дает возможность увеличить выпуск многих видов продукции на 25–30 %, снизить ее себестоимость в 2–4 раза [3].

Одной из отраслей промышленности строительных материалов, в Российской Федерации, очень активно используются техногенные отходы, является цементная промышленность. Так, в качестве карбонатного сырья широко применяются отходы таких химических производств, как, например, алюмосиликатные (использованы золы ТЭС и углеотходы). Известно использование для производства цемента в качестве сырьевого компонента хвостов обогащения железных руд, электротермофосфорных шлаков, но более всего доменных гранулированных шлаков – как активной минеральной добавки. При этом получают цементы типов Д5, Д20 и шлакопортландцемент [3].

Проблеме утилизации крупнотоннажных отходов за рубежом придается очень большое значение, в США объем утилизации техногенных продуктов превышает 20 %, а в развитых странах Европы он значительно больше и составляет во Франции 62 %, в Германии 76,5 % Аналогичная картина в Болгарии и Польше [9].

В Западной Европе и Японии практически отсутствуют золоотвалы. Сухая зола поступает в силосы, построенные рядом с ТЭС. В Германии на многих электростанциях емкость силосов составляет 40–60 тыс. т, и обязательно строятся небольшие силосы с суточной и двухсуточной емкостью, из которых отбираются пробы для лабораторного анализа золы и в которых она технологическими методами перемешивания и объемного дозирования по фракционному составу доводится до нормативных требований. Фирма Bau-mineral наибольшая в Германии по использованию зол с последующей продажей строительным организациям.

В Германии 3,1 млн. тонн цемента заменяют золой, что позволяет:

- экономить ресурсы и энергию, необходимую для производства цемента;

- сократить выбросы CO₂;

- окупить расходы на силосы, транспорт, заработную плату.

Основным нормативным документом, для применения зол уноса в бетонах в Германии является EN450-1:2012, который определяет, требования и критерии соответствия [4].

В США строителей законодательно обязали применять золу ТЭС в бетонах и растворах. В международной практике любая ТЭС

производитель продукта, а не отхода. Что касается использования техногенных отходов за рубежом, то техногенные отходы-золошлаки называют побочным продуктом ТЭС и электростанции осуществляют предпродажную подготовку продукта, доводя ее до требования строительных норм [4].

В качестве ведущих организаций Российской Федерации и стран СНГ, занимающихся проблемой использования зол и шлаков ТЭС в строительстве (и прежде всего, в бетонах) следует отметить среди НИИ и проектных организаций: Атомтеплоэлектропроект, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, ВНИИжелезобетон, ВТИ, ДальНИИС, Донецкий промстрой-НИИпроект, НИИЖБ, Оргэнергострой, СибЗНИИЭП, Сибинвестстром, УралНИИстромпроект и другие, среди Вузов: Днепропетровский ИСИ, КИСИ, Львовский политехнический институт, Московский государственный строительный университет, Новосибирская ГАС, НГТУ, Пензенская ГАС, СибГТМА, Таллинский политехнический институт, Челябинский технический университет и многие другие.

Этой проблемой занимались и занимаются видные ученые стран СНГ: Баженов Ю. М., Балахнин М. В., Баранов А. Т., Безверхий А. А., Бобьк И. С., Боженков П. И., Буров Ю. С., Бутт Ю. М., Виноградов Б. Н., Волженский А. В., Галибина А. Е., Горчаков Г. И., Дибров Г. Д., Довжик В. Г., Иванов И. А., Кикас В. Х., Козлова В. К., Малинина Л. А., Медведев В. М., Мелентьев В. А., Мигачев В. Ф., Овчаренко Г. И., Пантелеев В. Г., Н. А. Попов, В.И. Романов, В.Н. Россковский, А.М.Сергеев, Т.Е.Сергеева, Г.Н.Сиверцев, Спивак Н. Я., Стольников В. В., Судаков В. Б., Федьнин Н. И., Чебуков М. Ф., Щерблыкина Г. П., Ларичкин В. В. и многие другие.

Среди ученых дальнего зарубежья: Бабачев Г., Батлер Б., Берри Е., Бийен Ж., Бремнер Т., Венюа М., Гьерв О., Жарраж А., Каретт Д., Кокубу М., Левандовский Р., Люр Х., Малолепши Я., Мальхотра М., Манз О., Мета Р., Нагатаки С., Найк Т., Оуен П., Папаянни И., Попович К., Рамачандран В., Самарин А., Свами Н., Хинзак И. и многие другие.

Указанными организациями и учеными только за последние годы изданы десятки новых ГОСТов и международных стандартов, сотни рекомендаций, десятки монографий, проведено многочисленных международных конференций с изданием соответствующих сборников и трудов. В трудах перечисленных организаций и ученых в систематизированном виде изложено современное состояние проблемы использования отходов ТЭС в бетонах, обобщен имеющийся отечественный и зарубежный опыт, даны перспективные направления.

В настоящее время ведутся работы по подбору оптимальных составов и модернизации существующих бетонных смесей. Основная задача в производстве таких материалов – это снижение себестоимости, путем замены компонентов строительных смесей, местными техногенными отходами. Рассмотрим работы, касающиеся оптимального использования техногенных отходов.

Включение техногенных компонентов и оптимизация состава получаемых бетонных смесей были рассмотрены в работах Овчиникова А. А., Цыбакина С. В., Барабанщиковой Т. К., Бобоколоновой О. В., Клавдиевой Т. К., Шичаниной Е. Е., Тарасовой А. Ю., Костерина А. Я., Груздева А. А., Резниковой О. А., Корнеева К. А., Панова С. А., Гончаровой М. А., Кулевцева И. Ю., Старостина И. В., авторами не использовались математические методы постановки задачи оптимизации, результаты исследований не внедрены в промышленное производство.

Как отмечается в работах Малининой Л. А., Михайлова В. В., Миронова С. А., Френкеля И. М., Баженова Ю. М., Горчакова Г. И., что одной из самых важных операций технологического процесса производства строительных изделий является подбор состава бетонной смеси.

В результате подбора состава бетонной смеси должно быть определено соотношение между компонентами, при котором гарантирован качественный состав бетона с необходимыми прочностными, физическими и химическими свойствами бетонной смеси.

Технологический процесс приготовления бетонной смеси, включая подбор и лабораторные исследования, может занимать до 30 дней.

В работах Лихачева Д. В., Саньковой Т. А. были рассмотрены вопросы, касающиеся автоматизации проектирования процесса состава бетонных смесей, но не затронут технологический процесс производства в комплексе, до выпуска конечной продукции.

Работы Ларкина И. Ю., Каменева В. В., Андрианова А. И., Тихоненковой Т. Г., посвящены автоматизации отдельных компонентов технологического оборудования, применяемого при получении бетонных смесей, контролю и управлению потоком заполнителей при приготовлении бетонных смесей, описанию физических характеристик бетонных смесей, технологического производства бетонных смесей.

В работе Ерофеева П. С. разработанные методика и программы оптимизации состава бетона, носят рекомендательный характер и не внедрены в производство.

Ученые Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова в последние годы активно занимаются проблемами использования техногенных отходов в производстве строительных материалов [5, 6, 7].

Анализ работ по использованию техногенных отходов в строительных материалах позволяет сказать, что при всей громадной массе работ и практике их осуществления на наш взгляд недостает комплексного подхода к решению проблемы использования техногенных отходов, а именно:

- недостаточно исследований и теоретических положений комплексного использования потенциальных возможностей техногенных отходов в бетонах с целью совершенствования их технологий, снижения расхода энергоемкого цемента и природных ресурсов, значительного повышения качественных характеристик, конкурентоспособности на рынке;

- создания строительных смесей, исключаящих в своем составе применение природных (щебня, гравия, песка) и состоящих на 100 % из техногенных отходов ТЭС и промышленных предприятий. Причем бетонов, как для несущих, так и для ограждающих конструкций, бетонов различных марок от 35 до 700 (3,5–70 МПа), т.е. бетонов от низкомарочных до высокомарочных, бетонов с высокими теплозащитными свойствами, бетонов высокой морозостойкости (до 1500 циклов), превосходящие международные стандарты;

- применения технологии функционального моделирования IDEF0 для внедрения эффективных технологических процессов с использованием техногенных отходов для получения строительных изделий в ассортименте;

- применения современных математических трендов и методов разработки эффективной рецептуры строительной смеси с использованием техногенных отходов;

- отсутствия до настоящего времени разработок, охватывающие полный цикл технологического процесса, от постановки математической задачи, создания эффективной технологической системы производства рецептуры строительной смеси с использованием техногенных отходов, внедрения технологической системы производства рецептов строительных смесей с использованием техногенных отходов для

выпуска строительных изделий в ассортименте по конкурентной себестоимости.

- вывода проблемы использования техногенных отходов промышленных предприятий на масштабный промышленный уровень, выпуска строительных изделий в ассортименте.

Задача утилизации техногенных отходов относится к категории глобальных системных проблем современной науки, технологии и техники. Практический аспект эффективного решения данной проблемы соотносится с формированием комплексов взаимосвязанных малоотходных или безотходных производств в составе высокотехнологических, гибких производств малого и среднего бизнеса, способных оперативно решать стоящие перед ними вызовы. Реализация данной концепции в определяющей мере зависит от степени изученности техногенных отходов, как потенциальных сырьевых компонентов для конструирования и синтеза соответствующих структур строительных композитов, то есть речь идет о создании научно-обоснованных принципов и технологий структурообразования систем твердения и получения искусственного камня, который должен пройти тестирование, идентификацию и диагностику с точки зрения его функциональных возможностей в строительных материалах и изделиях.

Реальная перспектива преобразования техногенных отходов в ценный сырьевой продукт и материал требует не только лабораторных исследований, но и прямых испытаний на производстве.

Данным концептуально-методологическим положениям и условиям, необходимо следовать в решении проблем строительно-технологической утилизации техногенных отходов.

Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта № APP-SSG-17/0290P «Инновационные технологии использования твердых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики и металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов», финансируемого в рамках Проекта «Стимулирование продуктивных инноваций», поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Александров, С. Е.** Литой щебень из доменных шлаков и бетоны на его основе. – М. : Стройиздат, 1979. – 208 с.

2 **Арынгазин, К. Ш., Акишев, К. М. и др.** Концепция экологической безопасности для города Павлодара / Арингазин К. Ш.,

Акишев К. М. и др. // Материалы международной научной конференции «Х Торайгыровские чтения» / ПГУ им. Торайгырова. – Павлодар, 2018. – Т. 4. – С. 91–95.

3 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В. и др.** Инновационные технологии использования твердых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики и металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов. Эффективные рецептуры и технологии в строительном материаловедении. / Арингазин К. Ш., Ларичкин В. В. и др. // Международный сборник научных трудов. – Новосибирск, 2017. – С. 302–307.

4 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В. и др.** Исследование свойств тяжёлого бетона, содержащего золошлаковые отходы от сжигания Экибастузского каменного угля. / Арингазин К. Ш., Ларичкин В. В. и др. // Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции посвященной 70-летию победы в Великой Отечественной войне. – Новосибирск, 22-24 апреля 2015 г. – С. 772–776.

5 Европейская практика обращения с отходами : проблемы, решения, перспективы. – СПб. : Региональное энергетическое партнерство, 2005. – 74 с.

6 **Рубан, В. А.** Использование минеральных частей углей для производства строительных материалов за рубежом. Научные труды ИОТТ. – М., 1974. – С. 103–104.

7 **Туркина, И. А.** Необходимость и опыт использования отходов производства. / Туркина И. А. // V международный конгресс по управлению отходами и природоохранным технологиям Вэйс – ТЭК. – М., 2007. – С. 105–115.

8 **Феклин, В. Г., Ярклин, В. Я., Гилязидинова, А. К.** Шлакощелочное вяжущее на основе электротермофосфорного клака / Феклин В. Г., Ярклин В. Я., Гилязидинова А. К. // Материалы конференции 2-часть «Применение отходов производств-основной резерв строительства». – Севастополь, 1990. – С. 185–186.

9 **Хозин, В. Г.** Полимеры в строительстве границы реального применения ,дути совершенствования./ Хозин В. Г. // Строительные материалы. – № 11. – 2005. – С. 8–10.

К ВОПРОСУ О РОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

АЛЕКПАРОВ Е. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

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

Широкие возможности в вопросах получения технологичных бетонов высокого качества и прочности открывает применение в технологии монолитного домостроения модифицированных бетонов, наполненных минеральными добавками различной дисперсности, получаемых на основе тонкомолотых природных минералов и горных пород.

Использование в современном строительстве наполненных цементных систем, модифицированных суперпластификаторами в сочетании с минеральными микронаполнителями, открывает большие перспективы не только направленного химического регулирования процессов структурообразования и твердения, но и получения оптимальных составов бетонов с учетом структурной топологии, гранулометрии компонентов, энергетического состояния поверхности частиц и жидкой фазы.

В цементных системах с минеральными микронаполнителями при оптимальном количестве жидкости создаются благоприятные условия для формирования межчастичных контактов срастания и обеспечиваются высокие плотность и прочность структуры уже на ранних этапах гидратации. В начальный период твердения в процессе физического и химического связывания воды частицами цемента происходит непропорциональный прирост объема твердой фазы, и геометрические размеры частиц увеличиваются при одновременном уменьшении толщины водных прослоек между ними. В присутствии минеральных наполнителей связывание воды затворения происходит в меньшей степени, а процесс твердения обеспечивается сближением частиц и кристаллизацией гидратов из пересыщенных растворов не только на поверхности цементных частиц, но и в точках соприкосновения, а также на поверхности минеральных частиц. Таким образом, в цементной матрице в присутствии микронаполнителей, вследствие инертности последних (в большинстве случаев) к воде, создаются благоприятные реологические условия на стадии приготовления и укладки бетона. Наполненные бетоны пластичны и

сохраняют подвижность в течение длительного периода, необходимого для бетонирования и тщательного уплотнения бетонных смесей.

Одним из способов улучшения физико-механических характеристик цементных смесей, позволяющих целенаправленно регулировать структуру, а также снижения их материалоемкости, является наполнение матрицы вяжущего тонкомолотыми минеральными добавками различной природы и фракционного состава.

В последнее десятилетие в связи с бурным развитием производства сухих строительных смесей и в частности сухих штукатурных смесей на цементной основе, в нашей стране снова возрос интерес к наполненным цементным вяжущим. Применение наполненных цементов с добавками из местного минерального сырья и побочных продуктов производства позволит регулировать строительно-технологические свойства сухих штукатурных смесей, снизить их себестоимость, а также расширить номенклатуру и повысить потребительский спрос. При этом экономическая эффективность может достигаться за счёт следующих факторов:

- снижения ввоза товарных портландцементов и сокращения транспортных расходов;
- экономии природных ресурсов и расширения местной сырьевой базы для получения наполнителей смешанных вяжущих;
- расширения номенклатуры смешанных вяжущих для сухих штукатурных смесей;
- использования побочных продуктов производства и решения экологической проблемы, уменьшения карьеров и отвалов.

К минеральным наполнителям для бетонов и растворов, а также для вяжущих материалов относятся природные и техногенные вещества в дисперсном состоянии, преимущественно неорганического состава. Основным отличием минеральных наполнителей от химических добавок является то, что они не растворимы в воде. Основное отличие от заполнителей – характеризующая их крупность зерен менее 0,16 мм [1, с. 28].

Хотя в настоящее время не существует чёткой классификации минеральных наполнителей для растворных смесей, можно выделить основные характеристики, обуславливающие их свойства, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация минеральных наполнителей

Основные характеристики, обуславливающие их свойства	Вид минеральных наполнителей
В зависимости от основного воздействия	активные минеральные добавки инертные минеральные добавки
По химическим свойствам	кислые
	щелочные
	амфотерные
В зависимости от содержания	основные
	средние
	кислые
По степени измельчения материалов (наполнителей)	грубоизмельчённые (размер частиц менее 2 мм)
	среднеизмельчённые (до 95 % частиц менее 74 мкм)
	тонкоизмельчённые (до 99,9 % частиц менее 53 мкм)

В качестве микронаполнителей широкое применение получили золы, шлаки, известняки, доломиты, кварцевые пески и многие другие материалы [2, с. 15]. Так введение шлаков и зол способствует: повышению плотности и стойкости цементного камня в пресных и сульфатных водах; кварц, граниты, базальты способствуют увеличению кислотостойкости и щёлочестойкости; тонкомолотый известняк способствует снижению водопотребности и расслаиваемости смесей, повышению их водоудерживающей способности, пластичности и однородности, уменьшению усадки. Помимо снижения материалоемкости, наполнитель, входящий в состав сухих строительных смесей, существенно меняет реологические и структурно-механические свойства растворов на основе сухих и строительных смесей, а также наполнители совместно с цементом участвуют в формировании структуры цементного камня. Зёрна наполнителя создают дополнительную поверхность, на которой могут располагаться гидратные новообразования, что способствует росту кристаллов гидратных соединений и их уплотнению, а также входят в состав новообразований. Преимущества структуры цементной матрицы с наполнителем состоит и в том, что в ней локализуются внутренние дефекты - микротрещины, макропоры и капиллярные поры, а также в том, что уменьшаются их количество и размеры, снижается концентрация напряжений. Уровень структурированности можно

регулировать степень наполненности, размером частиц и состоянием их поверхности, а также их химической активности.

На микроуровне происходит молекулярное взаимодействие продуктов гидратации цемента с наполнителем. Химически активные наполнители смещают направленность реакции в сторону интенсивного выделения продуктов гидратации, связывая последние в нерастворимые соединения.

Так кремнезёмистые наполнители, вступая во взаимодействие с гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образуют низкоосновные гидросиликаты. Карбонаты кальция и магния взаимодействуют с алюмосодержащими клинкерными минералами, образуя комплексные соединения $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot (\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Выявлена также возможность обменных реакций между карбонатными наполнителями и гидросиликатами кальция [3, с. 12].

Мезоуровень характеризуется прежде всего физическим взаимодействием частиц наполнителя как между собой, так и с частицами гидратирующего цемента. Создание стеснённых условий позволяет технологически обоснованно снизить водосодержание бетонной смеси. Макроуровень характеризуется формированием цементных бетонов на двух подуровнях: наполненное цементное тесто – заполнитель; заполнитель – цементное тесто. Наполнитель должен обеспечивать максимальную адгезионную прочность между связующим и заполнителем, максимальную когезионную прочность связующего, минимальную пустотность за счёт вытеснения цементного теста в контактную зону и общую пустотность бетона в целом.

Согласно одной из существующих точек зрения, микронаполняющий эффект проявляется при увеличении объемной концентрации тонкодисперсного наполнителя, приводящее к снижению пористости цементного камня в бетоне.

Явление повышения прочности вяжущих при введении в их состав микронаполнителей, помимо гидравлической активности, также объясняет образованием наиболее мелкими зёрнами микронаполнителя (коллоидных размеров) центров кристаллизации в контактной зоне цемента [4, с. 10].

В зависимости от природы и степени дисперсности поверхностная активность частичек наполнителя на начальных стадиях структурообразования может быть больше, меньше или равна поверхностной активности элементарных структурных элементов цемента. В связи с этим и его роль в формировании структуры может быть различной, т.е. частички наполнителя могут быть как активными

центрами, вокруг которых группируются элементарные структурные элементы цемента.

В зависимости от природы и степени дисперсности поверхностная активность частичек наполнителя на начальных стадиях структурообразования может быть больше, меньше или равна поверхностной активности элементарных структурных элементов цемента. В связи с этим и его роль в формировании структуры может быть различной, т.е. частички наполнителя могут быть как активными центрами, вокруг которых группируются элементарные структурные элементы цемента.

Введение пуццолановых наполнителей в значительной степени снижает (но не исключает) капиллярную пористость контактной зоны за счёт резкого уменьшения общего содержания $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В то же время рост содержания $\text{CSH}(\text{I})$ в непосредственной близости от поверхности заполнителя положительно сказывается на свойствах контактной зоны. В связи с этим отмечается положительное влияние на микроструктуру контактной зоны введение сравнительно небольшого количества минерального наполнителя с высокой реакционной способностью, например, кремнезёмистой пыли.

На стадии структурообразования, когда количество гидратных новообразований и необратимых контактов срастания между ними увеличивается настолько, что цементная система обретает структурную прочность, важное значение приобретают химические процессы, приводящие к существенному изменению фазового состава цементной связки в бетонах и растворах. Эти изменения заключаются в смещении баланса между первичными кристаллогидратами (портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и высокоосновные гидросиликаты кальция $\text{CSH}(\text{II})$ и вторичными, более устойчивыми мелкокристаллическими гидратами (низкоосновные гидросиликаты кальция $\text{CSH}(\text{I})$) в сторону последних.

В цементных системах, содержащих гидравлически активные минеральные наполнители происходит образование при твердении дополнительного количества $\text{CSH}(\text{I})$ за счёт взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с активным кремнезёмом или алюмосиликатом наполнителя. Следствием этих процессов является образование дополнительных фазовых контактов (контактов срастания между кристаллогидратами) и увеличение плотности цементного камня, что определяет высокую прочность цементной системы [3, с. 132; 4, с. 11].

Анализируя научные исследования ученых, можем сделать следующие выводы. Применение минеральных микронаполнителей, тонкодисперсных шламов и других материалов совместно с

суперпластификаторами в цементных растворах и бетонах открывает широкие возможности получения композиционных материалов требуемой прочности при рациональном расходе цемента и существенной его экономии.

Исследования процессов структурообразования многокомпонентных цементных систем показывает, что активность минеральных добавок характеризуется их способностью как к химическому, так и физико-химическому воздействию на процессы гидратации цемента.

В отношении высокомарочных бетонов, применяемых в производстве строительных конструкций, следует отметить, что использование тонкомолотых фракционированных микронаполнителей, полученных из твердых горных пород в составах бетона, совместно с суперпластификаторами позволят, вследствие значительного повышения прочности материала, снижать массивность железобетонных строительных конструкций за счёт экономии бетона.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Дерябин, П. П., Задорожная, В. И.** Методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология заполнителей бетона» для студентов специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» – Омск : Изд-во СибАДИ, 2006. – 51 с.
- 2 **Дубровин, П. В., Сиюнишев, К. Т.** Современные модифицирующие добавки для производства бетонных смесей [STAT] – Издательство научное обозрение; Волгоград : Международный научный журнал «Наука и мир». – № 4. – 2018. – С. 14–16.
- 3 **Дворкин, Л. И., Соломатов, В. И., Выровой, В. Н., Чудновский, С. М.** Цементные бетоны с минеральными наполнителями. – Киев : Издательство Будівельник, 1991. – 135 с.
- 4 **Красный, И. М.** О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителей // Бетон и железобетон. – 1987. – № 5. – С. 10–11.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КРОВЛИ

АХМЕТОВА А. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БУЛЫГА Л. Л.

к.т.н., асс. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Керамическая черепица – один из самых престижных и долговечных материалов для кровли. Долговечный, огнестойкий, экологический чистый материал, с эстетической привлекательностью, делают покрытие востребованным для обустройства кровель домов. Декоративные качества керамической черепицы высоки, что большинство дешевых кровельных материалов стремятся хотя бы отчасти имитировать их. Благодаря природным свойствам глины керамическая черепица имеет низкую теплопроводность и хорошую шумоизоляцию. В жаркие летние дни в доме будет прохладнее, а зимой – теплее [1, с. 176]. Между тем, черепица остается самым дорогим материалом. Нужно знать все плюсы и минусы этого материала. Для устройства кровли, потребуется большое количество керамической черепицы, а это означает, что сумма для постройки одной только кровли в итоге обойдется в немаленькую сумму. Поэтому многие люди строят крышу дома из менее затратного материала, но и менее прочного, что приводит в будущем к реконструкции кровли дома.

Отечественной промышленностью выпускаются следующие виды керамической черепицы: пазовая штампованная, пазовая ленточная, плоская ленточная, S-образная, коньковая и некоторые другие [2, с. 56].

Черепица изготавливается из легкоплавких пластичных глин, в качестве добавок могут использоваться различные виды песка [3]. Черепица отличается разнообразием цветовой гаммы. Например, при отсутствии химических добавок изделия имеют естественный терракотовый цвет. Медно-красные и темно-серые тона создаются при нанесении покрытий из специальных составов на поверхность высушенных черепиц перед обжигом [4, с. 70]. После обжига керамическая черепица приобретает свой естественный красно-коричневый цвет. Такой оттенок обусловлен наличием в глине окислов железа. Керамическая черепица со временем покрывается патиной и темнеет. Все предлагаемое на рынке разнообразие цветов и оттенков керамической черепицы достигается с помощью такого процесса, как ангобирание.

При этом поверхность заготовки черепицы покрывается специальным составом – ангобом, который представляет собой смесь порошкообразной глины с минеральными веществами и водой. Эти минеральные вещества и придают при обжиге черепице различные цвета и оттенки. Цвет ангобированной черепицы не изменяется со временем [5].

Основным материалом для производства керамической черепицы является глинистое сырьё, применяемое в чистом виде, а чаще в смеси с добавками – отошающими, породообразующими, плавнями, пластификаторами и др.

Глинистое сырьё (глины и каолины) – продукт выветривания изверженных полевошпатных горных пород. Глинистые минеральные частицы диаметром 0,005 мм и менее обеспечивают способность при затворении водой образовывать пластичное тесто, сохраняющее при высыхании приданную форму, а после обжига приобретающее водостойкость и прочность камня.

Помимо глинистых частиц в составе сырья имеется определённое содержание пылевидных частиц с размерами зёрен 0,005–0,16 мм и песчаных частиц с размерами зёрен 0,16–2 мм.

Глинистые частицы имеют пластинчатую форму, между которыми при смачивании образуются тонкие слои воды, вызывая набухание частиц и способность их к скольжению относительно друг друга без потери связности. Поэтому глина, смешанная с водой, даёт легко формуемую пластичную массу. При сушке глиняное тесто теряет воду и уменьшается по объёму. Этот процесс называется воздушной усадкой. Чем больше в глинистом сырье глинистых частиц, тем выше пластичность и воздушная усадка глин. В зависимости от этого глины подразделяются на высокопластичные, среднепластичные, умереннопластичные, малопластичные и непластичные. Высокопластичные глины имеют в своём составе до 80–90 % глинистых частиц, число пластичности более 25, водопотребность более 28 %, воздушную усадку 10–15 %.

Средне- и умереннопластичные глины имеют в своём составе 30–60 % глинистых частиц, число пластичности 15–25, водопотребность 20–28 % и воздушную усадку 7–10 %. Малопластичные глины имеют в своём составе от 5 до 30 % глинистых частиц, водопотребность менее 20 %, число пластичности 7–15 и воздушную усадку 5–7 %. Непластичные глины не образуют пластичное удобоформуемое тесто.

Глины с содержанием глинистых частиц более 60 % называют «жирными», отличаются высокой усадкой, для снижения которой

в глины добавляют «отошающие» добавки. Глины с содержанием глинистых частиц менее 10–15 % – «тощие» глины, в них при производстве изделий вводят тонкодисперсные добавки, например, бентонитовую глину.

Глины с преобладающим содержанием каолинита имеют светлую окраску, слабо набухают при взаимодействии с водой, характеризуются тугоплавкостью, малопластичны и малочувствительны к сушке.

Глины, содержащие монтмориллонит, весьма пластичны, сильно набухают, чувствительны к сушке и обжигу с проявлением искривлений изделий и растрескивания. Высокодисперсные глинистые породы с преобладающим содержанием монтмориллонита называют бентонитами. Содержание в них частиц размером менее 0,001 мм достигает 85–90 %. Образцы с преобладанием в глинистой части гидрослюдистых минералов характеризуются промежуточными показателями пластичности, усадки и чувствительности к сушке.

Химический состав глин выражается содержанием и соотношением различных оксидов. В керамическом сырье содержание важнейших оксидов колеблется в широких пределах: SiO_2 – 40–80 %, Al_2O_3 – 8–50 %, Fe_2O_3 – 0–15 %, CaO – 0,5–25 %, MgO – 0–4 %. С увеличением содержания Al_2O_3 повышается пластичность и огнеупорность глин, а с повышением содержания SiO_2 – пластичность глин снижается, увеличивается пористость, снижается прочность обожжённых изделий. Присутствие оксидов железа снижает огнеупорность глин, тонкодисперсного известняка – придаёт светлую окраску и понижает огнеупорность глин, а камневидные включения его являются причинами появления «дутиков» и трещин в керамических изделиях. Оксиды щелочных металлов (Na_2O , K_2O) являются сильными плавнями, способствуют повышению усадки, уплотнению черепка и повышению его прочности. Наличие в глинистом сырье растворимых солей сульфатов и хлоридов натрия, кальция, магния и железа вызывает появление белых выцветов на поверхности изделий.

В настоящее время природные глины в чистом виде редко являются кондиционным сырьём для производства керамических изделий. В связи с этим их применяют с введением добавок различного назначения.

Отошающие добавки – вводят в пластичные глины для уменьшения осадки при сушке и обжиге и предотвращения деформаций и трещин в изделиях. К ним относятся дегидратированная глина, шамот, шлаки, золы, кварцевый песок.

Порообразующие добавки – вводят для повышения пористости черепки и улучшения теплоизоляционных свойств керамических изделий. К ним относятся древесные опилки, угольный порошок, торфяная пыль. Эти добавки являются одновременно и отошающими.

Плавни – вводят с целью снижения температуры обжига керамических изделий. К ним относятся полевые шпаты, железная руда, доломит, магнезит, тальк, песчаник, пегматит, стеклобой, перлит.

Пластифицирующие добавки вводят с целью повышения пластичности сырьевых смесей при меньшем расходе воды. К ним относятся высокопластичные глины, бентониты, поверхностно-активные вещества.

Таким образом, для производства керамической черепицы используются высокопластичные «жирные» глины (с содержанием глинистых веществ более 60 %) с добавлением в качестве отошающей добавки кварцевого песка для предотвращения появления в изделиях трещин [6, с. 141].

В Павлодарской области имеются пластичные и малопластичные глины Сухановского, Кемергузское, Елюбайское, Красноармейское, Мойское месторождений. Глины имеют полиминеральный состав с преобладанием глинистых минералов, соответственно – каолинита, монтмориллонита и их смешанных образований и гидрослюды. Местные глины, используемые в качестве пластичных и малопластичных компонентов исходя из минералогического состава можно разделить на две группы: каолинитовые и каолинито- гидрослюдистые. Глины Сухановского и Кзылсайского месторождений по химическому составу являются основной, по технологическим свойствам – умеренно-пластичной, высокодисперсной.

Существует несколько вариантов покрытия черепицы – глазурирование. Глазурь – это стекловидная масса, которую, так же как и ангоб, перед обжигом наносят на заготовки черепицы. В процессе обжига глазурь затвердевает и образует на поверхности черепицы цветной защитный слой.

Пазовые виды керамической черепицы имеют двойной замок (паз) по вертикали и горизонтали для повышения герметичности кровли. Это надежно защищает подкровельное пространство от проникновения дождя или снега, что немаловажно при климате Павлодарской области. Отдельные плитки черепицы могут немного перемещаться по отношению друг к другу вблизи места соединения. Это позволяет черепичной кровле не разрушаться от деформаций, вызванных сильным ветром, усадкой строения или другими причинами.

Конструкция кровли зависит от функционального назначения подкровельного пространства. Черепицу, как правило, применяют только на крышах с уклоном от 22 до 60 °С. Уменьшение угла (от 10 до 22 °С) допускается в исключительных случаях и требует применения дополнительных мер по гидроизоляции и вентиляции. При устройстве черепичной кровли на крышах с уклоном менее 16 °С обязательно используется сплошной настил.

При угле уклона крыши более 60°, необходимо уделять особое внимание дополнительному креплению черепицы к обрешетке (шурупами или кляммерами). Во избежание протечек очень важно грамотно выполнить узлы примыканий.

Основанием под черепицу служит обрешетка из деревянных брусков. Расстояние между брусками определяется размерами черепиц и уклоном крыши. Так как черепица является мелкоразмерным точно калиброванным по геометрии материалом, то она требует точного и тщательного монтажа обрешетки.

Перед началом работ черепицу раскладывают небольшими стопками (по 5–6 штук) на всех скатах, чтобы избежать неравномерной нагрузки на стропила. Существенное снижение трудозатрат по подъему довольно тяжелой черепицы на крышу дает применение подъемных механизмов. Укладка черепицы осуществляется снизу вверх рядами. Режут материал алмазными дисками. При любых, даже весьма сложных формах крыши, отходы черепицы незначительны.

Для крепления у большинства видов черепицы на нижней стороне имеется специальный выступ, которым она как бы цепляется за обрешетку. Пазовые черепицы к тому же зацепляются друг за друга, образуя сплошной ковер. Определенные черепицы свеса, конька, края и т. п. нуждаются в дополнительном механическом (кляммерами, шурупами) креплении. Если уклон кровли значительный (более 60°), то необходимо дополнительное крепление и рядовых черепиц.

Крепление к обрешетке не жесткое, так что каждая отдельная черепица обладает способностью свободного перемещения (имеет люфт). Поэтому кровля может воспринимать нагрузки, вызванные осадкой сооружения, ветровым давлением, влиянием температурных колебаний и т.п., без каких-либо деформаций [7].

В заключении хотелось бы отметить, что в Павлодарской области имеется обширная сырьевая база для получения керамической черепицы. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов в керамические строительные материалы для того, чтобы материал для изготовления черепицы стал экономически эффективен и направлен на

решение экологических и социальных проблем. Добыча и переработка природного минерального сырья связано, например, угля, связана с образованием больших количеств различных промышленных отходов, а это – золы и золошлаки, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах. Одним из вариантов решения этой актуальной проблемы является использование промышленных отходов в керамических материалах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Петрянина, Л. Н., Карпова, О. В., Викторова, О. Л.** Ограждающие конструкции зданий. Стены и покрытия: //2008. –с.199.
- 2 **Баринаова, Л. С. и др.** Современное состояние и перспективы развития строительного комплекса //Строительные материалы. – 2004. – № 9. – С. 56.
- 3 **Волкова, Ф. Н.** Общая технология керамических изделий. – М.: ИАСВ, 2003. – С. 72.
- 4 **Салахов, А. М., Салахова, Р. А.** Керамика для технологов / А. М. Салахов, Р. А. Салахова – Казань : Изд-во гос. технол. ун-та, 2010. – С. 232.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ УНОСА АКСУСКОЙ И ЭКИБАСТУЗКОЙ ГРЭС В ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕНОБЕТОНА ДЛЯ ОСНОВЫ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ ИЗ НРЛ ПАНЕЛЕЙ

ДАНИЛЕНКО Р. О.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БУЛЫГА Л. Л.

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

Вентилируемые фасады из НРЛ панелей представляют собой на сегодняшний день самый популярный вид современных фасадов. НРЛ панели изготовлены из пластика и специально предназначены для облицовки вентилируемых фасадов, а также они отличаются рядом преимуществ перед другими видами материалов, применяемых для аналогичных работ.

Вентилируемый фасад представляет собой конструкцию, состоящую из материалов облицовки (в нашем случае НРЛ панелей) и под облицовочной системы, которая крепится к стене таким образом, чтобы между облицовкой и стеной образовалась вентилируемая

воздушная прослойка. Для дополнительного утепления между стеной и облицовкой может размещаться теплоизоляционный слой, воздушная прослойка образуется между облицовкой и теплоизоляцией.

НРЛ панели отличаются превосходной износостойкостью, долговечностью, удобство при монтаже, высокая степень устойчивости к повреждениям различного типа. Пластиковые панели отличаются широким выбором расцветок и декора, что позволяет оформить вентилируемые фасады панелями, имеющими расцветку под дерево или под благородный натуральный камень. НРЛ панели способны выдерживать значительные перепады температур, обладают устойчивостью к любым климатическим условиям и невосприимчивы к прямым солнечным лучам.

Следовательно, НРЛ панели сочетают в себе все необходимые качества, которыми должны обладать отделочные материалы. Монтаж НРЛ панелей не предусматривает использование кассет, в результате применение для вентилируемых фасадов пластиковых панелей позволяет уменьшить расходы самого материала, а также сократить длительность работ по монтажу.

Наличие вентилируемой воздушной прослойки способно существенно улучшить влажностное состояние слоя теплоизоляции. Зона конденсации сдвигается в наружный теплоизоляционный слой, который граничит с вентилируемой воздушной прослойкой.

Наличие воздушной прослойки в вентилируемом фасаде принципиально отличает его от других типов фасадов, так как в окружающую среду свободно удаляется внутренняя влага.

Вентилируемая воздушная прослойка снижает также и теплопотери в отопительный период года, так как температура воздуха в ней несколько выше, чем снаружи. Наружный экран из отделочных материалов защищает расположенный за ним слой теплоизоляции, а также саму стену, от атмосферных воздействий. Летом он выполняет функцию солнцезащитного экрана, отражающего значительную часть падающего на него потока лучистой энергии.

Благодаря специально разработанной схеме монтажа вентилируемого фасада к стене конструкция имеет возможность компенсировать термические деформации, возникающие при суточных и сезонных перепадах температур. Это позволяет избегать внутренних напряжений в материале облицовки и несущей конструкции, что исключает появление трещин и разрушение облицовки.

Расположение теплоизоляции снаружи способствует увеличению теплоаккумулирующей способности массива стены. Если произойдет

отключение источника теплоснабжения, то при наличии наружной изоляции, кирпичная стена будет остывать в несколько раз медленнее, чем при внутреннем слое теплоизоляции такой же толщины.

Применение навесного фасада и теплоизоляционного слоя существенным образом повышают звукоизоляционные характеристики ограждающей конструкции. Наружная облицовка вентилируемого фасада за счет воздушного зазора и утеплителя является акустическим экраном для наружных звуков.

При использовании навесного фасада следует внимательно отнестись к материалу теплоизоляции, в частности следует учесть, степень горючести теплоизоляции. Этот аспект регламентирован ГОСТом 31251-2008 «Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность».

При наличии тяги даже от малейшей искры пламя быстро распространится на весь утеплитель для вентилируемых фасадов. Негорючими материалами, применяющие в теплоизоляции, являются минеральная вата, жидкий пенополиуретан, пеноизол и эковата.

На сегодня для утепления вентилируемых фасадов в большинстве случаев используют утеплитель минеральную вату. Для лучшего результата советуют использовать плиты с водоотталкивающими добавками. Дынные плиты обладают высокой долговечностью, огнестойкостью и, конечно, отличными теплоизоляционными свойствами.

Материалы на основе стекловолокна так же довольно часто используют для утепления вентилируемых фасадов. Стоит заметить, что в отличие от минеральной ваты стекловолокно более подвержено воздействию воды. Поэтому при использовании стекловолокна следует проводить качественную гидроизоляцию.

Менее популярным и очень редко используемым материалом для утепления вентилируемых фасадов является пенополистирол. Пенополистирол является очень горючим и плохо паропроницаемым материалом поэтому его применение весьма ограничено. Данный материал можно использовать для утепления вентилируемых фасадов в зданиях с хорошей циркуляцией влажности и к которым нет повышенных требований по пожароопасности.

Исходя из описания преимуществ навесных фасадов, можно предположить, что они прекрасно подходят для использования в облицовке стен из пенобетона. Практикой доказано, что пенобетонные блоки позволяют возводить значительные по своему объему конструкции в кратчайшие сроки при сравнительно низкой стоимости,

благодаря чему используются в социальном строительстве. Однако ячеистый бетон, к которому относятся пенобетон и газобетон, обладает относительно невысокими плотностью и прочностью – а значит, требует особого подхода с точки зрения крепежа навесных вентфасадов.

Основу пенобетона составляет раствор из пены, воды, цемента и песка. Благодаря наличию пены в основе затвердевший пенобетон наполнен воздухом, равномерно распределенным по замкнутым ячейкам, что обеспечивает его легкость. Такая структура определяет ряд высоких физико-механических свойств ячеистого бетона и делает его весьма эффективным строительным материалом.

Разлитый по формам и затвердевший или резанный после затвердевания на блоки, пенобетон превращается в пеноблоки. Пеноблок является достойной альтернативой классическим материалам и помимо невысокой стоимости сочетает в себе множество положительных качеств.

Относительная легкость пустотных материалов, большие размеры блоков и высокая точность линейных размеров значительно облегчают и увеличивают скорость кладки.

Благодаря своей ячеистой структуре пустотные материалы обладают высокой способностью к поглощению звука и являются эффективным утеплителем, сохраняющим оптимальный, не зависящий от внешних условий, температурный режим помещения, что позволяет достичь существенной экономии на отоплении.

Пустотные материалы соответствуют первой степени огнестойкости и надежно защищают от распространения пожара. Под воздействием интенсивной теплоты на поверхность легкие пустотные материалы не расщепляются и не взрываются, как это имеет место с тяжелым бетоном.

Так же пустотные материалы практически не подвержены влиянию времени.

Экологичность – еще одно важное преимущество: пустотные материалы изготовлены из экологически чистых компонентов, и поэтому они не выделяют каких-либо опасных веществ при использовании. Во многих европейских странах существует второе название пеноблоков – «биоблоки», т.к. данный строительный материал в своей основе содержит только экологически чистое сырье и природные компоненты.

С учетом всех этих достоинств неудивительно, что в настоящее время наблюдается тенденция увеличения объемов монолитно-

каркасного строительства, т.к. данная технология по ряду своих преимуществ не только позволяет уменьшить собственный вес здания, но и снижает стоимость строительства в целом.

Для большего удешевления строительства навесных фасадов в нашем регионе предлагаем использовать пенобетон на основе зол уноса Аксуской и Экибастузской ГРЭС в качестве утеплительной прослойки, заливая его между навесным фасадом и стеной здания.

Проблема использования золошлаковых материалов, образующихся на ГРЭС и ТЭЦ при сжигании углей, не решена в Казахстане, как и в целом по СНГ. Местные электростанции работают на угле, содержащем до 63 % минеральных компонентов. При сжигании пылеобразного горючего при 1200–1700 °С образуются твердые отходы двух видов: зола уноса (летучая зола) и шлак. Примерно 80 % минеральной части угля переходит в золу уноса, улавливаемую в циклонах и на электрофильтрах, а до 20 % переходит в шлак, который накапливается в шлаковых бункерах под топкой. Затем методом гидроудаления золу и шлаки перемещают на золоотвалы, где они складываются и хранятся под слоем воды. В настоящее время на омских золоотвалах скопилось около 60 миллионов тонн золошлаковых материалов.

С точки зрения рационального природопользования шлаков золы представляет собой добытое из недр земли, перемещенное на другую территорию и недоиспользованное сырье, способное обеспечить многие нужды промышленности. Известно, что золы на 98–99 % состоят из Si, Al, Fe, O, Ca, Ti, Mg, S, K, Na. Эти элементы называют золообразующими (макроэлементами). Практически все остальные элементы периодической системы присутствуют в золе на уровне 0,1 % и менее, это микроэлементы. При сгорании угля часть микроэлементов (Sr, Ba, Sc, Y, La, Ti, Zr и др.) концентрируется в шлаке. Другие элементы (Ga, In, Tl, Ge, Sn, Pb и др.) при температурах выше 1000 °С выносятся из зоны высоких температур и конденсируются в электрофильтрах (при 110–120 °С). Можно ожидать обогащения летучей золы именно этими металлами.

В мировой строительной практике широко используют как неклассифицированные золы, так и золы после их предварительного обогащения или разделения на составляющие. Так, золы могут использоваться для сооружения оснований дорожных покрытий, при реконструкции верхних изношенных слоев асфальта как фиксатор дегтя, смолы, гудрона, для создания планировочных насыпей и т. п. Использование золы в этих целях должно быть обосновано в ходе

испытаний пригодности и безопасности, с учетом механических нагрузок и погодноклиматических факторов. Необходимо оценить химическую безопасность использования зол с точки зрения загрязнения грунтовых вод вымываемыми из золы токсичными веществами. Кроме того, необходимо иметь технологии пылеподавления, исключающие загрязнение близлежащих территорий из-за уноса зольной пыли при выполнении строительных работ.

Как сухая, так и влажная (из отвалов) дисперсная зола широко используется для изготовления изделий из плотных или ячеистых золобетонов (стенные блоки и панели, плиты покрытий и перекрытий). Золы используются как добавка в бетоны взамен природного материала – песка. Наибольшее распространение золобетоны получили как материал для ограждающих конструкций в виде крупных блоков для стен промышленных зданий.

Существует крупная экологическая проблема, связанная с золами уноса. Золоотвалы создают большую экологическую напряженность в регионе, представляют угрозу для окружающей среды и здоровья людей. В результате ветровой эрозии частицы золы поступают в атмосферу и распространяются на несколько километров. Осевшая пыль, а вместе с ней химически активные токсичные вещества загрязняют почву. Под действием кислотных осадков происходит миграция токсических веществ из золоотвалов, приводящая к загрязнению почв, грунтовых вод, поверхностных вод бассейна реки Иртыш. Оборудование и эксплуатация золоотвалов требуют значительных затрат, кроме того, под золоотвалы отчуждаются плодородные земли вблизи Иртыша. Из всего вышесказанного следует, что золоотвалы наносят большой экологический, экономический и социальный ущерб региону, а проблема утилизации золошлаковых материалов требует решения.

Применение золы-уноса Аксуской и Экибастузской ГРЭС целесообразно с точки зрения снижения себестоимости продукции. Однако главным достоинством использования зол уноса ГРЭС это применение отходов, которые вредят экологии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Жуков, А. Д. Системы вентилируемых фасадов. / А. Д. Жуков // Наука, строительство, образование. – № 1. – 2012.

2 Адеева, Л. Н., Борбат, В. Ф. Зола ТЭЦ – перспективное сырье для промышленности. / Л. Н. Адеева // Вестн. Ом. ун-та. – № 2. – 2009. – С. 141–151.

3. Лapidус, А. А., Самсонов, А. Д., Рихтер, Д. А. Автоматизированные методы расчета несущих подконструкций вентилируемых фасадов с помощью программного комплекса Hilti Profis Facade./ Лapidус А. А.// Технология и организация строительного производства. – №1(6). – 2014. – С.18–25.

4 Немова, Д. В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем./ Немова Д. В.// Инженерно-строительный журнал. – № 5. – 2010. – С. 7–11.

ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУ МАТЕРИАЛЫ РЕТІНДЕ ҚАМЫС-ПЕНОПОЛИУРЕТАНДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАСЫ

ЕРЖАНОВ К. Е.

математика және физика пәндерінің мұғалімі,

№ 25 қазақ қыздар гимназиясы, Екібастұз қ.

ЖҰМАБЕКҚЫЗЫ С.

10 сынып оқушысы, № 25 қазақ қыздар гимназиясы, Экибастуз қ.

Қазақстанның құрылыс саласы қарқынды дамып келеді. Елімізде құрылыс бәсеңдеген жоқ. Оған дәлел жетіп-артылады. Елбасы Н. Ә. Назарбаевтың сындарлы саясатының нәтижесінде ел экономикасының дамуына ықпал ететін құрылыс саласындағы маңызды бағдарламалар кезең-кезеңмен орындалып келеді. Нарық заңына орай, тұрғын үйдің бағасы қымбаттады. Оның үстіне, халықтың ауылдан қалаға үдере көшуі тұрғын үйге деген сұранысты жоғарылатты [1, 27 б.].

Заман талабына сай құрылыс саласында, яғни үйлерді, ғимараттарды салу мен жөндеуде түрлі материалдар қолданылып келеді. Атап айтсақ, негізгі құрылыс материалдары ретінде бетон, темір-бетон, асбест-цемент, темір, шыны және силикаттан жасалған бұйымдар және т.б. пайдаланылып келеді [2, 134 б.]. Бірақ 2000 жылдан бастап құрылыс материалдары бағасы өсті, себебі құрылыс материалдарына тапшылық туындады. Ол импорттың өсуіне алып келді. 2008 жылы құрылыс материалдары нарығындағы импорттың үлесі 46,7 %-ды құрады [3, 36 б.].

Құрылыс саласының дамуына қажетті шикізат базасының болуына қарамастан, Қазақстандағы құрылыс материалдары өндірісінің өсуін бірқатар проблемалар тежеді: Қазақстанда негізінен қайта бөлінуі төмен өнім өндіріледі; өнімнің көптеген түрлері өндірілмейді; негізгі құралдардың тозу деңгейі айтарлықтай жоғары; еңбек өнімділігі төмен;

құрылыс материалдарының өндірісі Алматы, Қарағанды және Шығыс Қазақстан облыстарында және Астана мен Алматы қалаларында шоғырланған (өндіріс көлемінің 60 %-дан астамы олардың үлесіне келеді).

Зерттеу жұмысы құрылыс материалы ретінде қамысты қолданудың тиімділігіне арналады. Бұл өсімдік түрін құрылыс материалын әзірлеуде пайдалануға болатыны әлдеқашан дәлелденген. Құрылыс материалы ретінде қамыс-пенополиуретанды өндіру үшін пайдаланылатын минералдық шикізат базасы Екібастұз өңірі үшін қолжетімді әрі арзан болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты – аймақта қамыс-пенополиуретанды жылу оқшаулау материалы ретінде қолданудың перспективасын анықтау

Қамыс-пенополиуретан жасау технологиясы...

Өндіру кезінде қамыс-пенополиуретанды құю әдісі арқылы пенополиуретанға арналған компоненттерді араластырып сол уақытта ұсақталаған қамыс қосылады, және ауа қысымының болмауын қадағалайды. Ұсақталған қамыс 1–2 см өлшемінде болады. Қыс мезгілінде дайындалған, кептірілген және от-био қорғаныс ерітіндісі арқылы өңделген. Қамыс-пенополиуретанды құю әдісімен құбырға арналған жылу оқшаулағыш қабықшаларды, жылу оқшаулайтын панельдерді өндіруге мүмкіндік береді. Пенополиуретанның барлық нысандары баспасөз нысанына құйылады. Пенополиуретанды дайындалған нысанға құйып, ішкі және сыртқы декор элементтерінің әртүрлі элементтерін өндіруге мүмкіндік береді. Үй құрылысының құнын төмендету ретінде, интерстициальдық кеңістікте қамыс-пенополиуретанды қолдануға ұсынамыз. Мұндай үй жылы болады, бірақ ол әлдеқайда арзан болады [4, 67 б.]. Жабық емес майлағыш ретінде: майлы, силикон және балауыз жағармалары пайдаланылады.

Таблица 1 – Жылу оқшаулау материалдарының сипаттамасы

Атауы	0,05×1м ² құны, тг	Бекіту технологиясы	Жылу өткізгіштік коэффициенті	Отқа төзімділігі	Бу изоляциясы	Кеміргіштерге төзімділігі	Зиян
Пеноплэкс	1464	Қосымша құралдар қажет етпейді	0,03 Вт/м·°С	650 °С	-	-	Стирольды булар
Базальт плиталары	1100	Қосымша құралдар қажет етпейді	0,04 Вт/м·°С	600 °С	+	+	Фенолды шайырлар, ауада қалқып тұратын минералды бөлшектер

Пенопласт	715	Қосымша құралдар қажет етпейді	0,041 Вт/м·°С	750 °С	+	+	Стирол, фенол, формальдегид
Минералды жүнді окшаулау	1000	Қосымша құралдар қажет етпейді	0,034 Вт/м·°С	800 °С	+	-	Фенол, формальдегид
Пенополиуретан	1600	Қосымша құралдар қажет етеді	0,028 Вт/м·°С	1500 °С	-	+	Өте төмен, санамауға болады
Қамыспеннополиуретан	800	Қосымша құралдар қажет етпейді	0,028 Вт/м·°С	1500 °С	+	-	Өте төмен, санамауға болады

Ол үш маңызды кезеңнен тұрады.

Органиканы сұрыптау және ұнтақтау.

Чипсты химиялық заттар, цемент және сумен араластыру.

Операция 10 минутқа созылады.

Аяқталған ерітіндіні қалыптастыру және орнату.

Жылу өткізгіштік көрсеткіштеріне байланысты пенпропиленді бірнеше түрге бөлуге болады.

Жоғары жылуды окшаулау. Жоғары бағамен сипатталады.

Аналогтармен салыстырғанда жоғары жанғыштығының төмен жылу өткізгіштігі.

Орташа жылу окшаулау. Ол төмен бағамен сипатталады.

Жалынның төзімділігін жоғарылатуына байланысты төменгі жанғыштығының орташа жылу өткізгіштігі.

Күшті және әлсіз жақтары.

Қамыс пенопропилені басқа құрылыс материалдарымен салыстырғанда көптеген артықшылықтарға ие.

Оттың жоғары төзімділігі. Қамыс пенопропилені көбінесе жанғыш материалдардан құралғанына қарамастан, бірақ жалын ұстағыштың мазмұнына байланысты ол жанғыш емес.

Жақсы бу өткізгіштігі. Бұл ғимараттарға микроклиматтың тыныс алуына және сақталуына мүмкіндік береді.

Төмен салмақ. Бұл фактор құрылысты айтарлықтай жеңілдетеді.

Кескіш құралдармен оңай өңдеу. Пенопропиленді плиталарға кез-келген қажетті пішінді оңай беруге болады.

Жеңіл өңдеу. Қабырған көбік пропеленінің плиталарын төсеу кезінде кәсіби дағдыларды қажет етпейді [6, 78 б.].

Көгеруге, зең-саңырауқұлақтарға мен зиянкестерге төзімді. Материалдың IV кластағы биостатикалық қасиеті бар (негізінен биологиялық өрттің қорғанысы есебінен).

Төмен жылу өткізгіштік.

Шөгуге төзімділік. Қабырғаларды окшаулаудан кейін плиталар арасында ешқандай алшақтық болмайды.

Жоғары дыбысты сіңіру. Осы материалдың арқасында өнеркәсіптік ғимараттар құрылысында қолдануға болады.

Сейсмикалық әрекетке тұрақтылық [5, 166 б.].

Кемшіліктер келесі факторларды қамтиды.

Егер сіз ылғалдан қорғау үшін шаралар қабылдамасаңыз, қамыс пенопропиленнің құрамындағы қамыс өз қасиетін жоғалтып, ыдырай бастайды.

Окшаулау үшін қосымша жауын-шашын және жауын-шашыннан қорғауды қажет етеді.

Өнімдердің нашар ауқымы [5, 174 б.].

Үлкен өндірістің болмауы материалдың және жеткізу қиындықтарының жоғары бағасына әсер етеді.

Қорытындылай келе, қамыс-пеопропилені экологиялық таза және арзан материал болып табылады және халықаралық нарықта Қазақстандық брендке айналуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Сулейменов, С. История строительной индустрии Казахстана. – Алматы, 2003.

2 Миккульский, В. П. Строительные материалы. – М.: ИАСВ, 2001.

3 Комар, А. Г. Строительные материалы и изделия. – М.: ИАСВ, 2006.

4 Тихомиров, К. В., Сергеев, Э. С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: ИАСВ, 2001.

ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

КАДЫРОВА М. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

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

Наиболее перспективное направление в производстве строительных керамических материалов – это использование многотоннажного техногенного сырья. Разработка составов и технологий, позволяющих применять техногенное сырье в производстве строительных керамических материалов, способствует рациональному

использованию и значительному сохранению имеющихся природных традиционных сырьевых ресурсов (глины, песка и др.); охране окружающей среды; утилизации промышленных отходов и снижению экологической напряженности в регионе; расширению сырьевой базы для строительных материалов.

Вопросам использования техногенного сырья в производстве керамических материалов посвящены многочисленные труды известных ученых: Абдрахимова В. З., Августиника А. И., Баженова Ю. М., Бердова Г. И., Боженова П. И., Будникова П. П., Верещагина В. И., Гаркави М. С., Козловой В. К., Комохова П. Г., Масленниковой Г. Н., Павлова В. Ф., Петровой Т. М., Прокофьевой В. В., Сайбулатова С. Ж., Сватовской Л. Б. и многих других [1, с. 6].

Металлургическая отрасль является сложным трудоемким производством, сопровождающимся образованием различных отходов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [2, с. 21].

Вредное воздействие металлургических предприятий обуславливается рядом причин: недоучет при размещении городов экологического воздействия промышленных предприятий, в результате чего многие из них находятся в непосредственной близости к жилым районам; использование на старых металлургических заводах устаревших технологических процессов и технологического оборудования, при работе которого в атмосферу выделяется большее (по сравнению с современным производством) удельное количество загрязняющих веществ; недостаточная оснащенность технологических агрегатов системами очистки и обезвреживания и неэффективная работа действующих пыле- и газоочистных установок; значительное количество на предприятиях децентрализованных систем отвода и очистки газов и соответственно большое количество мелких источников загрязнения атмосферы с трубами относительно малой высоты [3, с. 45].

Особый интерес представляют сведения, касающиеся использования техногенного сырья цветной металлургии. Используются эти сырьевые материалы, в основном в качестве корректирующей добавки в незначительных количествах, при введении их в составы керамической шихты. Использование техногенного сырья цветной металлургии – один из эффективных способов экономии природных материалов, при этом одновременно происходит утилизация побочных продуктов и вносится вклад в охрану окружающей среды.

В основе электролитического получения алюминия лежит электролиз криолит-глиноземного расплава, содержащего в своем

составе глинозем, криолит и другие фтористые соединения, в электролизерах с самообжигающимся анодом (СА) и на ваннах с предварительно обожженными анодами (ОА) [4, с. 28].

Наиболее опасными выбросами алюминиевого производства с точки зрения оказываемого влияния на атмосферу являются бензопирен (класс опасности 1), газообразные и плохо растворимые фториды (класс опасности 2). Также следует отметить менее опасные, но выделяющиеся в больших объемах, пыль неорганическую с содержанием до 20 % SiO_2 (класс опасности 3), диоксид серы (класс опасности 3) и оксид углерода (класс опасности 4).

Электролитическое получение алюминия сопровождается значительным объемом образования различных твердых отходов.

К твердым отходам алюминиевого производства относятся:

- потери сырья при его разгрузке и транспортировке до цеха;
- пыль, увлекаемая общеобменной вентиляцией корпуса и отходящими газами от электролизера;
- угольная пена, снимаемая с поверхности электролита (пена образуется из-за различной реакционной способности составляющих анодной массы – кокса и пека, а также из-за окисления углерода анода кислородом воздуха);
- отходы (хвосты) флотации угольной пены и шламы регенерации криолита (при «мокрой» системе очистки отходящих газов);
- анодные огарки (при получении алюминия на ваннах с ОА остаются огарки от обожженных анодов);
- отработанные аноды ванн с СА;
- отходы, образующиеся при капитальном ремонте электролизеров (угольная и огнеупорная части футеровки), катодные стержни, анодные штыри, металлоконструкции, ошиновка.

При электролитическим получении алюминия АО «Казахстанский электролизный завод» основными отходами производства являются: шламы газоочистки, пыль электрофильтров, хвосты флотации угольной пены, сбрасываемые растворы регенерации вторичного криолита, смывные воды зумпфов, образующие смешанные отходы шламового поля, а также угольная и шамотная отработанные футеровки электролизеров.

Объектом исследований является отработанная угольная футеровка электролизеров. Угольная футеровка применяется для защиты электролизеров от возможных физических и механических повреждений. Состоит угольная футеровка преимущественно из антрацита, отличающегося высокими характеристиками пористости

и электропроводности, что является главным требованием, предъявляемым к футеровке электролизных ванн. В целом футеровка позволяет исключить образование коррозии, предотвратить повреждение оборудования и выход его из строя, что в значительной степени продлевает его срок службы. Отработанная угольная футеровка – отход производства алюминия, образующийся при капитальном ремонте электролизеров. После дробления и грохочения крупные куски отработанной угольной футеровки возможно утилизировать в металлургическом производстве, а просыпь от дробления (менее 5 мм) не находит применения и вывозится в отвал.

Количество отходов футеровки зависит от многих факторов:

- от анодной плотности тока;
- производительности электролизера за межремонтный период;
- длительности работы катодного устройства.

Как показывают результаты расчетов, масса угольной части изношенной футеровки электролизеров составляет $\approx 55\%$, а масса огнеупорной футеровки – 45% . Следует отметить, что с увеличением силы тока от 50 до 200 кА удельный объем футеровки ($\text{м}^3/\text{кА}$) снижается \approx в 1,4 раза. Типичный усредненный состав отходов отработанной футеровки выглядит следующим образом, мас. %: углерод – 30, огнеупоры – 30 и фториды (криолит, NaF, CaF_2) – 40 [5, с. 171].

Несмотря на то, что отработанная футеровка относится к отходам производства и складывается на шламовых полях, она является перспективным сырьем для извлечения ценных компонентов с получением продуктов, которые можно вернуть как в собственное (алюминиевое) производство, так и реализовать в других отраслях промышленности.

По мере роста производства алюминия увеличивается количество твердых отходов футеровочных материалов, которые включают теплоизоляционные изделия различных марок. Токсичный характер отработанной футеровки электролизеров – главная причина экологических проблем, возникающих в алюминиевой промышленности. Основное вредное воздействие на окружающую среду оказывает значительное количество водорастворимых фторидов, например, NaF. Продукты вымывания их хранилищ отработанной футеровки могут загрязнять подземные воды. Кроме того, в слоях отработанных огнеупорных материалов, находящихся в отвалах, образуются взрывоопасные газы в результате вторичных реакций окисления воздухом и взаимодействия с влагой [6, с. 165].

Утилизация изношенной футеровки электролизеров представляет собой большую экологическую проблему в связи с тем, что она пропитывается фторсодержащими солями и другими компонентами, которые входят в состав электролита.

Изношенная футеровка состоит из двух частей: угольной и огнеупорной. Угольная футеровка в среднем содержит, в %, соответственно: 30 – C, 26 – Al_2O_3 , 13 – Na_3AlF_6 , 8 – NaF, 3 – CaF_2 , 6 – Na_2CO_3 , 3 – SiO_2 и 11 – прочие.

Огнеупорная же часть футеровки содержит 55–70 % SiO_2 , остальное приходится (приблизительно поровну) на Al_2O_3 и фторсодержащие соли [6, с. 165].

Фактическое содержание компонентов в отработанной футеровке зависит от конкретных заводских условий:

- параметров работы ванн;
- конструкции и срока службы футеровки;
- качества футеровочных материалов и т.д.

Большинство солей, содержащихся в отработанной футеровке, являются водорастворимыми, и при складировании отходов капитального ремонта ванны на открытых площадках или отвалах могут выщелачиваться атмосферными осадками и загрязнять водоемы.

С другой стороны наличие ценных компонентов в отходах футеровки ставит задачу их извлечения и утилизации.

В силу актуальности проблемы необходимо изучить состав отработанной футеровки, разработать способ переработки, дать методы и предложения по снижению воздействия на атмосферу. При этом методы утилизации отработанной футеровки должны быть основаны на физико-химических исследованиях свойств и структуры данных отходов электролизного производства, которые позволят определить принципиальную возможность их использования в различных отраслях промышленности.

Отдельное направление утилизации отходов алюминиевого производства связано с их использованием в производстве строительных материалов, в частности кирпичей. В Красноярском филиале ВНИИСТРОМ проведены исследования по влиянию добавок отходов алюминиевого производства в керамическую массу для изготовления кирпича [7, с. 23]. В частности установлено активирующее влияние отходов на структурообразование глинистой керамики. Фторсодержащие компоненты отходов выступают в роли низковязких минерализаторов: они разрушают структуру основных порообразующих минералов, ускоряют их дегидратацию с переводом

этих процессов в область более низких температур. Под действием минерализаторов снижается температура образования силикатного расплава, увеличивается его подвижность за счет ослабления связей в кремнекислородном каркасе и прочности пространственной решетки. Низкая вязкость, межфазное натяжение и когезия расплавов минерализаторов создают тонкие пленки между компонентами шихты, улучшая адгезию расплавов к твердым частицам, что способствует упрочнению структуры керамических материалов.

Наиболее сильно влияние низковязких минерализаторов проявляется при температурах образования новых кристаллических фаз, что интенсифицирует процесс их синтеза. В результате улучшаются физико-механические и эксплуатационные свойства керамических материалов. При добавлении в глинистое сырье фторсодержащих отходов алюминиевого производства увеличивается прочность обожженных образцов [7, с. 26].

Введение отходов в состав сырьевой смеси повышает предел прочности образцов при сжатии в несколько раз, по сравнению с рядовой глиной, причем максимальную эффективность обеспечивает пыль электрофильтров электролизного производства алюминия.

Количество вводимых в сырьевую смесь фторуглеродсодержащих отходов изменяется в зависимости от свойств исходного керамического сырья и от вида добавляемых отходов (индивидуальный отход или их смесь). В работе [8, с. 3] рекомендуемая добавка фторсодержащих отходов составляет 12–22 % вес., а в работе [9, с. 1] в сырьевую смесь предлагается вводить пыль электрофильтров в количестве 5–7 % вес. Техническим результатом указанных решений является повышение прочности изделий, морозостойкости, снижение температуры обжига.

Анализ химического состава отходов свидетельствует о перспективности утилизации отработанной угольной футеровки электролизеров в качестве топливной и минерализующей добавки в технологии производства керамического кирпича [9, с. 2].

Отходы промышленности, содержащие ценные минерализующие компоненты, являются большим резервом минерализаторов в силикатных системах. Введение в состав сырьевой смеси добавок, ускоряющих процессы образования минералов цементного клинкера, следует считать весьма эффективным технологическим приемом повышения производительности цементно-обжиговых печей. Полезное действие минерализаторов проявляется также в интенсификации обжига цементных и керамических смесей. Общее минерализующее действие фторсодержащих минералов определяется снижением

температуры появления первичной жидкой фазы и образованием некоторого количества CaO и SiO_2 в активной форме за счет побочных реакций гидролиза, например CaF_2 и SiF_4 [9, с. 3].

Интенсификация процесса спекания связана с вводом в состав керамических масс отработанной угольной футеровки электролизеров оптимального фракционного состава. Улучшение эксплуатационных характеристик керамического кирпича связано с введением с футеровкой комплекса низковязких минерализующих добавок, обеспечивающих образование жидкой фазы с низкой динамической вязкостью и высокой удельной растекаемостью в интервале обжига керамического кирпича. Образование подвижного высокорекреационного расплава при 850–950 °С обеспечивает в период начала интенсивного спекания охват большого количества продуктов дегидратации глины, кварца и других аксессуарных минералов. Эффект интенсификации спекания керамических масс связан также с наличием в составе футеровки графитизированного углерода в значительных количествах (50–70 %). В связи с этим отработанная угольная футеровка является эффективной топливосодержащей добавкой, обеспечивающей равномерный процесс спекания по толщине изделия.

Анализ исследований показывает целесообразность использования угольной футеровки электролизеров в качестве отошающей и топливной добавки. Количество вводимой отработанной угольной футеровки электролизеров в заводскую шихту соответствует 15 масс. %. Минимально возможное водопоглощение (19 %) достижимо при использовании фракции футеровки –0,4+0,2 мм. Минимальная усадка достижима в весьма широких пределах. Минимальное значение 3,4 % достижимо при использовании фракции футеровки –1,0+0,5 мм – 33 % и –0,5+0,4 мм – 67 %. Минимальная усадка наблюдается у керамических масс с использованием угольной футеровки крупной фракции –1,0+0,5 мм.

Рассматривая различные технологии переработки отработанной футеровки, следует иметь в виду, что в зависимости от срока службы электролизера, данный вид отходов различается по физическим свойствам и химическому составу. Это обстоятельство требует индивидуального подхода при выборе варианта ее использования и переработки. При современном состоянии технологии производства алюминия необходима технология переработки отработанной футеровки электролизера, внедрение которой не потребует больших инвестиций и улучшит экологические показатели промышленной деятельности алюминиевого завода на территории региона.

Пропитанные электролитом огнеупорные материалы, несмотря на свою токсичность, представляют собой сложное многокомпонентное сырье, которое можно подвергнуть переработке с целью извлечения полезных компонентов, для производства керамических материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Вдовина, Е. В.** Получение керамического кирпича на основе бейделлитовой глины и отходов минеральной ваты. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Челябинск, 2011.

2 **Металлургия алюминия: учеб. пособие / Ю. В. Борисоглебский, Г. В. Галевский, Н. М. Кулагин [и др.].** – Новосибирск : Наука, 1999. – 438 с.

3 **Куликов, Б. П., Истомин, С. П.** Переработка отходов алюминиевого производства. – СПб. : Изд-во МАНЭБ. 2004. – 477 с.

4 **Экология и утилизация отходов в производстве алюминия / Г. В. Галевский, Н. М. Кулагин, М. Я. Минцис.** – Новосибирск : Наука, 1997. – 159 с.

5 **Сомов, В. В., Немчинова, Н. В., Бараускас, А. Э.** Мировые тенденции утилизации отработанной футеровки алюминиевого производства // Переработка природного и техногенного сырья. Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института металлургии и химической технологии им. С. Б. Леонова. – Иркутск, 2016. – С. 170–175.

6 **Пыриков, А. Н., Вильданов, С. К., Лиходиевский, А. В., Черноусов, П. И.** Экология, состояние и перспективы применения огнеупорных материалов и их отходов // Новые огнеупоры. – № 3. – 2013. – С. 165–168.

7 **Куликов, Б. П., Истомин, С. П.** Переработка отходов алюминиевого производства. – СПб. : Изд-во МАНЭБ, 2004. – 478 с.

8 **Куликов, Б. П., Баринов, В. В., Николаев, М. Д. и др.** Утилизация фторсодержащих отходов алюминиевого производства в цементной промышленности // Экология и промышленность России. – Май, 2010. – С. 2–6.

9 **Никифорова, Э. М., Еромасов, Р. Г., Ступко, Т. В., Симонова, Н. С., Васильева, М. Н., Астрединов, Д. С., Каплина, Е. А.** Расширение сырьевой базы техногенных корректирующих добавок в производстве керамических материалов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СТАРОГО ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

КОЖИКОВА А. Р.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ОМАРОВ Ж. М.

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

В основном, конструкции установок по переработке строительных отходов (от сноса домов или замены дорожного полотна) зависят, с одной стороны, от физико-механических свойств исходного материала, а с другой – от требований к конечному продукту.

К отходам от сноса ветхих сооружений принято причислять кирпичную кладку, бетон и железобетон, строительный раствор, гипсовые плиты, дерево, обломки сан-, фаянс изделий, изоляционные материалы. При переработке полотна подлежащих реконструкции дорог образуется строительный лом, состоящий из иных компонентов – асфальт, бетон, дегтевые субстанции, щебень, бортовой камень, брусчатка, песок и земля.

С появлением необходимости переработки и утилизации отходов строительного производства, характеризующихся широким и переменным спектром значений вышеприведенных параметров, началась стремительная специализация дробильных машин. Сейчас под этим термином понимается набор оборудования, собранный на едином мобильном шасси или стационарно установленной раме и предназначенный для выполнения комплекса сопутствующих технологических операций – приема и подачи материала, предварительного рассеивания и отбора неэффективной фракции с последующей ее эвакуацией из камеры дробления, самого процесса дробления, транспортирования в отвал или на последующее грохочение, извлечения металлических включений.

Появление значительных объемов строительных отходов (миллионы тонн) разного размера, состоящих из различных материалов, потребовало наличия машин, способных на первой стадии просто измельчить их и утилизировать, а на второй – обеспечить повторное их использование.

Потребность в дорожных дробилках возникла существенно раньше, однако ее было легче удовлетворить, так как исходный материал – дорожный лом существенно легче пере дробить благодаря его сравнительной однородности.

Рассмотренные выше конструкции предназначены для специализированного использования, хотя и имеют зачастую характер двойного назначения: и для дробления отходов от дорожного полотна, и для переработки строительных отходов от сносимых зданий. Такие перспективы обеспечивают гарантированное развитие рассмотренному сектору строительного оборудования, а его пользователям – надежные и увеличивающиеся объемы работ в ближайшем будущем.

Долгое время ремонт дорог при износе покрытия проводили, укладывая слой усиления. При этом дефекты старого покрытия не устранялись, и новое покрытие работало менее эффективно, чем могло бы. Поэтому в последние годы изношенный слой дорожной одежды удаляют фрезерованием. Продукты этого процесса могут вывозиться на свалку, использоваться на месте для получения нового основания или регенерироваться на асфальтобетонных заводах (АБЗ). Очевидно, что первый вариант не относится к числу цивилизованных, о втором мы подробно рассказывали раньше теперь остановимся подробнее на третьем.

Регенерация материала старого покрытия на АБЗ позволяет:

- использовать весь снятый с дороги асфальтобетон;
- широко применять добавки каменных материалов, битума и пластификаторов при регенерации;
- получать готовую смесь заданного качества и укладывать ее на участках дорог с соответствующей интенсивностью движения;
- экономить энергию и материальные ресурсы (по опыту строительства в США стоимость ремонта уменьшается на 20–30 %).

Экономия энергии зависит от:

- количества добавляемого нового каменного материала и битума, а также дальности их транспортировки;
- способа удаления старого покрытия и дальности его транспортировки;
- методов дробления снятого асфальтобетонного покрытия;
- технологии регенерации;
- влажности регенерируемого асфальтобетона и каменных материалов.

Зарубежный опыт показывает, что экономия материалов может составлять до 50 %. Необходимость использования старого асфальтобетона вызвана в основном высокой стоимостью и нехваткой битума, минеральных материалов и энергии.

Кроме перечисленных достоинств регенерация асфальтобетона на заводе позволяет:

- повысить конструктивную прочность дорожного покрытия без увеличения его толщины;
- исключить необходимость переустановки бордюрного камня, люков колодцев и др. (в городских условиях);
- сохранить прежнюю высоту габарита проезда для транспортных средств под мостами, эстакадами, путепроводами.

Технология использования старого асфальтобетона для приготовления на заводах новых асфальтобетонных смесей включает в себя следующие операции:

- дробление асфальтобетона (снятого не фрезой);
- разогрев и перемешивание старого асфальтобетона в специальных установках с добавлением (без добавления) новых минеральных материалов, битума и пластификатора.

Для снятия изношенного слоя покрытия используются дорожные фрезы, рыхлители, экскаваторы и другие машины. Дробленный асфальтобетон обладает большой склонностью к сводообразованию в бункерах при длительном хранении, поэтому его лучше хранить в отвалах под крышей и загружать в бункеры только перед использованием. При слишком длительном хранении измельченного материала в штабеле наблюдается сегрегация, а также слипание частиц асфальтобетона.

Применение дробленого старого асфальтобетона значительно повышает производительность регенерационных установок и позволяет точнее выдержать требуемую рецептуру смеси. Однако практика показала, что при нагреве материала происходит его смятие и прилипание к рабочим органам дробилки.

При дроблении асфальтобетона образуется большое количество мелких фракций. Во избежание этого в Голландии, например, используют термическое дробление в паровом реакторе, где материал одновременно нагревается до 80 °С, правда, при этом он значительно увлажняется.

Для регенерации асфальтобетона могут использоваться как обычные асфальто-смесительные установки, дополненные оборудованием для хранения, транспортирования и дозирования старого асфальтобетона, так и специальные.

Экологическое состояние окружающей среды все в большей мере становится одним из факторов, от которых напрямую зависит качество жизни людей в XXI веке, само будущее человечества. Это требует от государственной власти, ученых, специалистов, промышленников и предпринимателей самого тщательного

учета экологических последствий применяемых технологий и осуществляемых производственных проектов, предельно бережного отношения к природной среде, минеральным и биологическим ресурсам земли

При этом значительная часть автомобильного парка в республике не соответствует последним международным экологическим стандартам. Повышение экологичности транспортных средств – один из путей решения проблемы. Однако при резко увеличивающемся парке автомобилей дороги также призваны защищать окружающую среду от загрязнения. Использование экологически безопасных материалов, перспективных технологий при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог позволит не только повысить их качество, но и значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду, создать более благоприятные условия для проживания населения вблизи крупных магистралей.

Мы заинтересовались данной проблемой и считаем, что можно помочь природе, если при строительстве использовать вторичное сырье. Этим мы добьемся меньшего расходования природных ресурсов, не будет свалок со строительным материалом. В своей работе мы предлагаем проект по использованию и переработке дорожного покрытия, рециклинга асфальта, использовании старых шин для новой дороги.

Вместе с тем, вышеуказанные техногенные отходы уже давно находятся в зоне внимания ученых-дорожников, которые предложили ряд технологий по их переработке в дорожно-строительные материалы. Известны разработки по получению активированных минеральных порошков из отработанных формовочных смесей литейного производства, гидролизного лигнина, отсевов дробления и осадков городских сточных вод. Некоторые из них прошли промышленную апробацию и по результатам многолетних наблюдений доказали свою практическую приемлемость.

Основными являются следующие цели:

- обеспечить дорожные проектные организации методикой проведения оценки воздействия на окружающую среду при проектировании строительства и реконструкции автодорог с учетом последних требований природоохранного законодательства,
- разработать систему эффективного стимулирования производства и использования автомобилей улучшенных экологических характеристик, наладить постепенный вывод из эксплуатации

транспортных средств, не удовлетворяющих международным экологическим требованиям;

– предложить программу использования различных видов отходов в дорожном строительстве и добиться внедрения малоотходных ресурсосберегающих технологий.

Таким образом, девизом дорожников постепенно становится создание современных автомагистралей, которые обеспечивают не только безопасность движения, но и высокие экологические параметры. Остается добавить сюда экологически чистый транспорт – и мы получим то, что можно назвать гармонией между дорогой и природой, то, что позволит сохранить природу для наших потомков.

Для достижения этих целей решаются следующие задачи:

- выявление возможности дополнительной антропогенной нагрузки на окружающую среду в зоне влияния дороги;
- определение допустимых масштабов вовлечения в переработку природных ресурсов и источников энергии на данной территории;
- рассмотрение альтернативных путей улучшения экологической обстановки, в том числе за счет уменьшения техногенной нагрузки от других существующих источников воздействия;
- формирование проектных предложений по осуществлению намечаемого дорожно-мостового строительства.

При разработке концепции намечаемой дорожно-строительной деятельности основное внимание уделяется оценке эффективности решений с учетом возможных изменений технико-экономических показателей, ужесточения природоохранных нормативов, изменения цен на ресурсы и расходов на компенсационные мероприятия населению.

В регенерационных установках оборудование для хранения и транспортирования минеральных материалов, битума и асфальтобетонной смеси, а также дозировочное оборудование аналогично применяемому на традиционных асфальтобетонных установках.

Ежегодный рост количества автотранспортных средств на дорогах страны приводит к снижению эксплуатационного ресурса асфальтобетонного покрытия. В результате, дорожные одежды деформируются и приходят в частичную или полную негодность. Фрагменты асфальтобетонного покрытия, демонтированного в процессе ремонтных работ, подвергаются переработке.

Переработка асфальта заключается в измельчении отдельных фрагментов дорожного покрытия до необходимой консистенции.

Затем, посредством внедрения связующей основы и специальных добавок, переработанному асфальтобетону придаются первоначальные физико-химические характеристики.

Рециклинг асфальта – это сложный процесс, для проведения которого требуются специальные установки. Это оборудование условно подразделяется на комплексы горячего и холодного рециклинга и мобильные установки, которые могут быть использованы непосредственно на участке проведения дорожных работ.

Применение установок горячего рециклинга обеспечивает достаточный объем вторичного, экологически чистого материала, пригодного для использования в процессе ремонта или полной замены дорожного покрытия.

Холодный рециклинг (вторичная переработка) асфальта, в последнее время, становится неотъемлемым этапом ремонта и строительства дорог общественного пользования, автомагистралей, площадей, тротуаров и т.д.

Рециклинг (от англ. recycling) означает – переработка отходов с возвратом во вторичный оборот, или их утилизация. В нашем случае рассматривается вторичная переработка асфальтобетона, возникшего в момент холодной фрезеровки. После переработки и улучшения качества, регенерированный асфальт прекрасно укладывается в дорожное полотно. Почему то считается, что в результате рециклинга старого асфальта получается материал худшего качества и отношение к регенерированному асфальтовому покрытию (РАП) как отходам. Уверяем Вас что это не так, более того заниматься рециклингом асфальтобетона даже выгодно.

В производстве асфальтобетона используются два основных ингредиента щебень и битум, в процентном отношении это выглядит так: инертного материала – 94 % и битума – 6 %. В качестве примера рассмотрим вариант: штабель РАП в 30000 тонн состоит из 28000 тонн щебня (94 %) и 1400 тонн битума (6 %). Стоимость щебня за одну тонну составляет 2100 тенге, стоимость битума за тонну составляет 8550 тенге.

В мире идет непрерывное накопление изношенных шин. Они представляют собой самую крупнотоннажную продукцию полимеросодержащих отходов, практически не подверженных природному разложению. Поэтому переработка и вторичное использование вышедших из эксплуатации покрышек имеют важное экономическое и экологическое значение. Покрышки представляют собой ценное полимерное сырье: в одной тонне покрышек содержится

700 кг резины, которая может быть повторно использована для производства резинотехнических изделий и материалов строительного назначения. В то же время, если сжечь 1 тонну изношенных покрышек, то в атмосферу выделяется 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов.

Переработка изношенных покрышек производится на линии по измельчению шин в целях получения резиновой крошки и для ее дальнейшей переработки на машине регенераций с последующим получением регенерата.

Регенерат представляет собой пластичный материал, способный подвергаться технологической обработке, вулканизоваться при введении в него вулканизирующих агентов и активаторов. Он применяется для полной или частичной замены одноименных каучуков, а также для производства дорожного полотна.

Полотно должно быть шумопоглощающим, износостойким, на основе материала отработанных шин. При его разработке пытались решить два вопроса – переработку отходов и строительство дорог. Проработкой проекта экспериментальной укладки дорожного полотна начали заниматься еще в прошлом году. Одну часть дороги замостят обычным составом дорожной смеси, другую – с использованием материала отработанных шин.

После строительства дороги будет произведен мониторинг обоих покрытий в различных климатических условиях, в том числе и зимних, а также исследования уровня шума, износа полотна, изменения химического состава. Если новый материал покажет хорошие результаты, будет решаться вопрос его дальнейшего использования в городе.

За рубежом хорошо прослеживается устойчивая тенденция к расширению использования регенерации старого асфальтобетона в заводских условиях.

Использование старого асфальтобетона для приготовления асфальтобетонных смесей снижает расход минеральных материалов и битума, уменьшает потребление энергии, в результате чего уменьшаются общие расходы при строительстве и ремонте дорог на 20–30 %.

Для регенерации асфальтобетона большое распространение за рубежом получили специальные асфальтосмесительные установки, в которых нагрев и перемешивание компонентов смеси производятся в сушильных барабанах с поточным движением материалов и газов и в сушильно-смесительных барабанах с принудительным перемешиванием смеси.

Для переработки в регенерационных установках используют дробленый асфальтобетон с наибольшим размером кусков 20–40 мм. В качестве добавок к нему применяют песок и щебень в количестве 20–50 %, битум 2–3,5 % и пластификатор (жидкий битум, ароматические масла) 0,3–1 %.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Колесников, С. И.** Экология: экзаменационные ответы. – Р н/Д. : Феникс, 2003. – 384 с.
- 2 **Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.** Экология. – Р н/Д. : Феникс, 2003. – 326 с.
- 3 **Косенко, И. Н.** Обоснование реабилитации асфальтобетона с повторным использованием битумосодержащих материалов старых покрытий при их реконструкции: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.11) / Косенко Ирина Николаевна, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева Министерства образования и науки Республики Казахстан. – Алматы, 2002. – 26 с.
- 4 **Котлярский, Э. В.** Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации / Э. В. Котлярский, О. А. Воейко. – М. : Техполиграфцентр, 2007. – 136 с.
- 5 **Котлярский, Э. В.** Научно-методические основы оценки структурно-механических свойств композиционных материалов на основе органических вяжущих / Строительные материалы. – № 10. – 2011. – С. 36–41.
- 6 **Чистик, О. В.** Экология. – Минск : Новое знание, 2000. – 248 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТОННОГО ЛОМА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАБОТ

КРАВЧЕНКО А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

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

Одним из основных критериев уровня развития страны является состояние ее улично-дорожной сети. В настоящее время покрытия отечественных автомобильных дорог по совокупной эффективности

эксплуатационных характеристик заметно отстают от мирового уровня. К тому же на многих дорогах интенсивность движения возросла почти в три раза в сравнении с нормативной нагрузкой, заложенной при их проектировании.

Наиболее перспективным решением данной проблемы, в соответствии с транспортной стратегией нашей страны, является строительство дорожных покрытий жесткого типа с использованием цементобетонных композитов, которое предполагает значительное увеличение объемов работ. Для этого дорожно-строительная отрасль должна обладать необходимой сырьевой базой для производства цементобетонов при устройстве таких покрытий.

Цементобетон – один из наиболее распространенных строительных материалов, который используют для производства железобетонных изделий, а также для жилищного и дорожного строительства. Дороги на основе цементобетонных материалов по многим показателям превосходят асфальтированные, что и стало причиной повышенного внимания к этому материалу со стороны инженеров и проектировщиков транспортных путей. Причем качества эти – весьма существенные, от которых зависит не только красота и комфортность дорожного полотна, но и его надёжность, безопасность и долговечность.

Используя современные технологии измельчения с применением суперпластификаторов и других модификаторов для получения бетонных композитов, можно рекомендовать эффективные способы производства строительных материалов и изделий на основе техногенного сырья в виде отходов бетонного лома и горных пород.

Автомобильной дорогой называется комплекс инженерных сооружений, которые предназначены для экономичной перевозки автомобильным транспортом пассажиров и грузов. Данный комплекс инженерных сооружений включает в себя проезжую часть, обочины, земляное полотно и другие конструктивные элементы [1, с. 12].

Современные автомобильные дороги должны обеспечивать возможность движения автомобилей с высокими скоростями. Их проектирование и строительство осуществляется таким образом, чтобы автотранспорт мог полностью реализовать свои динамические качества при нормальном режиме функционирования двигателя, чтобы при прохождении поворотов, на подъемах и спусках автомобилю не грозили занос или опрокидывание. В течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять динамическим нагрузкам, передающимся на нее при движении автомобилей, а также ровной и нескользкой [2, с. 15].

Так, к настоящему времени дорожная сеть страны сократилась почти на четверть и составляет около 96 тысяч километров, из которых 5380 км приходится на международные автодороги. Значительная часть дорог (включая международные и национальные) нуждается в реконструкции и ремонте [3, с. 4].

Как показывает анализ сложившейся в стране ситуации, наиболее существенными проблемами транспортно-дорожного комплекса Казахстана на сегодня являются: отставание в развитии дорожной сети, диспропорции между территориальным и топливно-сырьевым потенциалами страны и недостаточным уровнем обеспеченности автодорогами, несоответствие имеющейся сети дорог, входящей в состав международных транспортных коридоров, росту международных автоперевозок. А так же сложность и высокая трудоемкость разработки прочных и мерзлых грунтов при подготовке дорожного земляного полотна, низкое качество реконструированных и новых дорог при высокой стоимости их ремонта и строительства соответственно.

Еще одной немаловажной причиной сокращения срока службы дорожного покрытия по сравнению с советским периодом является повышение грузоподъемности автотранспорта (до 12–13 тс), тогда как существующие дорожные одежды, по данным, рассчитаны на транспортные средства, осевые нагрузки которых составляют не более 6 тонн. По этой причине срок службы дорог после среднего ремонта не превышает 3 года. Уже через 2–3 года (а местами – через год) на поверхности вновь уложенного слоя асфальтобетонного покрытия вновь проявляются те дефекты, которые существовали на ранее уложенных слоях асфальтобетона. В целом, транспортные нагрузки на автодорогах за последние десятилетия повысились в 2–3 раза. При современных динамических нагрузках, воспринимаемых дорожной конструкцией, в напряженном состоянии находятся все ее слои. В большинстве стран СНГ, включая Казахстан, технические показатели дорожных конструкций не соответствуют современному фактическому составу и интенсивности движения транспортных потоков [4, с. 9; 5, с. 25–41].

В настоящее время проблемами развития технологий и механизации дорожного строительства занимается целый ряд казахстанских и иностранных ученых. Так, например ученый Асматулаев Б. А. обосновал технологическое решение для получения качественных дорожно-строительных материалов на основе асфальтового лома и некондиционных каменно-песчаных смесей, заключающееся в их

обработке медленноотвердевающими неорганическими вяжущими, изготовленными из вторичных продуктов и промышленных отходов – например, из бокситового шлама, золошлаковых смесей ТЭЦ, цементной пыли, фосфогипса и т.д. Автором обоснованы параметры машин для вскрытия дорожных покрытий и оснований с получение кускового асфальтового лома, технологические режимы и параметры дробилки для измельчения данного материала, разработан принципиально новый рабочий орган для получения готового полуфабриката дорожной смеси [6, с. 25].

Проблема утилизации отслуживших свой срок бетонных и железобетонных конструкций стоит остро во всем цивилизованном мире. Ежегодный объем железобетонного лома в странах Европейского Союза, США и Японии в 2000 году составлял более 360 млн. тонн. С каждым годом объем сносимых старых конструкций растет и как следствие проблема утилизации железобетонного лома становится из года в год все более и более актуальной. Во многих странах, ведутся исследования в области переработки бетонных и железобетонных отходов, изучения технико-экономических, социальных и экологических аспектов использования получаемых из них вторичных продуктов. Тогда считалось, что утилизация имеющихся отходов позволила бы вовлечь в хозяйственный оборот около 4 млн. тонн бетонного лома и около 1,2 млн. тонн металла. Однако реальных мер для решения проблемы переработки принято так и не было.

В настоящее время при основе панельных домов, демонтаже мостов и путепроводов, реконструкции автомобильных дорог с бетонным основанием образуется значительного количества строительных отходов в виде железобетонных элементов, большая часть которых вывозится на полигоны и свалки, в том числе, несанкционированные, что отрицательно влияет на экологическую ситуацию.

Вторичный щебень из бетона сносимых построек оказывается значительно дешевле природного, так как энергозатраты на его производство почти в 8 раз меньше, а себестоимость бетона с таким щебнем снижается на 25 %.

Решить экологические и экономические проблемы, возникающие с образованием огромного количества отходов, возможно только путем организации масштабной отрасли переработки с одной стороны и внедрением технических условий по применению продуктов переработки железобетонных изделий с другой стороны.

До недавнего времени единственным путем утилизации строительных отходов был вариант, старый железобетон утилизировали двумя путями, захоронение на специально отведенных полигонах и свалках или полная переработка с помощью специальной дробильной техники.

Кроме того, такой способ утилизации создает большие экологические проблемы. За рубежом проблема утилизации отходов решается системно на государственном уровне в некоторых странах свалки строительных отходов запрещены вовсе, а в США и Канаде их размер значительно ограничен тем, что стоимость выброса отходов на свалку существенно превосходит стоимость их переработки. Стоимость приема строительных отходов на полигоны колеблется от 3,5 до 7 долларов США за 1 кубический метр, без учета расходов на транспортировку. При этом цены на переработку строительного лома сейчас в среднем в два раза меньше, чем на захоронение.

В настоящее время у нас бетонный лом перерабатывается крайне редко. Переработка железобетонного лома, создание отлаженной системы рециклинга становится перспективным высокорентабельным производством, решающим важнейшие экологические и экономические задачи.

Таким образом, использование отходов бетонного лома и горных пород в качестве заполнителя для получения цементобетонных покрытий, предназначенных для строительства автомобильных дорог, позволит обеспечить высокую плотность и качество цементного камня и снизить себестоимость дорожных покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Бабков, В. Ф., Андреев, О. В.** Проектирование автомобильных дорог. Ч. I: Учебник для вузов по специальностям «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели». – М.: Транспорт, 2009. – 367 с.

2 **Байгасов, Т. Н., Бекенов, Т. Н.** К повышению эксплуатационных качеств магистральных дорог транспортно-логистической инфраструктуры // Формирование транспортно-логистической инфраструктуры. Приграничное сотрудничество России и Казахстана: материалы 2-ой Международной научнопрактической конференции. – Омск: СибАДИ, 2007. – С. 31–33.

3 Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 декабря 2000 года № 000 «Об утверждении правил и условий классификации автомобильных дорог и перечня автомобильных дорог общего пользования республиканского значения Республики

Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 05.02.2009 г.) // online.zakon.kz. 04.08.2018.

4 **Асмагулаев, Б. А., Асмагулаев, Р. Б., Шестаков, В. Н.** Теория и практика инновационных технологий в дорожном строительстве Казахстана // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожнотранспортного комплексов России: материалы международной 66-й научнопрактической конференции. – Омск: СибАДИ, 2012. – С. 33–42.

5 **Киялбаев, А. К., Киялбай, С. Н., Сулейманова, А. Б.** О прочностных свойствах дорожных одежд на автомобильных дорогах Казахстана местного значения // Вестник КГУСТА. – 2016. – № 2(52). – С. 26–31.

6 **Асмагулаев, Б. А.** Обоснование параметров машин и технологических режимов строительства дорожных одежд с повторным использованием материалов реконструируемых дорог Казахстана: автореферат дис. доктора технических наук: 05.05.04. – Алматы, 1998. – 38 с.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МАЛОПОДВИЖНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ ШЛАМА ПЕРЕРАБОТКИ БЕТОННЫХ ОТХОДОВ

КУЛАГИН П. Н., ЖАКАНОВА Д. А.
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
ГАКШТЕТЕР Г. В.
начальник производственной лаборатории,
ТОО «R.W.S. Concrete» (Р.В.С. Конкрет), г. Экибастуз
КОРНИЕНКО П. В.
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, Павлодар

Получение высококачественных бетонных изделий по заводской технологии подразумевает использование не только высококачественных материалов и компонентов, но и отходов различного происхождения [1, с. 14; 2, С. 161].

Авторы статьи продолжают начатые исследования [3, с. 135–137] по рациональному применению отходов переработки бетонных смесей в процессе их изготовления для завода ЖБИ. В работе [3, с. 135] нами было установлено отрицательное влияние на реологические свойства цементных систем при введении шламовой суспензии плотностью

1,03–1,1 г/см³. Были отмечены факты повышения водопотребности цементных композиций даже при добавлении «свежей» суспензии возрастом не более 4 часов при дозировках в диапазоне 5–15 %. Прочность бетонных образцов изготовленных в лабораторных условиях снижалась пропорционально увеличению дозировки шлама, что согласуется с результатами исследований [4, с. 97; 5, с. 9].

Авторы провели дополнительные исследования цементного шлама после промывки бетонных смесей на водопотребность и прочность на сжатие в возрасте 14–16 часов с начала формирования.

Отбирали цементный шлам с содержанием сухого остатка 10 %, что соответствовало его плотности 1,08–1,11 г/см³ и рН 12,5. Имеющиеся в дисперсионной водной среде дисперсная фаза была представлена частицами цемента, что позволяет отнести такие шламовые системы к золям [6, с. 482; 7, с. 117]. Применение шлама в чистом виде не позволяет рекомендовать его к работе [3 с. 137; 8, с. 122]. Твердая фаза шламовой суспензии начинает агрегировать уже через 5–6 часов после отделения крупных частиц бетонных смесей размерами 0,1–20 мм. Условия производства, где получают шлам, не позволяют приступать к изготовлению бетонных смесей в это время. Поэтому нами была предпринята попытка дезагрегировать и активировать шлам возрастом 16 часов с помощью роторного смесителя при частоте 50 гЦ (3000 об/мин) в присутствии пластификатора на нафталинформальдегидной основе. Применяемый пластификатор вводили в шламовую среду в количестве необходимом для изготовления бетонных смесей заданного состава. Обработку производили в течение 10–40 минут. Полученный шлам вводили в качестве агента затворения в бетонные смеси вместо воды затворения и добивались осадки конуса Абрамса 6 см. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 2 позволяет судить о положительном влиянии обработки шлама на подвижность бетонных смесей, однако в производственных условиях организовать подобную активацию не представляется возможным, поскольку наблюдается значительное падение прочности бетонов, изготовленных с заменой воды на шлам. Из полученных бетонных смесей формовали образцы-кубы с размерами 150x150x150 мм и подвергали тепловой обработке при температуре 45–48 °С. Распалубленные образцы испытывали на прочность при сжатии. В таблице 2 представлены результаты испытаний.

Таблица 1 – Зависимость времени активации шлама на подвижность бетонных смесей

№ п/п	Вид и количество шлама, %	Подвижность бетонной смеси, см	Δ воды для получения осадки конуса 6 см, % от контроля
1	Контрольный (вода затворения)	6	
2	Необработанный шлам ρ=1,08 г/см ³ в возрасте 16 часов	0	+66
3	Обработанный в течение 10 минут шлам ρ=1,08 г/см ³ в возрасте 16 часов	0	+44
4	Обработанный в течение 20 минут шлам ρ=1,08 г/см ³ в возрасте 16 часов	0	+32
5	Обработанный в течение 20 минут шлам ρ=1,08 г/см ³ в возрасте 16 часов	1	+12
6	Обработанный в течение 20 минут шлам ρ=1,08 г/см ³ в возрасте 16 часов	2	+9

Таблица 2 – Влияние замены воды затворения 100% шламом на прочностные свойства бетона

Состав и прочность бетона	Номер состава по таблице 1					
	1	2	3	4	5	6
Цемент ЦЕМ I 42,5Б, кг	450	450	450	450	450	450
Песок Мк 2,8, кг	690	690	690	690	690	690
Щебень смеси фр. 5-20 мм, кг	1140	1140	1140	1140	1140	1140
Вода+пластификатор, кг	170+7,5		-	-	-	-
Необработанный шлам, кг	-	282	-	-	-	-
Обработанный в течение 10 мин шлам, кг	-	-	245	-	-	-
Обработанный в течение 20 мин шлам, кг	-	-	-	224	-	-
Обработанный в течение 30 мин шлам, кг	-	-	-	-	190	-
Обработанный в течение 40 мин шлам, кг	-	-	-	-	-	185
Прочность на сжатие (14 часов после тепловой обработки при 48 °С), МПа	43	4	11	17	23	29

Пересчет сухих компонентов для получения 1000 л для составов 2-6 не производился.

На рисунке 1 представлены результаты испытаний прочности кубов в возрасте 14 часов.

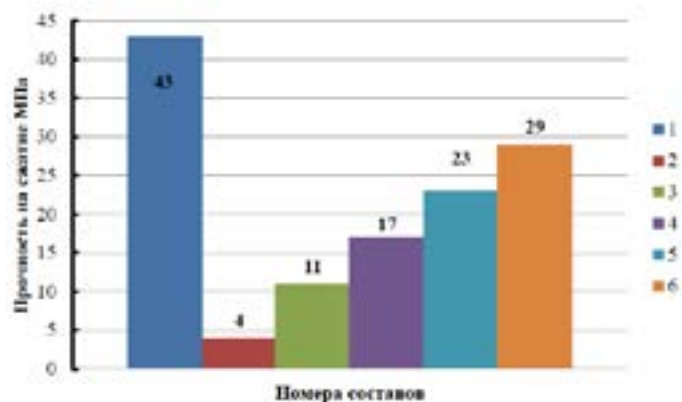


Рисунок 1 – Влияние времени обработки шлама на прочность бетонов

Выводы:

– активация шламов с помощью апробированного метода положительных результатов не дает. Следует увеличивать время обработки, угловую скорость перемещения шлама и возможно дополнительно обрабатывать шламовую суспензию ультразвуком [8, с. 123];

– использование необработанного шлама возможно только в возрасте его до 4 ч и содержания сухого остатка не более 5 %, что соответствует его плотности 1,03 г/см³;

– рекомендации поставщиков оборудования по возврату отходов от промывки бетонных смесей в части 100 % возврата шлама без дополнительной его обработки и сепарации являются научной и технологической фальсификацией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д. : Феникс, 2007. – 368 с. – (Строительство).

2 Ицкович, С. М. Технология заполнителей бетона: Учеб. для строит. вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций» / С. М. Ицкович, Л. Д. Чумаков, Ю. М. Баженов. – М. : Высш. шк., 1991. – 272 с.: ил.

3 Корниенко, П. В., Горшкова, Л. В., Гакштетер, Г. В. К вопросу применения отходов переработки бетонных смесей в рециклинговых установках // Сб. трудов Международной науч.-практ. конф. «Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве. – Экибастуз : Изд-во филиала КузГТУ в г. Прокопьевске, 2016. –С. 135–137.

4 Heesup Choi, Hyeonggil Choi, Myungkwan Lim, Masumi Inoue, Ryoma Kitagak, and Takafumi Noguchi. Evaluation on the mechanical performance of low-quality recycled aggregate through interface enhancement between cement matrix and coarse aggregate by surface modification technology. International Journal of Concrete Structures and Materials Vol.10, No.1, pp.87–97, March 2016, DOI 10.1007/s40069-015-0124-5

5 Colin Lobo, Gary M, Mullings Recycled water in ready-mixed concrete operations. – Concrete in focus, spring, 2003. – P. 1–10.

6 Брыков, А. С. Образование концентрированных полисиликатных растворов из стабилизированных кремнезольей // Коллоидный журнал, 2004. – Т. 66. – вып. 4. – С. 481–486.

7 Шабанова, Н. А., Саркисов, П. Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. – М. : Академкнига, 2004. – 208 с.

8 Красникова, Н. М., Морозов, Н. М., Казанцева, А. С. О возможности использования шлама переработки бетонных отходов. // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 3. – С. 121–126.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВВЕДЕНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНУЮ МАТРИЦУ

КУЛАГИН П. Н., ШЫНБОЛАТ М. С.
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
КОРНИЕНКО П. В.
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, Павлодар

При производстве современных искусственных конгломератов такими являются искусственный мрамор, изделия из мытого бетона,

которые находят все более широкое применение целесообразным является пути снижения стоимости этих материалов, а так же повышение физико-механических характеристик.

Одним из путей снижения стоимости и повышения физико-механических характеристик цементных бетонов является использование ультра- и нанодисперсных минеральных добавок. Одним из наиболее распространенных минеральных модификаторов является ультрадисперсный отход ферросплавного производства – микрокремнезем [1, с. 444; 2, с. 129; 3, с. 23]. Микрокремнезем представляет собой микроскопические шарообразные частички аморфного кремнезема со средней удельной поверхностью около 20 м²/г. Эта высокоактивная минеральная добавка состоит из оксидов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, углерода и серы.

Свойства микрокремнезема позволяют получать бетоны с более плотной структурой, частицы аморфной разновидности микрокремнезема являются центрами кристаллизации, которые встраиваются между частицами вяжущего, уплотняя его структуру [4]. Выделяющийся в процессе твердения портландцемента гидроксид Ca(OH)₂ вступает во взаимодействие с диоксидом кремния, содержащимся в микрокремнеземе и образует прочные низкоосновные гидросиликаты кальция CSH [5, с. 39].

Микрокремнезем позволяет не только модифицировать цементно-песчаную матрицу в бетонной смеси, но и повышает адгезию ее к крупному заполнителю. Высокие показатели адгезии крайне важны для одного из видов декоративного бетона – бетона с обнаженным заполнителем. Такой бетон позволяет разнообразить архитектурные решения домов усадебного типа, поскольку из него можно изготавливать элементы декора и благоустройства – вазоны для цветов, тротуарную плитку, плиты облицовок парадных и цоколей. В современном строительном производстве технология получения декоративного бетона с оголенным заполнителем получила название «мытый бетон». Оголенный на 1–8 мм крупный заполнитель создает уникальную фактуру в изделиях. Одной из задач проектирования состава такого бетона является получение высоких показателей прочности (на сжатие и адгезии) и долговечности (морозостойкости) цементно-песчаного раствора. С целью оценки влияния введения микрокремнезема на показатели качества растворной составляющей «мытого» бетона был проведен ряд экспериментов.

Для работы применяли цемент марки ПЦ500 Д0, песок средний П класса с Мк 2,1, микрокремнезем полученный при производстве

ферросилиция заводами в Павлодарской области, Карагандинской области и микрокремнезем турецкого производства. В качестве пластифицирующей добавки был выбран суперпластификатор на основе нафталин сульфокислот. Цемент и песок соответствовали действующей нормативной документации. Применяемый микрокремнезем обладает следующими показателями качества (см. таблицу 1).

Микрокремнезем вводят в бетонную смесь либо в сухом виде, либо в виде суспензии в водной среде. При этом мнения исследователей на этот счет разнятся. Суспензию готовят следующим образом, отмеряют нужное количество воды затворения, микрокремнезема и пластификатора. Смешивают пластификатор с водой и затем вводят туда микрокремнезем, постоянно перемешивая в течение не менее 10 минут. Затем полученной суспензией затворяют цемент.

Таблица 1 – Показатели качества микрокремнеземов

Наименование показателя	Происхождение микрокремнезема		
	Павлодар	Караганда	Турция
Микрокремнезем в пересчете на сухое вещество, %	99,11	98,00	97,8
Влажность, %	0,89	0,3	0,07
Потери при прокаливании, %	1,6	1,1	1,9
Диоксид кремния, %	98,9	97,7	97,0
Оксид кальция, %	0,26	0,21	0,22
Насыпная плотность, кг/м ³	250	232	239

Авторами были проведены испытания водопотребности модифицированного цементного теста в зависимости от количества вводимого микрокремнезема. В качестве контроля был выбран коэффициент нормальной густоты пластифицированного цементного теста равный 0,18 при дозировке пластификатора 1 % от массы цемента. Микрокремнезем вводили в количестве 3, 5, 7, 9 % от массы цемента. Результаты испытаний представлены в таблице 2

Таблица 2 – Водопотребность пластифицированного цементного теста при введении микрокремнезема в различном виде

Микрокремнезем	1	2	3	4
	Количество вводимого микрокремнезема, %			
	3	5	7	9
Павлодар	0,19/0,18	0,22/0,18	0,28/0,23	0,31/0,24

Караганда	0,19/0,17	0,22/0,17	0,28/0,22	0,32/0,24
Турция	0,21/0,18	0,23/0,18	0,30/0,23	0,33/0,27

Перед чертой указана водопотребность цементного теста при введении микрокремнезема в сухом виде, после черты – в виде суспензии. Результаты испытаний графически представлены на рисунке 1.

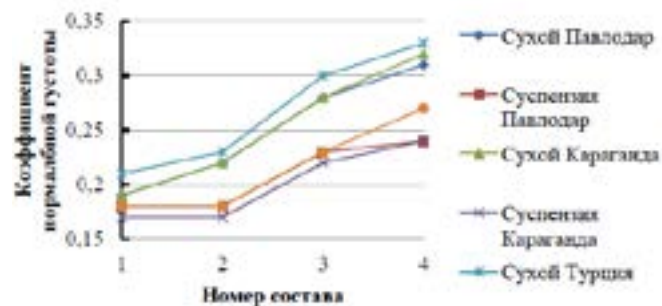


Рисунок 1 – Влияние способа введения микрокремнезема и его количества на водопотребность цементного теста

Как видно из рисунка 1 образцы, модифицированные суспензией имели меньшую водопотребность, что по всей видимости связано с реологической совместимостью композиции «цемент-микрокремнезем-добавка» [6, с. 103; 7, с. 54], а также с тем, что затворение цементного теста производилось вручную. Результаты исследований согласуются с положениями [8, с. 26] по проявлению максимального эффекта при введении микрокремнезема в виде небольшого количества золя.

Модификацию цементно-песчаного раствора производили только затворением сухой смеси суспензией микрокремнезема из расчета 10 % от общей массы воды затворения. В 10 % воды затворения растворяли добавку и вмешивали микрокремнезем, затем полученную суспензию вводили в перемешанную с 90 % количеством воды затворения бетонную смесь. Из полученной бетонной смеси изготавливали образцы-кубы с размерами 100x100x100 мм и образцы-балки 100 x100x400 мм. Образцы-балки изготавливались с целью оценки влияния микрокремнезема на адгезию к заполнителю.

Образцы испытывали через 1 сутки после твердения в нормальных условиях. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Прочность составов бетонных смесей

Компонент, кг/ показатель качества	Состав бетона			
	1 (контроль)	Павлодар	Караганда	Турция
Цемент ЦЕМ I 42,5Б	350	350	350	350
Песок средний II класса	812	790	820	845
Щебень см. фракций 5-20 мм	1151	1123	1160	1150
Вода (вода+суспензия)	150	150 (135+15)	150 (135+15)	150 (67+73)
Добавка (нафталинсульфонат)	3,5	3,5	2,8	2,7
Подвижность бетонной смеси (ОК), см	16	18	15	15
Плотность бетонной смеси, кг/м ³	2473	2481	2479	2481
Прочность на сжатие в возрасте 1 суток, МПа	23,1	24,1/25,0/27,1/31,3	23,9/24,9/26,3/30,7	23,3/24,0/25,7/29,1
Прочность на изгиб в возрасте 1 суток, МПа	2,2	2,3/2,8/3,9/3,8	2,4/2,9/3,9/3,6	2,4/2,7/3,7/3,7

Через знак дроби указаны соответственно дозировки микрокремнезема 3, 5, 7, 9 %.

Результаты таблицы 3 показывают значительное увеличение прочности на сжатие для всех дозировок микрокремнезема и некоторое охрупчение образцов при дозировке микрокремнезема свыше 7 %. На рисунке 2 показана прочность бетонов с 7 % микрокремнезема различного производства.

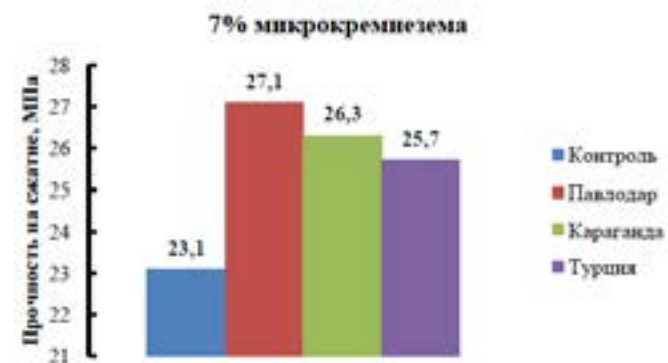


Рисунок 2 – Прочность на сжатие образцов-кубов (7% микрокремнезема)

На основании таблицы 3 и рисунка 2 авторами было принято решение вводить в бетонную смесь 7 % микрокремнезема в виде суспензии. В качестве параметра оптимизации составов определили прочность бетона на сжатие в 22 МПа. Подборы составов и пробные замесы производили по достижению критерия оптимизации. В связи

с тем, что микрокремнезем турецкого производства был выбран только для сравнения, в расчете экономической эффективности от введения микрокремнезема его не учитывали вследствие высокой цены доставки. Подобранные составы бетона рассчитывали по показателю себестоимости 1 м³ с учетом реальных цен на строительном рынке области. Результаты представлены в таблице 4. Состав 2 был рассчитан для сравнения увеличения себестоимости при одинаковом расходе цемента. Прочность через 1 сутки такого состава с 7 % микрокремнезема «Павлодар» составила 37,9 МПа на сжатие и 4,1 МПа на изгиб.

Таблица 4 – Сравнение себестоимости разработанных составов «мытого бетона»

Компонент	Количество, кг				Цена за 1 кг, тг	Цена компонента, тг			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Цемент	350	350	280	270	17	5950	5950	4760	4590
Песок	812	790	820	845	1	812	790	820	845
Щебень	1151	1123	1160	1150	1,8	2072	2021	2088	2070
Вода	150	150	140	140	0,1	15	15	14	14
Микрокремнезем	0	31,5	25,2	24,3	35	0	1103	882	850
Добавка	3,5	3,5	2,8	2,7	330	1155	1155	924	891
Итого						10004	11034	9488	9260
Эффект						0	+1030	-516	-744

Результаты расчетов сведены в график, представленный на рисунке 3.



Рисунок 3 – Себестоимость модифицированных бетонов

Полученные результаты позволяют с уверенностью говорить о том, что введение микрокремнезема в количестве от 3 до 7 %:

– существенно повышает прочностные показатели качества бетона, в том числе прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе;

– улучшают реологию бетонных смесей. Значительно снижается водоотделение;

– снижают себестоимость бетонной смеси за счет сокращения расхода дорогостоящих цемента и химической добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Батраков, В. Г.** Модифицированные бетоны. Теория и практика.- 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1998. – 768 с.

2 **Баженов, Ю. М., Демьянова, В. С., Калашников, В. И.** Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.

3 **Батраков, В. Г., Каприелов, С. С., Пирожников, В. В., Шейнфельд, А. В., Донской, С. А., Вихман, Я. Л.** Применение отходов ферросплавного производства с пониженным содержанием микрокремнезема // Бетон и железобетон. – 1989. – № 3. – С. 22–24.

4 **Калашников, В. И., Демьянова, В. С., Миненко, Е. Ю.** Методологические и технологические аспекты получения и применения высокодисперсных наполнителей бетонов // Строительные материалы. – 2004. – № 3. – С. 5–7.

5 **Корниенко, П. В., Гакштетер, Г. В.** Жаростойкий мелкозернистый бетон из металлургических шлаков сталеплавильного производства // Сборник докладов III Международный семинар-конкурс молодых ученых. – СПб. : «АлитИнформ», 2012. – С. 38–43.

6 **Несветаев, Г. В., Давидюк, А. Н., Хетагуров, Б. А.** Самоуплотняющиеся бетоны: некоторые факторы, определяющие текучесть смеси // Строительные материалы. – март, 2009. – С. 54–57.

7 **Калашников, В. И.** Основные принципы создания высокопрочных и особовысокопрочных бетонов // Популярное бетоноведение. – СПб. 2008. – № 3. – С. 102–107.

8 **Хозин, В. Г., Абдрахманова, Л. А., Низамов, Р. К.** Общая концентрационная закономерность эффектов наномодифицирования строительных материалов // Строительные материалы. – 2015. – № 2. – С. 25–33.

ЗОЛОШЛАКОВЫЕ ОТХОДЫ ТЭС В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

МАРАТОВА Ж. М., ИБРАГИМОВА Л. Р.

магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

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

Сбережение энергетических ресурсов страны и сокращение сроков жилищного строительства является важной задачей. Реализация этой проблемы требует существенного развития и качественного улучшения производства стеновых строительных материалов. Решение этого вопроса связано с созданием материалов для ограждающих конструкции зданий, обеспечивающих снижение энергетических затрат и материалоемкости при их производстве. А так же уменьшение нагрузки на основные несущие элементы зданий и повышение их теплозащитных свойств, т.е. достижение эффекта энергосбережения не только на стадии производства, но и на стадии эксплуатации. Решение поставленной задачи возможно путем расширения выпуска эффективных стеновых изделий с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Керамические изделия в настоящее время не утратили своего значения, но и продолжают оставаться наиболее привлекательным материалом, требующим дальнейшего совершенствования [1, с. 53].

В производстве строительной керамики, получения таких материалов возможно за счет создания пористой структуры черепка. Формирование такой структуры осуществляется путем введения в состав сырьевой смеси парообразователей, выгорающих добавок, пористых наполнителей и так далее. Большим резервом экономии материальных и энергетических ресурсов является использование местных сырьевых материалов, это глинистого сырья и различных промышленных отходов. Применение топливосодержащих отходов промышленности позволит решить задачи энергосбережения, получения материалов пониженной плотности и теплопроводности.

Отходы от сжигания угля являются перспективной сырьевой базой. Ежегодное количество образуемых отходов в развитых странах составляет до 15 тонн на человека в год, в странах с сырьевой экономикой до 50–100 тонн, в Казахстане – около 60 тонн. Основными техногенными отходами ТЭС и ГРЭС являются золошлаки. Выход золошлаковых отходов зависит от вида топлива и составляет для бурых углей 10–15 %, каменных углей 30–40 %.

Учеными разработан ряд технологических способов получения керамических стеновых материалов, где золошлаковые отходы ТЭС являются уже не добавочным материалом, а основным сырьевым компонентом. Так, при обычном оборудовании кирпичных заводов может быть изготовлен зольный кирпич из массы, включающей золу, шлак и натриевое жидкое стекло в количестве 3 % по объему. Последнее выполняет роль пластификатора, обеспечивая получение изделий с минимальной влажностью, что исключает необходимость сушки сырца.

Применение местных отходов позволяет максимально снизить сырьевые затраты. В качестве сырьевых материалов были использованы золошлаковые отходы городов Экибастуза и Павлодар Республики Казахстан.

Химический состав золошлаковых отходов зависит от минеральной составляющей топлива и колеблется в зависимости от месторождений угля. Анализ состава продуктов переработки показал достаточную стабильность содержания окислов Al_2O_3 и SiO_2 , что позволяет применять их в составе керамического сырья [2, с. 63–65].

Сухая зола Экибастузских углей практически не содержит вредных примесей, является однородной по химическому составу и дисперсности, имеет некоторое количество включения неостывшего угля, повышенного содержания углерода [3].

Потеря массы при прокаливании 6 %, влажность 0,1 %, остаток на сите № 008 – 28 %, удельная эффективная активность естественных радионуклидов 112 Бк/кг. По содержанию CaO зола относится к группе кислых ($CaO < 10\%$) [4, с. 5].

Целью работы было исследование возможности использования золошлаковых отходов в производстве строительных керамических изделий. Для этого были проведены эксперименты по подбору рациональных составов и определения оптимального содержания золы в шихте. Отходы могут служить отошающими и топливосодержащими добавками в производстве керамических изделий как на основе глинистых пород, а также основным сырьем для изготовления зольной керамики. Для изготовления полнотелого и пустотелого кирпича и керамических камней в первую очередь рекомендуется использовать легкоплавкие золы с температурой размягчения до 1200 °С. Золы и шлаки, содержащие до 10 % топлива, применяют как отошающие, а 10 % и более – как топливосодержащие добавки. В последнем случае можно существенно сократить или исключить введение в шихту технологического топлива [5, с. 292].

Расход технологического топлива при введении зол и шлаков снижается на 20–70 %, цикл сушки кирпича-сырца сокращается более чем на 20 %. При производстве зольной керамики, в зависимости от содержания в золе углерода, золы в шихте и условий обжига, расход топлива может быть сокращен от 1,5 до 4 раз [6, с. 99–101].

В качестве основного сырья изучены традиционные глины Павлодарской области, которые пригодны для производства керамического кирпича. Глины Калкаманского месторождения относятся к среднепластичному -17 (число пластичности от 15 до 25) сырью, по содержанию ($Al_2O_3 + TiO_2$) относятся к группе полукислых.

Химический и минеральные составы приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав глины

Наименование	Содержание оксидов, % по массе									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п
Калкаманское	60,23	18,73	6,37	1,02	1,28	1,10	0,83	0,2	0,8	9,73

Таблица 2 – Минеральный состав глины

Наименование месторождения	Объем А+В+С, тыс. м ³	Минеральный состав, %			
		каолинит	кремнезем	слода	другие примеси
Калкаманское	707	99,2	0,32	0,15	0,33

Одним из важнейших требований, предъявляемых к сырью для производства отделочного кирпича, является способность давать после обжига ровный цвет. Цвет глины после обжига зависит от количества и характера примесей и меняется от белого до черного и в значительной степени влияет наличие в ней соединений железа, оксида титана, марганца, органических примесей и карбонатных включений. Таким образом для получения керамического кирпича более темных оттенков можно добавить в состав шихты глины других месторождения области.

Подготовка сырьевых материалов заключалась в подсушивании их до воздушно-сухого состояния, и помола в барабанной шаровой мельнице. Лабораторные керамические образцы готовились по способу полусухого формования. Содержание золы в шихте изменяли от 20 до 100 %. Влажность шихты составляла 10 %. Образцы формовались на гидравлическом прессе при давлении 20 МПа и обжигались в муфельной печи при температуре 950 °С [7, с. 24–27].

Готовые образцы испытывались с целью определения физико-механических характеристик, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические характеристики образцов

Номер состава	Сырьевые компоненты, %		Физико-механические характеристики			
	глина	золошлаковые отходы	плотность, кг/м ³	водопоглощение, %	предел прочности при сжатии, МПа	прогнозируемая марочная прочность
1	100		1930	13	35	M300
2	80	20	1850	15	21	M200
3	60	40	1830	17	14	M150
4	40	60	1600	20	11	M100
5	20	80	1500	28	2	-

Результаты исследований показывают, что прочностные свойства образцов существенно различаются в зависимости от вида сырья при практически одном и том же его химическом составе. Существенное значение на свойства изделий стеновой керамики на основе золошлаковых отходов оказывает температура обжига. При увеличении температуры обжига предел прочности при сжатии увеличивается. Положительные результаты достигнуты при добавлении ЗПО не более 60 %, при этом получаются изделия с плотностью 1500–1850 кг/м³, водопоглощением не более 20 % и прочностью не менее 11 Мпа [8, с. 320 ; 9, с. 119–120].

Анализ научно-исследовательских работ ученых, а также проведенные экспериментальные исследования показали, что в производстве керамических материалов могут использоваться золошлаковые отходы ТЭС. Они могут использоваться в качестве основного сырья и как добавки. Исследования показывают, что техногенные отходы помогают улучшить качество производимого продукта, снизить его себестоимость, а также уменьшить экологическое загрязнение. Однако, техногенное сырье должно соответствовать определенным требованиям по химическому, минералогическому и гранулометрическому составам. Поэтому они требуют проведения предварительной подготовки, в качестве которой можно использовать механоактивацию. Данная технологическая операция позволяет гомогенизировать сырье, менять его физико-химические свойства, сделать более реакционноспособным при спекании. Чтобы добиться положительного эффекта от введения в керамическую смесь различных

отходов необходимо понимать его влияние на структуру и свойства материала, что требует тщательного их изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Столбоушкин, А. Ю.** Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья. – дисс. док. наук – Новосибирск, 2014. – 395 с.

2 **Кудрышова, Б. Ч., Исабай, Д. Т., Кешубаева, А. К.** Отходы топливно-энергетических предприятий, сырье для экологически безопасных керамических строительных материалов. Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: материалы X Международной конференции молодых учёных / под общ. ред. М. О. Коровкина – Пенза : ПГУАС, 2015. – с. 63–65.

3 ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия (с Изменением № 1)». Введен в действие с 12 октября 1992. – М. : Изд-во стандартов. 190 г. с. 5.

4 **Сайбулатов, С. Ж., Сулейменов, С. Т., Ралко, А. В.** Золокерамические стеновые материалы. – Алма-Ата : Наука, 2001. – 292 с.

5 **Сайбулатов, С. Ж., Кудрышова, Б. Ч., Станевич, В. Т.** Керамические строительные материалы из вскрышных пород угледобычи. Научно-техн. сборник «Новости науки Казахстана». – № 1. – Алматы, 1998. – С. 99–101.

6 **Котляр, В. Д., Терёхина, Ю. В., Котляр, А. В.** Методика испытаний камневидного сырья для производства стеновых изделий компрессионного формования (в порядке обсуждения) // Строительные материалы. – 2014. – № 4. – С. 24–27.

7 **Роговой, М. И.** Технология искусственных пористых заполнителей и керамики: Учебник / М. И. Роговой / Репринтовое воспроизведение изделия 1974. – М. : Эколит, 2011. – 320 с.

8 **Кудрышова, Б. Ч., Станевич, В. Т.** Образование и пути возможного использования промышленных отходов Павлодарской области // Актуальные проблемы науки: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 27 сентября 2011 г. : в 6 частях. Часть 1; М-во обр. и науки РФ. – Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. – С. 119–120.

9 **Березовский, П. В.** Экономическая оценка вторичных минеральных ресурсов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2006. – 163 с.

СТЕНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ КЕРАМОБЕТОНА
НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

МУСУЛМАНКУЛОВА А. М.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

к.т.н., ассоч. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Как известно, промышленность строительных материалов, изделий и конструкций является крупной составляющей экономики любой страны. Являясь основной материальной базой для строительства, она существенно влияет на темпы роста в других отраслях экономики и социальное состояние общества в целом.

По данным различных источников на территории республики в настоящее время располагается свыше 30 млрд. тонн техногенных отходов, что создает реальную угрозу здоровью населения и наносит значительный вред окружающей среде.

Переработка техногенных отходов приносит меньший вред окружающей среде. Из общего количества образующихся отходов производства и потребления утилизируется менее 5 %. Захоронение не отсортированных отходов ведет к безвозвратной потере полезной продукции, имеющей реальный спрос на рынке вторичного сырья [1].

Исходя из необходимости ресурсосбережения при применении современных технологий важнейшей задачей является комплексное использование минерального сырья и техногенных отходов с целью получения при освоении месторождений широкого спектра не только ликвидных продуктов высокого качества, но и сопутствующих нестандартных видов минерального сырья. Комплексная переработка минерального сырья - разделение полезного ископаемого на конечные продукты с извлечением всех содержащихся в исходном сырье ценных компонентов, производство которых технически возможно и экономически целесообразно [2, с. 263].

Большое количество отходов образуется на щебеночных заводах в виде известняковой пыли при получении щебня путем дробления плотных известняков, а также на кирпичных заводах – в виде керамического боя и брака. Основным конструкционным материалом для различных видов строительства в настоящее время и в обозримой перспективе остается бетон и железобетон. Поэтому расширение возможности использования отходов для изготовления различных бетонов является актуальной проблемой. Особенно это относится к

легким бетонам. Такие бетоны на пористых заполнителях применяют для снижения собственной массы несущих конструкций [3].

Существует различные способы переработки техногенных отходов, в том числе и кирпичный бой. Используя кирпичный бой можно производить легкий керамобетон. Кирпичный бой сохраняет все основные свойства первичного материала. Существуют следующие виды боя: керамический, отличается небольшим влагопоглощением, хорошими показателями по морозостойкости и высокой плотностью; силикатный, обладает низкой морозостойкостью и хорошо впитывает влагу; шамотный, характеризуется высокими огнеупорными свойствами и малой способностью впитывания влаги.

Бой строительного кирпича, по крупности полученных камешков, разделяется на следующие фракции: мелкая – менее 20 мм; средняя – 20–40 мм; крупная – от 40-ка до 100 мм.

Повышение спроса на кирпичный бой обусловлено следующими причинами:

- постоянным ростом уже и так достаточно высокой стоимости заполнителей (щебня, гравия, природного песка, керамзита и прочих);
- в процессе выполнения кладки всегда образуется бой кирпича;
- на многих участках, приобретённых для индивидуального строительства, имеются отслужившие свой век старые постройки, мешающие новому строительству и подлежащие непременно демонтажу. Проще применить полученное вторичное сырьё, чем понести дополнительные финансовые затраты по его вывозу с участка;

- постоянный рост в городской черте строений, подлежащих разборке.

Преимущества использования кирпичного боя:

- бросовая стоимость после разборки строений из кирпича своими руками и значительно более низкая, по сравнению с другими заполнителями, при покупке готового лома;
- достаточно высокие показатели по прочности, выше чем у ячеистого бетона и древесины;
- хорошая тепло-, звукоизоляция и морозостойкость;
- негорючесть и не поддерживание активного горения;
- возможность применения вне зависимости от погодных условий;
- бой кирпича обеспечивает хороший дренаж;
- экологичность, обусловленная изготовлением из натуральных природных составляющих, с обеспечением 100 % безопасности

для человеческого здоровья и отсутствие негативного влияния на окружающую среду;

- небольшой вес материала, не требующий использования специальных технических средств и обуславливающий простоту и скорость доставки к месту укладки.

В тоже время, есть и недостатки: использовать для кладки стен можно, но работа отличается высокой трудоёмкостью и длительностью по времени, каждый кирпичик придётся очищать от остатков старого раствора. Так же налицо значительное увеличение расхода нового строительного раствора и обязательное усиленное армирование кладки, во избежание возникновения трещин [4].

В Павлодарской области в городе Экибастуз расположен кирпичный завод, у которой мощность одной линии до 50 млн. штук условного керамического кирпича в год. Так как завод работает на техногенном сырье, отходах образующихся при добыче угля, образуется большое количество производственного брака, в виде кирпичного боя.

Поскольку применение продуктов дробления керамического кирпичного боя (ККБ) в настоящее время существенно ограничено, то разработка альтернативных способов вторичного их использования в технологии легкого керамобетона является актуальной задачей в области повышения эффективности их применения в практике строительного материаловедения, что возможно, только при рациональном поэтапном подходе к решению данной проблемы.

Продукты переработки ККБ имеют ту же структуру, что и изначальный материал – кирпич, обладающий своей проектной прочностью, стойкостью и пористой структурой.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что сырьевая база строительного производства может быть существенно расширена за счет переработки и рационального использования разнообразных отходов предприятий стройиндустрии, а также других строительных производств, имеющих в республике.

Использование керамического кирпичного боя при изготовлении легких бетонных конструкций с целью снижения себестоимости бетона и загрязнения окружающей среды [5, с. 62].

Предложены принципы получения легких керамобетонов на основе вторичных заполнителей с улучшенными теплофизическими и эксплуатационными свойствами, заключающиеся в оптимизации матричной структуры керамокомпозиционного материала за счет использования современных модификаторов, выбора оптимального

соотношения между составляющими бетонной смеси и обогащением зернового состава заполнителя.

Испытания образцов показали, что полученные составы керамобетонов характеризуются: меньшей теплопроводностью (0,35–0,50 Вт/(м·°С)), плотностью – 1310–1750 кг/м, низкой себестоимостью – более 30 %, при прочности на сжатие (в пределах В10–В25) и морозостойкостью до требуемой величины.

Изучен механизм влияния химических добавок на основные свойства легких керамобетонных смесей на основе вторичных заполнителей. Исследованы водоредуцирующий, цементосберегающий и пластифицирующие эффекты от применения химических добавок, заключающиеся в снижении В/Ц с 1,1 до 0,5, уменьшении расхода вяжущего до 25 % и увеличении подвижности с П1 до П3.

Исследованы параметры поровой структуры легких керамобетонов на вторичных заполнителях и установлено, что водопоглощение их составляет не более 6–7 %, а структура, по сравнению с бездобавочными составами, представлена более мелкими ($k=1,5-1,9$ мкм) однородными по размеру ($a=0,4-0,5$) порами.

Получены зависимости основных свойств легких керамобетонных смесей и керамобетонов от различных факторов – зернового состава вторичного заполнителя, наличия в нем пылевидной фракции, его водопоглощения, прочности, технологии приготовления смеси и др.

Было установлено, что заполнитель с повышенным водопоглощением из-за значительной пористости его зерен своеобразно влияет на процессы раннего структурообразования керамобетона. В результате чего меняются реологические и технологические свойства керамобетонных смесей. При введении в бетонную смесь такой заполнитель сначала поглощает жидкую фазу из бетонной смеси, а затем, в процессе образования капиллярно-пористой структуры цементного камня, отдает ее, т.е. происходит своеобразное отсасывание влаги из пор заполнителя в твердеющий цементный камень, что положительно влияет на процессы структурообразования бетона [6, с. 4].

При исследовании контактной зоны вторичного заполнителя и цементного камня предлагаемого легкого керамобетона необходимо изучение фазового состава проб в зоне «цементный камень – заполнитель» и получение микрофотографии, позволяющие проследить картину разрушения керамобетона.

На основании приведенных выше результатов исследований можно сделать вывод о том, что использование техногенных отходов является перспективным материалом для изготовления мелкоштучных стеновых изделий. Установлено, что высокая шероховатость поверхности лёгких вторичных заполнителей обеспечивает хорошее сцепление между цементным камнем и заполнителем, а значительная деформативность последнего способствует уменьшению отрицательного влияния на структуру бетона усадки цементного камня, предотвращая появление усадочных микротрещин.

Использование таких отходов позволит значительно снизить себестоимость производства и загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Фоменко, А. И., Грызлов, В. С., Каптюшина, А. Г.** Отходы керамического кирпича как эффективный компонент строительных композитов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2 – С. 260–264.

2 **Муртазаев, С-А. Ю., Хадисов, В. Х., Хаджиев, М. Р.** Легкий керамобетон на заполнителе из кирпичного боя для изготовления мелкоштучных стеновых материалов. //Труды КНИИ РАН. - Грозный, 2014. – Вып. № 7. – С. 61–66.

3 **Чирков, А. С.** Добыча и переработка строительных горных пород. – М., 2009.

4 **Хаджиев, М. Р.** Керамобетон на основе вторичных заполнителей из кирпичного боя для мелкоштучных стеновых изделий, канд. диссертация. – Грозный, 2015. – С. 4–6.

ПАРАФИНОВАЯ ДИСПЕРСИЯ КАК ГИДРОФОБИЗАТОР

МУХТАРОВА Д. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На современном этапе развития технологии строительства проблема повышения качества и долговечности бетона и железобетона может быть успешно решена задача использования новых химических материалов.

Одним из наиболее перспективных и эффективных направлений химизации в современном строительстве является широкое

использование различных органических и неорганических веществ в качестве добавок к бетону. Вводимые в-десятых и сотых долях процента от массы цемента, они существенно влияют на химические и физико-химические процессы при твердении цемента и создание благоприятной, с точки зрения стойкости, структуры бетона. Такие вещества по праву могут быть названы модификаторами бетонной смеси и бетона.

На данный момент существует два распространенных способа защиты сооружений от влаги: гидроизоляция и гидрофобизация. Первый осуществляют с помощью нанесения на поверхность материала водонепроницаемого слоя или пропитки строительных материалов вяжущим веществом. Путем гидроизоляции проводят герметизацию и антикоррозийную защиту сооружений [2].

Недостатком данного способа является то, что гидроизолирующий слой перекрывает поры, то есть материал перестает дышать. К тому же рано или поздно на нем возникают трещины, приводящие к разрушению. Однако существует способ защиты строительных материалов, сохраняющий их способность к пропуску газов и паров. Гидрофобизация – процесс пропитки конструкции специальными составами, в результате которого проникновение влаги внутрь материала блокируется. Такие составы образуют тончайшие пленки или мономолекулярные слои на стенках капилляров, прекращающие доступ молекул воды внутрь. Гидрофобизирующее вещество плотно удерживается в материале и со временем не вымывается. Толщина пропитки от 1 до 6 мм. Эти вещества прозрачны, поэтому практически не изменяют внешний вид поверхности изделия. При обработке сооружения гидрофобизации подвергают как внешние, так и внутренние поверхности стен и конструкций. Данный способ увеличивает срок эксплуатации изделий до 15 лет.

Метод гидрофобизации получил обширное распространение только в 90-х годах. Его применяют в следующих целях:

- защита от проникновения влаги внутрь материала;
- повышение теплоизоляционных свойств поверхности;
- защита от образования высолов;
- увеличение морозостойкости и коррозионной стойкости конструкций;
- увеличение срока службы красок;
- предотвращение роста микроорганизмов и лишайников на поверхности материала;

– повышение прочности материала (вследствие укрепления структуры).

Применение парафиновых дисперсий как гидрофобизатор обеспечивает ряд преимуществ:

– отсутствие расходов по хранению - температура хранения парафиновой дисперсии равна 5–30 °С, а парафинов в жидком состоянии – выше 60 °С.

– отсутствие расходов по транспортировке - в случае дисперсии нет необходимости обогревать трубопроводы, так как отсутствует явление «застывания» в трубопроводе.

– более простой метод применения.

– дисперсии не огнеопасны, как следствие отсутствует вероятность возникновения пожара и травматизма, который может иметь место в случае расплавленного парафина.

– маленький размер частиц (около 1 микрона) способствует лучшему проникновению парафина в структуру обрабатываемого материала.

Парафиновые дисперсии представляют собой суспензии твердых частиц воска в воде. Использование термина «дисперсия» по отношению к таким системам не вполне корректно, но стало общепринятым. В связи с тем, что процесс получения дисперсии идет при температурах, при которых воски находятся в расплавленном состоянии, было принято рассматривать процессы, происходящие при приготовлении восковых дисперсий, с точки зрения классического понимания дисперсий.

Дисперсиями называют системы, содержащие, как минимум, две нерастворимые или малорастворимые друг в друге жидкости, одна из которых дискретно распределена в другой. Одна жидкость является полярной (вода), а другая неполярной (парафиновая часть). Дисперсии бывают двух типов. Обозначим для удобства любую полярную фазу буквой «В» – вода, а неполярную – буквой «М» – масло, при этом сплошную фазу называют дисперсионной средой, а дискретно распределенную в дисперсионной среде жидкость называют дисперсной фазой. Дисперсии, в которых дисперсионной средой является вода, а дисперсной фазой – масло обозначают как М/В и называют дисперсиями I типа или прямыми дисперсиями. Дисперсии, в которых дисперсионной средой является масло, а дисперсной фазой – вода, относят к дисперсиям II типа и называют обратными дисперсиями и обозначают как В/М [7].

Существуют также двойные дисперсии, которые могут быть двух типов: «вода в масле» в воде или «масло в воде» в масле. Такие дисперсии применяются как средства доставки лекарственных препаратов.

Восковые дисперсии, применяемые в промышленных масштабах, являются дисперсиями первого типа, дисперсной фазой является воск (парафины и гачи различного происхождения).

В большинстве дисперсий, предназначенных для практического применения, концентрация дисперсной фазы составляет 25–50 %. Вязкость таких дисперсий часто почти не отличается от вязкости дисперсионной среды. Поскольку высокая вязкость дисперсионной среды способствует устойчивости дисперсий, сложилась практика вводить в дисперсионную среду полимеры и другие добавки, увеличивающие вязкость этой фазы. При этом дисперсии по величине концентрации в них дисперсной фазы разделяют на разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные, к последним относятся также желатинированные дисперсии [4]. К разбавленным дисперсиям относят дисперсии, в которых содержание дисперсной фазы составляет до 0,1 %. Теоретический максимум для статистической упаковки сфер – 64 % дисперсной фазы. В этих дисперсиях сферические частицы дисперсной фазы свободно располагаются в дисперсионной среде, не подвергаясь деформации. В случае, когда дисперсная фаза монодисперсной дисперсии построена из бесконечно длинных цилиндрических мицелл, образующих гексагональную упаковку (каждая мицелла окружена шестью другими мицеллами), теоретический максимум составляет 74 %. Тем не менее, дисперсии могут содержать более 90 % дисперсной фазы. Для сферических частиц это возможно при широком распределении частиц по размерам, что позволяет маленьким каплям заполнять пустоты между большими каплями. Примером могут служить эмульгированные взрывчатые вещества типа В/М, содержащие до 90 % водного раствора нитрата аммония.

В экстремальных случаях дисперсии могут содержать 99 % дисперсной фазы. Такие дисперсии имеют гелеобразный вид, а их структура похожа на полиэдрическую структуру концентрированных пен.

Восковые дисперсии производятся с различным содержанием дисперсной фазы в дисперсии от 5 % до 62 % масс на дисперсию [6]. Увеличение концентрации парафиновой части дисперсии отрицательно отражается на вязкости системы. Этот показатель особенно важен

при подаче дисперсии насосом через форсунки при обработке гранул удобрений, древесных частиц в плитах. Увеличение вязкости приводит к ухудшению распыления, увеличению капель на выходе из форсунки и в конечном итоге к неравномерному нанесению дисперсии. С другой стороны увеличение содержания парафиновой части может привести к снижению стабильности получаемой дисперсии из-за увеличения флокуляции, а также к ускоренному образованию парафиновой корки на поверхности дисперсии вследствие испарения воды.

Восковые дисперсии являются полидисперсными системами. Между большими частицами дисперсной фазы могут располагаться частицы меньшего размера. Частицы парафина в концентрированных дисперсиях могут иметь размеры в пределах 0,1–10 мкм и при этом сохранять стабильность.

Процесс получения и стабилизации дисперсии является физико-химическим, поскольку непосредственно химических взаимодействий не происходит. Суть процесса сводится к стабилизации эмульгатором системы «парафин-вода», полученной диспергированием. Решающее значение имеет подбор поверхностно активных веществ (ПАВ) и выбор диспергатора, установление оптимальных температурных условий и режима диспергирования для получения необходимого размера частиц дисперсной фазы.

Способность ПАВ стабилизировать дисперсию типа М/В определяется величиной гидрофобной и гидрофильной функциональных групп, например, такой, как в олеате или стеарате натрия. В этом случае молекула ПАВ углеводородной частью размещается в капле масла, а гидрофильной – в воде и защищает эти капли от коалесценции при их столкновении с последующим укрупнением, ведущим к потере структуры и расслаиванию.

Высокая поверхностная активность молекул ПАВ зависит во многом от длины углеводородного радикала. Увеличение длины радикала на одну группу приводит к возрастанию поверхностной активности приблизительно в 3,2 раза (правило Дюкло-Траубе). Это правило соблюдается в основном для истинно растворимых ПАВ. Так как поверхностную активность определяют при бесконечном разбавлении системы, то легко объяснить ее зависимость от длины углеводородного радикала. Чем длиннее углеводородный радикал, тем сильнее выталкивается молекула ПАВ из водного раствора (уменьшается ее растворимость) и тем больше константа Генри, которая для ПАВ пропорциональна поверхностной активности [3].

Системе бетон - парафин уделялось внимание, как в отечественной, так и зарубежной литературе.

По данным Курочки П. Н., Бухарова С. И., и др. введение парафиновой пасты с содержанием парафина 20–30 % в состав бетона ведет к увеличению его морозостойкости до 500 циклов, при этом не наблюдается снижения прочности при содержании парафиновой пасты 1–3 %. Увеличение концентрации парафиновой пасты ведет к потере прочности на 30–40 %.

Попов О. Р. [5] отмечает положительный эффект при введении парафиновой дисперсии в состав бетона: наблюдается увеличение подвижности смеси при постоянном В/Ц, обнаружен некоторый рост прочностных характеристик при концентрации вводимой дисперсии менее 2 % от массы цемента. При дальнейшем увеличении концентрации данной добавки прочностные характеристики падают.

Данный автор также отмечает уменьшение проницаемости бетонов, содержащих парафиновую дисперсию: класс водонепроницаемости увеличивается с W 6 до W 8.

Брюер Г. М. [1] отмечает положительное влияние парафиновых дисперсий на трещиностойкость бетона: данный показатель возрастает на 15–20 %. Обнаружено, что парафиновые дисперсии не стабильны в среде твердеющего бетона и для их стабилизации использовались различные пластификаторы.

В цементной промышленности для объемной гидрофобизации бетона применяется паста, содержащая 20 % парафина. В асбестоцементном производстве используется стеарино-парафиновая дисперсия.

Добавки парафиновых дисперсий обладают рядом преимуществ, главным из которых является их высокая гидрофобизирующая способность при относительно низких концентрациях, а также способность замещать жесткие кристаллизационные контакты на более подвижные конденсационные контакты между кристаллами гидратных новообразований цементного камня. Парафиновая дисперсия не является стабильным раствором и нуждается в стабилизации ПАВами.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Ватин, Н. И., Петросов, Д. В., Калачев, А. И., Лахтинен, П.** Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н. И. Ватин, Д. В. Петросов, А. И. Калачев, П. Лахтинен // Инженерно-строительный журнал. – № 4. – 2011. – С. 16–21.

2 **Ланге, К. Р.** Поверхностно-активные вещества. Свойства, синтез, анализ, применение. Пер. с англ. - СПб. : Профессия, 2005.

3 **Леонович, А. А.** Новые древесноплитные материалы. – СПб. : Химиздат, 2007

4 Паста для внутренней гидрофобизации бетона и пластификации бетонных и растворных смесей. Пат 2061664 РФ заявл. 22.09.1993 опубл 10.06.1996 МКИ С04В26/10, С04В26/10, С04В24:08

5 **Попов, О. Р.** Бетоны с добавкой коллоидной парафиновой пасты для транспортного строительства дис. ... канд. техн. наук. – Ростов, 1994. – 138 с.

6 **Сивков, С. П., Косинов, Е. А., Демидов, Д. В.** Проницаемость и коррозионная стойкость цементного камня с гидрофобными добавками// Межвуз. сб. науч. тр. конф. – Магнитогорск : МГТУ, 2002. – 284 с.

7 **Фролов, Ю. Г.** Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М. : Альянс, 2004. – 320 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОТОГО ДОМЕННОГО ШЛАКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА

НУРКИНА М. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАПУСТИН А. П.

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

СТАНЕВИЧ В. Т.

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

В настоящее время многие программы стратегии «Казахстан – 2050» направлены на ускорение научно-технического прогресса индустриально-инновационного развития и разработку энерго- и ресурсосберегающих технологий и получения более эффективных строительных материалов [4].

Современное строительство повышает требования к бетону, что влечет за собой использования большого количества клинкерного цемента. В свою очередь производство клинкера негативно влияет на экологическую обстановку в мире. В связи с этим возрастает необходимость применения бесклинкерных вяжущих. Одним из таких вяжущих является молотый доменный гранулированный шлак. В мировой практике доменные шлаки при производстве строительных материалов используются давно. Тенденция развития производства

в целом, и в особенности строительной индустрии, предусматривает широкое использование техногенного сырья. В данной статье проведен анализ активных минеральных добавок и приведены результаты испытаний бетона с использованием молотого доменного шлака на прочность [1, с. 27].

На сегодняшний день портландцемент по сумме технико-экономических факторов: наличие неограниченных сырьевых ресурсов, изученного технологического процесса и оборудования, соответствия необходимому уровню свойств и долговечности - идеально подходит требованиям строительной отрасли. Однако при производстве портландцемента по традиционной технологии затрачивается огромное количество энергии и сопровождается выбросами углекислого газа (6-8% от массы сжигаемого топлива), это неблагоприятно влияет на экологию страны. Поэтому производство бесклинкерных вяжущих и строительных материалов на их основе для замещения портландцемента остается актуальной задачей для современного строительства [2, с. 16].

Поиску альтернативных вяжущих на основе бесклинкерных материалов уделено большое количество публикаций. Такими материалами могут стать вещества щелочной активации, более известные в иностранной технической литературе как геополимеры [3, с. 4].

Получение долговечных композиционных материалов на основе дешевых, доступных, часто не востребуемых вяжущих, к которому можно отнести отходы производственных предприятий, является актуальной задачей, решение которой позволит снизить себестоимость строительства. Тем более в стране, с точки зрения доступности сырьевой базы, имеются возможности производства достаточно перспективных строительных материалов.

Минеральные активные добавки. Сравнение свойств минеральных добавок. Минеральные добавки отличаются от химических добавок тем, что не растворяются в воде, а от заполнителя мелким размером зерен, менее 0,16мм.

Минеральные добавки делятся на активные и инертные:

– активные – реагируют с оксидами кальция и образуют соединения с вяжущими свойствами под воздействием воды;

– инертные добавки – при нормальных температурных условиях не вступают в реакцию с компонентами цемента (но могут стать химически активными при определенных условиях).

Минеральные добавки из промышленных отходов: золы, молотые шлаки, микрокремнезем и другие имеют различный минералогический состав и дисперсность, которые определяют эффективность их применения в цементах и бетонах. Рассмотрим характеристики минеральных добавок из техногенного сырья.

Таблица 1 – Характеристики минеральных добавок

Минеральные добавки	Характеристики			
	Фактор прочности	Размер частиц, Мкм	Удельная поверхность	Пуццолановая активность
Портландцемент	1,0	1-100	2800-3500	
Доменный шлак	029	≤ 50	4900-5200	≥55 %
Основная зола-унос	0,5-0,7	1-100	1500-3000	≥50 %
Кремнистая зола-унос	0,8-1,0	1-100	1500-3000	≥70 %
Микрокремнезем	1,8-2,0	≤ 1,0	≥15000	85-98 %

Микрокремнезем формируется в процессе выплавки кремния или ферросилиция. Преобладающий размер частиц микрокремнезема от 1 до 0,01 мкм и менее. Высокие свойства микрокремнезема улучшают такие характеристики бетона, как прочность на сжатие, прочность сцепления, износостойкость, морозостойкость, химическую стойкость и значительно снижают проницаемость.

Шлак доменный гранулированный - представляет собой материал, получаемый мелким измельчением вторичных продуктов при выплавке чугуна. Эффективность использования шлака в производстве цемента определяется его реакционной способностью, которая зависит от состава и содержания стекловидной фазы. Химический состав шлака характеризуется содержанием 30–45 % CaO, 35–45 % SiO₂, 8–16 % Al₂O₃, 6–15 % MgO.

Зола-унос – улавливаемый электрофильтрами тонкодисперсный порошок, образующийся при сжигании угля, состоящий из стекловидных частиц сферической формы и обладающий пуццолановой активностью.

Сравнение преимуществ и недостатков минеральных добавок. Сведем в таблицу основные преимущества и недостатки минеральных добавок.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки минеральных добавок

Характеристики	Минеральные добавки		
	Микрокремнезём	Доменный шлак	Зола-унос
Удобокладываемость			
Долговременная прочность			
Сроки схватывания			
Воздухолвлечение			
Водоотделение			
Химическая устойчивость			
Тепловыделение			
Коррозионная стойкость			
Способность к перекачке насосами			
Сроки распалубивания			
Пластическая усадка			

По представленной выше таблице, можно сделать выводы, что по большому числу показателей, учитывая стоимость материала, молотый доменный шлак по сравнению с другими минеральными добавками имеет лучшие характеристики. На основании вышеизложенного нами было принято решение о дальнейшем исследовании молотого доменного шлака.

Доменный молотый шлак. Следует заметить, что применение молотого доменного шлака в бетонах, влечет за собой ряд положительных свойств. Так как доменный молотый шлак в составе портландцементного бетона взаимодействует с гидроксидом кальция, выполняя роль активного заполнителя. При этом образуется дополнительное количество гидросиликатов кальция, которые сформировывают очень крепкую связь заполнителя с цементной матрицей, полностью исчезают капиллярные каналы, образующиеся между ним и поверхностью заполнителя при усадке цементного камня. Это значительно повышает коррозионную стойкость бетона с активным заполнителем по сравнению с традиционными составами в большинстве агрессивных сред. Такие бетоны обладают специфической структурой и у них отсутствуют микрозоры на границе раздела вяжущего и заполнителя, поэтому они отличаются физико-механическими характеристиками от традиционных бетонов.

Многие исследователи установили, что молотый доменный шлак положительно влияет на свойства бетонов и обладает следующими показателями:

- высокой реакционной способностью, коррозионной стойкостью;
- повышенной долговечностью в условиях действия агрессивных сред;
- низкой усадочной деформацией при твердении;
- плотной и высокопрочной структурой искусственного камня;
- высокой водонепроницаемостью;
- сульфатостойкостью;
- морозостойкостью;
- повышенной устойчивостью к образованию трещин;
- низкая деформативностью.

Испытания по замещению (частичному замещению) портландцемента молотым шлаком. Были проведены следующие испытания:

Замещение портландцемента молотым доменным шлаком.

Таблица 3 – Замещение портландцемента молотым доменным шлаком

Состав, кг	Класс бетона				
	B22,5	B22,5	B22,5	B22,5	B22,5
	Ввод молотого шлака, %				
	0	30	50	70	50 % +хим. добавка 2,35 %
Портландцемент ПЦ500 ДО	420	295	210	125	200
Молотый шлак	0	125	210	295	200
Песок	690	635	700	560	87
Щебень 5-20мм	1100	1140	1050	1100	950
Вода	170	170	170	170	185
Прочность 28 суток, МПа	37	31,4	29,8	17,7	38,5

Таким образом, судя по приведенной таблице, при твердении бетона в нормальных условиях, замещая 30 и 50% портландцемента молотым шлаком и не применяя добавок, прочность бетона в возрасте 28 суток находится в пределах нормы. Было установлено, замещение цемента молотым шлаком в большом количестве, без применения добавок, является не рациональным.

Испытания бетона со шлаком при вводе различных химических добавок. Применение химических добавок позволяет нивелировать отрицательные свойства ввода молотого шлака для достижения ранней и марочной прочности.

Таблица 4 – Использование различных химических добавок при замещении цемента

Номер образца бетона В25	Ввод шлака	Добавка	Прочность МПа, 3 суток	Прочность МПа, 7 суток	Прочность МПа, 28 суток
1	30%	PFM ISO 1,2 %	19,8	25,9	38,4
2	50%	MasterGlenium115 2,8 %	21,6	37,3	44,1
3	50%	MasterGlenium116W 1 %	25,9	30,8	35,5
4	50%	СП-1	22,1	27,6	32,1

По представленной выше таблице, можно сделать выводы, что добавление в состав бетонов со шлаком химических добавок достигается несколько показателей эффективности:

- дополнительное снижение расхода цемента до 10% и повышение прочности бетона в проектном возрасте до 25 %;
- сокращения продолжительности тепловлажностной обработки изделий, ускорение сроков распалубливания и нагружения монолитных конструкций;
- придание уплотненному бетону способности твердения в зимнее время без обогрева;
- повышение плотности и водонепроницаемости бетонов на одну-две марки, повышения стойкости бетонов и железобетонов в агрессивных средах.

В результате анализа проведенных испытаний и литературных источников можно сделать следующие выводы:

- при вводе молотого шлака и специальных химических добавок имеется возможность получения высокопрочных бетонов;
- введение молотого шлака в состав бетонной смеси, в зависимости от способов твердения бетонов, улучшает структуру поверхности изделий;
- по сравнению с другими активными минеральными добавками доменный молотый шлак обладает меньшей стоимостью, что в дальнейшем влияет на себестоимость строительства в целом;
- применение доменного шлака в качестве цементного вяжущего благоприятно влияет на состояние окружающей среды, так как уменьшаются объемы захоронения металлургических отходов промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Глуховский, В. Д., Пахомов, В. Л. Шлакощелочные цементы и бетоны. – Киев, 1978. – 184 с.

2 Ватин, Н. И., Петросов, Д. В., Калачев, А. И., Лахтинен, П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н. И. Ватин, Д. В. Петросов, А. И. Калачев, П. Лахтинен // Инженерно-строительный журнал. – № 4. – 2011. – С. 16–21.

3 Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства // Официальный сайт президента Республики Казахстан. 14 декабря 2012 г. - URL: http://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs

4 Davidovitz, J., Geopolymer. Chemistry and applications. – Saint-Quentin : Institute Geopolymer, 2008. – 592 p.

ЗОЛОШЛАКОВЫЕ ОТХОДЫ ТЭС КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ

РАХМУХАНОВ Б. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДРЫШОВА Б. Ч.

к.т.н., асс. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Сегодня темпы развития строительства изменяются с небывалыми масштабами. Инженеры и ученые ежедневно находят новые решения для оптимизации строительного процесса, сокращающие сроки возведения объектов и расхода строительных материалов.

Но с увеличением эффективности строительства растет и потребность в энергетических ресурсах. Что приводит к увеличению мощностей теплоэлектростанций, повышающее в несколько раз объемы использования угля, которое приводит к многократному возрастанию объемов отхода производства – таких как золошлаки. Они занимают огромные площади, что приводит уменьшению сельскохозяйственных угодий, а также резко ухудшает экологическую ситуацию в прилегающих к территориям предприятий районах. Загрязняются бассейны рек, почва, воздух многих населенных пунктов.

В связи с этим возникает острый вопрос переработки золошлаковых отходов. На данный момент учеными доказано, что вторичное использование зол позволяет улучшить экологическую ситуацию, возникающую после выработки энергии ТЭС. Также выявлено, что химический состав такого вида отходов увеличивает технологические свойства некоторых строительных материалов, что

является существенным преимуществом в строительном процессе. Перейдем к подробному рассмотрению золошлаковых отходов и их воздействию на конечный продукт.

В этой связи использование одного из наиболее распространенных и не востребуемых отходов, которыми является золошлаковые отходы (ЗШО), вызывает производственный интерес со стороны производителей строительных материалов. На данный момент площадь золоотвалов по Казахстану составляет более 200 га накопленных золошлаковых отходов (ЗШО) более 50 млн. т. материалов. В настоящее время ЗШО применяются главным образом вместо мелкого заполнителя в бетонах, однако реальную экономию может дать их использование в качестве мелких добавок (МД) для цементов. Научным обоснованием возможности использования МД в составе цемента является теория Юнга В. Н. Он развил представление о цементном камне, назвал его «микробетоном» и доказал, что затвердевший цементный камень содержит большое количество непрореагировавших зерен цемента, которые можно заменить без потери прочности и соответствующим фракциям МД [1, с. 71; 2, с. 25].

Исследователи рассчитали, что введение ЗШО в цементное тесто увеличивает его водопотребность, при этом, не удлиняя сроки схватывания. Лишняя вода абсорбируется на поверхности зерен золы, что препятствует её движению наверх, то есть проявлению на поверхности.

Так как зерна золы обладают высокой тонкостью помола и малой удельной поверхностью, они равномерно рассредоточиваются в смеси, эффективно заполняя пробелы между частицами цемента. То есть увеличивается плотность смеси и вследствие малости пустот такого бетона, поверхность изделия будет гладкой, не содержащей крупных пор и отверстий.

Морозостойкость бетона при введении золы в цемент не изменяется. Также было отмечено, что зола позволяет улучшить удобоукладываемость. Это обусловлено тем, что зола имеет остеклованную поверхность, которая снижает трение частиц друг от друга и уменьшает общую вязкость. При этом выявлено, что содержание золы не должно превышать 30 %, так как введение такого вещества может оказать отрицательный эффект на подвижность бетона. При содержании золы свыше 30 % увеличивается расход вяжущего вещества, а прочность бетона снижается [5, с. 78].

Следует обратить особое внимание, что бетон с использованием зол является более выгодным с экономической точки зрения, так как происходит снижение количества цемента из-за добавления в смесь дешевого и доступного сырья [6, с. 40].

Однако так как золы сильнее подвержены влиянию циклического увлажнения и высушивания, поэтому высокая пористость ячеистых бетонов является отрицательным показателем для применения золошлаковых отходов. Пористый бетон активно проявляет водопоглощающие свойства, что негативно сказывается на золошлаковой добавке. Чтобы уменьшить влияние внешних факторов среды, ячеистые золобетоны покрывают специальными защитными растворами, препятствующими проникновению влаги внутрь [7, с. 68].

Пенобетон является надежным и востребованным строительным материалом, который изготавливается как из природных компонентов, так и с использованием различных добавок, полученных из отходов промышленности. Экспериментально установлено, что перспективно производить ячеистые бетоны с введением в их состав золы от сжигания твердого топлива. Было выявлено, что использование золы вместо песка положительно влияет на прочность бетона. Однако при замене более 70 % песка золой наблюдается понижение прочности, обусловленное повышением количества воды затворения. Нельзя забыть, что при воздействии высоких температур у ячеистого и пористого бетона существенно изменяются физико-механические свойства, что ведет к снижению прочностных и других эксплуатационных характеристик и в дальнейшем, к разрушению объектов, построенных из данного материала.

Многими исследователями было предложено введение в газобетонную смесь золошлаковых отходов, метакаолинита, микрокремнезема и золы рисовой шелухи, что позволит увеличить прочность, трещиностойкость газобетона путём упрочнения и уплотнения бетона за счет большей плотности частиц. Это позволит повысить сопротивляемость газобетона высоким температурам, то есть увеличит его огнестойкость. В дополнение к огнестойкости материал обретет не менее важное свойство – водостойкость, что положительно скажется на всем промежутке его технической эксплуатации [8, с. 102; 9, с. 102].

В настоящее время в строительной индустрии Казахстана намечены основные задачи по снижению расхода цемента за счет

применения отходов различных отраслей промышленности, в том числе и золошлаковые отходы в качестве наполнителей и добавок в производстве бетонов.

Таким образом, использование золошлаковых отходов в производстве в цементного бетона и модификация его структуры, несомненно, выгодно не только с экономической, но и с технической стороны вопроса: золошлаки уменьшают расход дорогостоящих строительных материалов до 20 %.

Однако, чрезмерное и бесконтрольное использование золошлаков может привести уменьшению плотности смеси из-за большого водосодержания, ухудшению прочностных свойства бетона. Необходимо также учитывать химический состав золы, определяющий её поведение в составе вяжущего.

Использование золы экологически эффективно, однако при неправильно подобранном соотношении, зола может вступить в химическую реакцию с окружающей средой и создать неблагоприятные условия для здоровья жильцов во время эксплуатации объекта.

Использование золошлаковых отходов в производстве в цементного бетона и модификация его структуры, несомненно, выгодно не только с точки зрения экономической эффективности, но и с технической стороны вопроса - золошлаки уменьшают расход дорогостоящих строительных материалов до 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Овчинников, Р. В.** Модифицированные шлаки ТЭС как эффективный компонент смешанных вяжущих. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2013. – № 2. – С. 70–74.

2 **Овчинников, Р. В.** Модификация портландцемента золошлаковыми отходами. // Новые технологии. – 2014. – № 2. – С. 23–29.

3 **Ватин, Н. И., Петросов, Д. В.** Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве. Magazine of Civil Engineering. – 2011. – № 4. – С. 16–21.

4 **Партуга, Д. С., Тютюнов, В. А.** Рациональное использование золошлаковых отходов в строительных материалах В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». – 2013. – С. 79–82.

5 **Логвиненко, А. Т., Савинкина, М. А.** Процессы гидратации и твердения зольных вяжущих материалов. - В кн.: Твердение вяжущих веществ. – Уфа, 1974. – С. 271–273.

6 **Дворкин, Л. И., Гарницкий, Ю. В., Марчук, В. В.** Золосодержащие вяжущие низкой водопотребности и бетоны на их основе. Технологии бетонов. – М. : ИАСВ, 2012. – № 5-6. – С. 24–27.

7 **Бирюков, В. В., Метелев, С. Е., Сиротюк, В. В., Шевцов, В. Р.** Эффективные направления крупномасштабного использования золошлаковых отходов. Сибирский торгово-экономический журнал. – 2008. – № 7. – С. 66–70.

8 **Овчинников, Р. В.** Влияние различных методов активации на свойства кислых зол ТЭС как активной добавки в бетоны. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2013. – №6. – С. 100–103.

9 **Овчинников, Р. В.** Оценка золошлаковых отходов как добавки в бетон // Новые технологии. – 2014. – № 1. – С. 100–107.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ЛИТОГО БЕТОНА

СЕЛИКАНОВА Ж. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НИКИФОРОВА В. Г.

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

Литой бетон находит широкое применение при сложных работах по бетонированию, например, при изготовлении тонкостенных конструкций или фасонных деталей с очень густой арматурой. Наряду с эти применение литого бетона выгодно в экономическом и техническом отношении при изготовлении сборных элементов стен и перекрытий, подоконных стеновых панелей опор. Для укладки и уплотнения литого бетона требуется значительно меньшие затраты рабочей силы чем для обычного бетона, большая подвижность литого бетона позволяет сократить затраты на уплотнение. Литой бетон характеризуется осадкой конуса около 20 см, достаточной однородностью и нерасслаиваемостью. Литой бетон имеет реологические свойства, которые описываются моделью Бингама.

Литой бетон может эффективно распределиться по требуемому объёму и без необходимости проведения работ, связанных с вибрацией. Это достигается за счёт меньшей склонности к расслоению материала, что является значительным преимуществом.

Использование пластифицирующих добавок позволяет получать ровную поверхность бетона. К пластифицирующим добавкам предъявляются следующие требования: добавки не должны изменять сроков схватывания бетона, замедлять нарастание прочности, увеличивать содержание воздуха в бетоне, способствовать водоотделению. Суперпластификаторы используют для получения высокопрочного бетона нормальной удобоукладываемости за счет понижения водоцементного отношения или для получения литого бетона, отличающегося обычной прочностью при высокой удобоукладываемости. Суперпластификатор оказывает диспергирующее воздействие на частицы цемента.

В литературе имеются обширные сведения о свойствах затвердевшего литого бетона и сравнительно мало о его свойствах в раннем возрасте. Новое в его приготовлении заключается в дальнейшем развитии применения пластифицирующих добавок, в частности суперпластификаторов. Содержание цемента в исходном бетоне составляет примерно 300 кг на 1 м³ бетона, при водоцементном отношении равном 0,5. Литой бетон изготавливают по обычной технологии. Исходным материалом для обычного литого бетона является бетонная смесь с нормальным водоцементным отношением и нормальной консистенции. Заполнители, цемент и часть воды перемешивают в бетоносмесителе, затем добавляют пластифицирующую добавку в оставшуюся воду и продолжают перемешивание. В зависимости от подвижности исходного бетона применяют различное количество добавки. Для приготовления литого бетона исходный бетон должен быть малоподвижным. Если исходный бетон более подвижен, то он склонен к водоотделению и отслаиванию. Это влияет на качество литого бетона. Если исходный бетон жесткий, то для приготовления литого бетона требуется очень большое количество пластифицирующей добавки, что ведет к повышению себестоимости бетона. В процессе связывания цементом воды поглощается также часть пластифицирующей добавки. Это приводит к тому, что через некоторое время действие пластифицирующей добавки ослабевает. При нормальных условиях литой бетон через 45–60 минут приобретает подвижность исходного бетона. Продолжительность действия пластифицирующей добавки зависит от вида цемента, качества цемента, водоцементного отношения, температуры бетонной смеси.

Испытания бетонных смесей показали, что сроки схватывания при применении пластифицирующих добавок изменяются лишь незначительно, а прочность литого бетона в возрасте одних суток

значительно выше прочности обычного бетона, что особенно важно при изготовлении сборных железобетонных изделий. Пластифицирующие добавки применяют с целью получения более подвижной бетонной смеси при том же содержании воды, а также для получения такой же подвижности при снижении водоцементного соотношения.

Суперпластификатор повышает подвижность и удобоукладываемость бетонной смеси, принося экономический эффект за счет сокращения затрат на ее укладку и обработку. В случае бетонной смеси с пониженным водоцементным отношением и обычной удобоукладываемостью можно достигнуть большей прочности бетона (высокопрочный литой бетон) при том же содержании цемента, что и в обычном бетоне. При применении суперпластификаторов можно также одновременно снизить содержание цемента и воды, сохраняя неизменным водоцементное отношение и подвижность бетонной смеси (специальный бетон). Повышенная дозировка суперпластификатора может вызывать расслаиваемость бетонной смеси.

Однако в последнем случае необходимо учитывать, что в настоящее время стоимость суперпластификаторов выше стоимости экономленного цемента.

Суперпластификаторы можно применять для любых бетонов, но экономическая оценка показывает, что существенную роль играет состав бетона. Кривая зернового состава заполнителей для литого бетона существенно отличается от кривой зернового состава заполнителей для обычного бетона. При литом бетоне стремятся к повышенному содержанию мелкого песка: 24–35 % от общей массы заполнителя должны составлять зерна крупностью менее 1,2 мм, а кривая зернового состава должна иметь перепад в области 1, 2–8 мм. Содержание пылевидных частиц (меньше 0,125 м) не должно превышать 3–5 %. Минимальное содержание цемента составляет 200 кг на 1 м³ бетона.

Улучшение удобоукладываемости за счет введения суперпластификаторов имеет свои пределы, которые определяются как преимуществами, так и недостатками литого бетона. К преимуществам относятся, например, возможность ускорения укладки бетонной смеси при бетонировании конструкций с густорасположенной арматурой, отсутствие необходимости уплотнять смесь вибрированием, возможность применения при строительстве водонепроницаемых бассейнов. Недостатки литого бетона в значительной мере связаны с

тем, что суперпластификаторы имеют относительно короткий период воздействия.

Получение высокопрочного бетона путем применения суперпластификатора, снижения водоцементном отношении при сохранении обычной подвижности может давать, положительные результаты. Бетон с суперпластификатором является более плотным, суперпластификаторы способствуют повышению его прочности, ускоряя процесс гидратации цемента за счет улучшения поглощения влаги его частицами. Кроме того, это объясняется улучшением способности бетона к самоуплотнению.

В литературе отмечались случаи достижения средней прочности бетона в производственных условиях 90 МПа. Ориентировочные исследования бетонов при содержании цемента 400 кг на 1 м³ бетона дали результаты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика бетонных смесей

Наличие суперпластификатора	В/Ц	Осадка конуса, см	Плотность кг/м ³	Предел прочности при сжатии МПа, в возрасте	
				7сут	28сут
нет	0,49	5	2390	44,2	52,7
да	0,49	14	2410	42,6	50,6

В лаборатории завода ТемірТас изучали влияние однократного введения в бетон суперпластификатора на удобоукладываемость при одновременном контроле прочности. Затем изучали снижение удобоукладываемости во времени и влияние повторного введения суперпластификатора на сохранение удобоукладываемости и изменение прочности при сжатии. В третьей серии опытов исследовали влияние тех же факторов на свойства бетона, приготовленного на цементе двух видов – Цементный завод Семей, CentralAsiaCement.

Использовали кварцитовый песок, керамзитовый гравий крупностью 10–20 мм, а также известняковый гравий крупностью 20 мм и два суперпластификатора: С-3 и Полипласт СП-1.

Замесы готовили в объеме 0,012 м³ и перемешивали в бетономесителе в течение двух минут, после чего вводили суперпластификатор и бетон перемешивался еще одну минуту. Сразу после перемешивания проверяли удобоукладываемость смеси и из нее изготавливали образцы-кубы с ребром 100 мм для испытания на прочность. Бетонную смесь после определения удобоукладываемости

снова перемешивали в бетономесителе 30 сек, затем выдерживали в неподвижном состоянии до повторного испытания.

Литературные исследования показали, что к литому бетону может быть отнесен бетон с пределом текучести не более 350 Н/м². Установлено, что введение суперпластификаторов повышает подвижность бетонной смеси. Оба суперпластификатора оказывают сходное влияние на реологические характеристики литого бетона.

Эффективность суперпластификатора существенно зависит от вида цемента: наименьшая эффективность наблюдается при использовании цемента завода CentralAsiaCement и суперпластификатора С-3 и Полипласт СП-1. Максимальная подвижность бетона достигается при содержании суперпластификатора в сухой смеси около 0,7 % от массы цемента.

Повторное введение суперпластификаторов через 60–160 мин после первого позволяет восстановить удобоукладываемость литого бетона и не оказывает влияния на прочность затвердевшего бетона.

Специальный бетон, в котором суперпластификаторы применяют для снижения одновременно водоцементного отношения и содержания цемента, представляет интерес лишь в тех случаях, когда содержание цемента в обычном бетоне слишком велико, например, при сооружении массивных конструкций.

Стоимость суперпластификаторов является относительно высокой и составляет 900–1700 тенге на 1 м³ бетона. Применение суперпластификаторов может обеспечить сокращение затрат труда и материалов только при условии предварительного экономического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Асматулаев Б. А., Асматулаев, Р. Б., Шестаков, В. Н.** Теория и практика инновационных технологий в дорожном строительстве Казахстана // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожнотранспортного комплексов России: материалы международной 66-й научно-практической конференции. – Омск : СибАДИ, 2012. – С. 33–42.

2 **Бабков, В. Ф., Андреев, О. В.** Проектирование автомобильных дорог. Ч. I: Учебник для вузов по специальностям «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели». – М. : Транспорт, 2009. – 367 с.

3 **Байтасов, Т. Н., Бекенов, Т. Н.** К повышению эксплуатационных качеств магистральных дорог транспортно-логистической

инфраструктуры // Формирование транспортно-логистической инфраструктуры. Приграничное сотрудничество России и Казахстана: материалы 2-ой Международной научно-практической конференции. – Омск : СибАДИ, 2017. – С. 31–33.

4 Киялбаев, А. К., Киялбай, С. Н., Сулейманова, А. Б. О прочностных свойствах дорожных одежд на автомобильных дорогах Казахстана местного значения // Вестник КГУСТА. – 2016. – № 2(52) – С. 26–31.

5 Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 декабря 2010 года № 000 «Об утверждении правил и условий классификации автомобильных дорог и перечня автомобильных дорог общего пользования республиканского значения Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 05.02.2009 г.) // online.zakon.kz. 04.08.2018.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА

СЕРБИНА М. В.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НИКИФОРОВА В. Г.

ассоц. профессор (доцент), ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Декоративный бетон – отделочный и облицовочный материал, который изготавливают с применением белого, цветного или обычного цемента, специальных заполнителей, пигментов и добавок, позволяющих получать цветные бетоны или бетоны, имитирующие фактуру природных каменных материалов.

Декоративный бетон применяют для изготовления кровельных плиток, количество которых в Германии составляет примерно 50 % от количества всех кровельных материалов, а неокрашенные бетонные кровельные плитки не применяют. Декоративный бетон применяют так же при изготовлении плит для покрытия дорог и черно-белых полос, обозначающих пешеходные переходы. Готовые цветные бетонные блоки применяют не только для полов и лестниц, но и для внутренних и наружных стен.

Одним из признанных мировых лидеров по производству железистоокисных пигментов является германская фирма Вауег. В Германии получил широкое распространение декоративный бетон, окрашиваемый пигментами. Для получения декоративных бетонов

используют неорганические пигменты, так как органические пигменты неустойчивы. Разновидности окиси железа позволяют получать красные, желтые, коричневые и черные пигменты, окись хрома позволяет получить зеленый пигмент, соединения кобальта – голубой и сурьма – лимонно-желтый. Все эти пигменты нерастворимы в воде, представляют собой порошки, не взаимодействуют со щелочной средой цемента и с известью, светостойки и стойки к атмосферным воздействиям.

В странах дальнего зарубежья (Голландия, Бельгия, США и др.) ведут работы по использованию гетерогенного фотокатализа для решения экологических проблем, характерных для больших городов. Наибольшее распространение в качестве фотокатализатора в силу относительной дешевизны и высокой эффективности получил диоксид титана. Изначально диоксид титана применяли в качестве белого пигмента в лакокрасочной промышленности, позволяющего не только получать покрытия различной цветовой гаммы, но и значительно улучшать их свойства. Затем на поверхностях, обработанных диоксидом титана, были обнаружены явления самоочистки, обусловленные их высокой гидрофобностью. В настоящее время исследуют возможности применения диоксида титана для разложения органических и неорганических веществ на поверхности материалов, так называемого процесса фотоокисления. Самоочистка в сочетании с фотокаталитическим действием TiO_2 делает его идеальной добавкой в строительные материалы в суровых городских условиях. В зависимости от применения TiO_2 можно использовать в виде покрытий, добавок в бетоны. TiO_2 можно использовать для поверхностей элементов мощения или фасадов зданий, общественных туалетов, подпорных стен, тоннелей. При применении TiO_2 в белых цементах поверхность здания остается яркой в течение длительного периода времени. Применение TiO_2 в бетоне направлено на достижение двух основных эффектов – самоочистка от грязи и очистки атмосферы за счет окисления оксидов азота. Окись титана смешивают в сухом виде с цементом перед добавлением воды затворения. После твердения TiO_2 присутствует во всей структуре цементного камня. TiO_2 является достаточно стабильным, высоко инертным оксидом, не вступает в реакцию ни с одной фазой цемента и не участвует в гидратации. Со структурной точки зрения, он действует в качестве наполнителя пор, снижая суммарную пористость на ранней стадии твердения. Хотя химические реакции с участием TiO_2 не происходят, но при

введении воды затворения резко меняется химия поверхности и электрокинетические свойства частиц диоксида титана. Это приводит к закономерному изменению характера твердения и структурообразования цементного камня в бетоне. Загрязнителям, типа NO и NO₂ в NO₃, уделяется особое внимание, так как они являются основными компонентами выхлопных газов транспортных средств и играют важную роль в формировании смога больших городов. Одной из основных проблем, препятствующих протеканию реакций фотокаталитического окисления, является деактивация катализатора. Причинами, приводящими к деактивации, являются: образование продуктов реакции окисления, приводящее к исчезновению активных центров на поверхности фотокатализатора; загрязнение поверхности фотокатализатора. В ходе протекания реакции количество свободных гидроксильных радикалов на поверхности фотокатализатора уменьшается, что приводит к снижению скорости протекания реакции фотокаталитического окисления, а в пределе – к ее полному прекращению. После деактивации фотокатализатора гидроксильные группы на его поверхности отсутствуют. Продукты реакции, адсорбирующиеся на поверхности катализатора, блокируют активные центры, что приводит к потере фотокаталитической активности. Для восстановления фотокаталитической активности предлагается мытье поверхности фотокатализатора, механическая обработка, облучение УФ-светом и другие методы.

В странах ближнего зарубежья и в Республике Казахстан проводят исследования по получению долговечных архитектурно-декоративных бетонов. Для повышения художественной выразительности декоративных бетонов, применяют специальные приемы, позволяющие обнажить заполнитель и выявить структуру бетона. В этом случае декоративный бетон может имитировать различные породы отделочных камней или иметь оригинальную декоративную фактуру. Однако их основным недостатком является относительно низкая долговечность. Это обусловлено наличием в них разветвленной сети пор, капилляров, микротрещин и других дефектов структуры, которые образуются как на стадии изготовления, так и в процессе эксплуатации. Устранение этих дефектов связано с повышением плотности и прочности бетона. Декоративная выразительность бетонов находится в прямой зависимости от цвета, гранулометрического состава заполнителя и распределения его зерен. Причем введение в состав заполнителей кварцевого песка крайне

нежелательно, так как он искажает цвет исходной горной породы и выкрашивается при механической обработке.

В результате использования разнообразных приемов, например, направленного структурообразования, можно получить высококачественный многокомпонентный цементный камень, модифицированный активными минеральными и пластифицирующими добавками. На его основе при введении пигментов, наполнителей и заполнителей из отделочного камня можно создавать архитектурно-декоративные бетоны, стойкие к морозной и другим видам агрессии. При создании цветных бетонов окраску обеспечивают введением в состав пигментов-красителей, называемых хромофорами. Имеются минералы, окраска которых обусловлена содержанием в виде изоморфной примеси иона хромофора. Хромофорами являются железо, кобальт, никель, марганец, титан, медь и др. Первое место среди них занимает железо в виде оксидов: Fe³⁺ придает цементу интенсивный красный, бурый, желтый цвета, Fe⁴⁺ придает черный, зеленоватый и голубоватый цвета. Минеральные синтетические и природные пигменты являются преимущественно железистоокисными.

Пигменты, применяемые в технологии декоративных бетонов должны отвечать следующим требованиям: обладать свето-, кислото-, щелоче- и солестойкостью; характеризоваться равномерностью изменения объёма; не содержать легко растворимых солей, способных образовывать высолы и пятна; не ослаблять свой цвет при смешивании с цементом и в бетоне при тепловлажностной обработке; хорошо смачиваться и не комковаться при перемешивании бетонной смеси; иметь оптимальную дисперсность и минимально повышать водопотребность бетонной смеси; иметь близкую к цементу плотность, не отделяться из бетонной смеси; не содержать ядовитых и вредных соединений.

С этих позиций лучшими считаются природные или искусственные неорганические пигменты. К таким пигментам относят: желтые – охра, крон свинцовый; красные – сурик железный, редоксайд, киноварь искусственная; зеленые – оксид хрома, свинцовая зелень; синие – ультрамарин, железная лазурь, синий кобальт; черные – пиролюзит, перекись марганца, углеродная сажа. В нашей стране и за рубежом для изготовления декоративных бетонов широко применяют искусственные железистоокисные пигменты.

В наших исследованиях было установлено влияние вида заполнителя и расхода цемента при различной удобоукладываемости

теста на структуру, прочность и цветовые характеристики декоративного бетона. Показано, что декоративные бетоны, приготовленные на граните, габбро, известняке, имеют высокие эксплуатационные характеристики и подобны исходным горным породам.

Для приготовления декоративного бетона использовали следующий примерный состав по массе, кг: песок крупностью 0–3 мм – 930, песок крупностью 3–7 мм – 370, гравий крупностью 5–10 мм – 470, обычный портландцемент – 340 и пигмент – 3–10 % от массы цемента. Все составляющие перемешивали в сухом виде в течение 30–90 с, затем добавили 150 литров воды, и смесь опять перемешивали в течение 30–90 с. Пигмент можно вводить в меньших или больших количествах. Введение 10 % пигмента не оказывает вредного влияния на свойства бетона или на сроки схватывания цемента. Оптимальные результаты получены при введении в бетон 5–6 % пигмента от массы цемента, и дальнейшее увеличение его количества оказывается малоэффективным.

Эффективным способом повышения прочности и стойкости бетонов является применение кремнеземсодержащих добавок, которые повышают плотность цементного камня и улучшают контактную зону между цементным камнем и заполнителем.

В качестве заполнителей для декоративных бетонов используют различные горные породы и отходы от камнеобработки. Большое значение имеет при подборе заполнителей изучение структуры и текстуры исходных горных пород. Под структурой горных пород понимают их строение, которое характеризуют величиной, геометрической формой и количественным соотношением составных частей – минералов. В зависимости от величины зерен породы делят на крупнозернистые, средне- и мелкозернистые.

Одним из лучших декоративных материалов, имитирующим природные материалы, является декоративный бетон, полученный на цветном цементе по специальной технологии в модифицированном турбулентном бетоносмесителе, а также на заполнителях из горных пород со вскрытой поверхностью. Вскрытие поверхности декоративного бетона можно осуществлять механической обработкой инструментом из тугоплавкой стали или с победитовой насадкой, либо путем распиловки блоков на плиты различных размеров. При проработке декоративных бетонов инструментом и вскрытии поверхностного слоя заполнителя, получают поверхность, не уступающую по своим свойствам природным каменным материалам.

В настоящее время изделия из декоративного цветного бетона имеют относительную невысокую стойкость к агрессивной среде, в условиях попеременного замораживания и оттаивания. В связи с этим актуальным и перспективным является получение на основе минеральных и полимерных вяжущих эффективных слоистых декоративных изделий, состоящих из бетонного основания и прочного стойкого поверхностного декоративно-защитного полимербетонного слоя, имитирующего природные каменные материалы. Достаточно высокие физико-механические характеристики и хороший внешний вид имеют материалы на основе полиэфирных олигомеров. К положительным свойствам полиэфиров относят вязкость, хорошую смачивающую способность, быстроту и простоту отверждения, высокую когезионную прочность, адгезию к разным материалам, что дает возможность применять их в наполненных композитах для защитно-декоративных покрытий. В качестве наполнителей можно использовать кварцевый песок, гранитную, диабазовую, мраморную или стеклокрошку.

Для повышения долговечности строительных конструкций необходимо принимать меры, снижающие или исключаящие агрессивные воздействия на них. Одним из таких способов, позволяющих продлить срок службы конструктивных элементов, является применение различных защитных покрытий на основе полимерных связующих. Длительную и надежную работу в конкретных условиях эксплуатации могут обеспечить покрытия на основе эпоксидных смол, которые обладают повышенным сцеплением к различным поверхностям, хорошими электроизоляционными свойствами, имеют повышенную прочность, технологичны при нанесении. На сегодняшний день в практике противокоррозионных работ применяются различные виды, эмалей, красок, мастик, полимеррастворов и полимербетонов на их основе, являющихся по своему составу многокомпонентными системами.

При создании слоистого композитного материала, имеющего различные прочностные и деформативные характеристики, важно обеспечить работу слоистого композита как структурно-целостного материала, что может быть достигнуто выбором оптимального соотношения модулей деформаций, коэффициента температурного линейного расширения, а так же геометрических размеров слоев. В эксплуатационных условиях разрушение слоистых материалов происходит по двум основным схемам: образование в поверхностном слое сквозных трещин, которые являются следствием растягивающих

напряжений, вызванных усадочными и температурно-влажностными деформациям основного слоя бетона; отслоение поверхностного слоя из-за действия касательных напряжений в контактной зоне.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Архангельский, Е. А., Баженова, С. И.** Исследование свойств декоративных бетонов // Вестник МГСУ. – № 1. – 2009. С.330–332
- 2 **Баженова, О. Ю.** Эффективные отделочные – каменные материалы // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – № 3. – 2013. – С.15–18.
- 3 **Магдеев, У. Х., Баженова, О. Ю.** Декоративные бетоны, имитирующие горные породы // Информационный бюллетень Строительство. – № 3. – 2013. – С.4–5.
- 4 **Моисеенко, К. С., Алимов, Л. А.** Декоративные бетонные изделия с поверхностным полимерным слоем // Вестник МГСУ. – № 4. – 2011. – С. 486–489.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛ УНОСА И ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ТЕКЖАНОВ К. И.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАПУСТИН А. П.

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

СТАНЕВИЧ В. Т.

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

В послании главы государства стратегия «Казахстан-2030» подчеркивается индустриальное развитие, где написано, что для того что бы оказаться в 30-ке развитых стран, необходимо провести сравнительный анализ конкурентных производств и отраслей других стран и определить направления, где нужно поддерживать существующие преимущества, а где – устранять существующие проблемы.

Проблема утилизации отходов производств в Казахстане до сих пор стоит очень остро и одним из приоритетных направлений развития науки является рациональное использование природных ресурсов. В результате деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса Казахстана образуются крупнотоннажные отходы

(вскрышные, горелые породы, золошлаковые отходы), которые являются неиссякаемыми источниками сырья.

Например, АО «Экибастузская станция ГРЭС-2» в результате своей деятельности помимо энергии вырабатывает большое количество золошлаковых отходов в качестве отходов производства. В данный момент эти золошлаковые отходы никак не используются и просто сбрасываются в озеро, загрязняя окружающую среду. Кроме того, удаление и хранение золошлаковые отходы весьма затратный процесс, так как в процессе гидрозолоудаления используется большое количество воды, а золоотвалы требуют дорогостоящего оборудования. На сегодняшний день объем золошлаковые отходы достиг 33 млн тонн, площадь золоотвалов составляет более 4334 га.

Научные исследования и практика дорожного строительства показали, что золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива представляют собой материалы, пригодные для применения во многих отраслях народного хозяйства.

- в сельском хозяйстве – как удобрение;
- в металлургии – как шихта для получения алюминия и концентрат для получения железа;
- в строительной индустрии золошлаковые смеси и золы сухого улавливания – как сырье для цементов и бесклнкерных вяжущих, бетонов (тяжелых, легких, ячеистых), пористых заполнителей, силикатных, керамических, теплоизоляционных и других материалов.

Применение зол в дорожном строительстве на сегодняшний день это очень актуальный вопрос, так как его применение решает много важных проблем.

Использование зол в строительстве началось еще в 30-х годах XX века при изготовлении кирпичей и шлакоблоков. Одним из наиболее ответственных объектов возведенных с использованием зол, являются Таллиннская телебашня и Ленинградская атомная электростанция. Из последних объектов хотелось бы отметить грузовой порт в г. Хельсинки и порт Тронхейм в Финляндии. Также в Англии зола уноса от сжигания каменного угля была применена в начале 60-х годов как материал для возведения насыпей. Исследования показали, что зола уноса является материалом, пригодным для сооружения насыпей и устройства нижних слоев основания дорожной одежды, которые должны находиться на глубине не менее 40 см от поверхности покрытия в связи с их недостаточной морозоустойчивостью. Аналогичные исследования золошлаковых смесей из отвалов тепловых электростанций доказали их пригодность для сооружения насыпей и

устройства оснований дорожных одежд. В Японии в используемый для дорожного строительства смешанный шлак сталеплавильного производства добавляют до 5 % (массы смеси) золы уноса.

В дорожном строительстве золы и золошлаковые смеси используются при сооружении земляного полотна, для устройства укрепленных оснований, в качестве заполнителя и минерального порошка в асфальтобетонах. Золо сухого улавливания можно применять в качестве самостоятельного вяжущего, а также как активную добавку к неорганическим и органическим вяжущим веществам.

В таблице 1 приведен усредненный химический состав золошлаковых отходов, полученных при сжигании углей некоторых месторождений на ТЭЦ Казахстана.

Таблица 1 – Химический состав золы (макрокомпоненты)

Наименование месторождений и ТЭЦ	Содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
Семипалатинская ТЭЦ, кузнецкий уголь	55,3	17,3	3,2	3,0	1,9	1,4	0,3	1,9	0,7
Усть-Каменогорская ТЭЦ, кузнецкий уголь	56,9	18,8	3,2	3,6	2,1	1,4	0,4	2,6	0,8
Экибастузская ГРЭС-1, экибастузский уголь	52,3	25,7	5,3	1,5	0,4	-	1,7	0,03	0,6
Экибастузская ГРЭС-2, экибастузский уголь	57	22,3	2,8	1,6	0,9	-	1,7	0,3	0,2
Павлодарская ТЭЦ, экибастузский уголь	54,1	28,3	7,5	1,1	0,6	1,5	0,6	0,4	0,2
Карагандинская ТЭЦ, карагандинский уголь	60,2	25,5	5,9	3,6	1,1	1,0	0,8	1,7	1,1

Кроме приведенных макроэлементов, составляющих основную массу отходов, золошлаковые отходы содержат микропримеси таких элементов, как цинк, свинец, хром, марганец, кобальт, никель, ртуть, мышьяк, сурьма, ванадий, стронций, таллий, германий, бор, бериллий, фтор и др.

Топливные золы и шлаки являются продуктами термохимических и фазовых превращений неорганических компонентов топлива и в значительной степени состоят из минералов вмещающих горные породы. Преобладающими минералами в золошлаковых материалах ТЭС являются силикаты.

Важнейшими физическими свойствами золошлаковых отходов являются зерновой состав, насыпная и истинная плотности, водонасыщение и способность к морозному пучению.

Зерновой состав определяется видом топлива, его подготовкой к сжиганию, режимом сжигания, способом улавливания золы, местом отбора (табл.2). При сухом удалении золы крупные частицы улавливаются циклонами, мелкие – электрофильтрами. При этом на каждом поле электрофильтра собирается определенная фракция золы. Так, на Прибалтийской ГРЭС зола из циклонов содержит частиц размером мельче 50 мкм 47–63 %, электрофильтровая зола со второго поля – 61–87 %, с третьего – 78–99 %, а четвертого – 100 %.

Таблица 2 – Зерновой состав некоторых зол сухого улавливания

Вид топлива	Содержание, %, зерен размером, мм						
	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	<0,05
Каменный уголь, Экибастузский бассейн	-	-	-	0,5	95	340	560
Бурый уголь Харанорское месторождение	-	0,1	1,4	37,5	52,0	90	-
Каменный уголь, Нерюнгринское месторождение	0,3	0,6	28	3,5	37,0	29	52,9
Антрацитовый уголь, Донецкий бассейн	-	0,1	0,1	18,1	0,1	225	59 1

При этом происходит разделение и по химическому составу, и по фазовому. Максимальное содержание сферических стекловидных частиц имеют мельчайшие фракции золы. Чем зерна золы крупнее, тем выше в ней содержание агрегированных, шероховатых, пористых частиц.

Системы гидроудаления золы и шлака направляют в отвалы полидисперсные шлакозольные смеси. Вблизи места выпуска пульпы образуется шлаковая зона отвала, в которой преобладают частицы крупнее 0,25 мм, в отдалении – мельче 0,25 мм.

От зернового, химического и фазового составов золы зависит ее насыпная плотность, которая может составлять от 0,6 до 1,3 г/см³. Удельный вес (истинная плотность) золы колеблется от 1,75 до 3,5 г/см³, составляя в среднем 2,1–2,4 г/см³.

Одним из технологических параметров, определяющем прочность шлакогрунта, является влажность грунта. Недостаток воды ведет к повышению трения между частицами шлакогрунта, которое затрудняет их сближение и снижает прочность при сжатии. Избыточное увлажнение смеси ведет к появлению свободной воды в порах и капиллярах системы, которая в процесс уплотнения смеси разрушает

микроагрегаты грунта, а в результате испарения оставляет свободные поры и полости, снижающие прочность композиции. Оптимальная влажность шлакогрунта определяется следующим способом. Смесь увлажняли до тех пор, пока не начинает проявляться устойчивое уменьшение веса уплотненного грунта или шлакогрунта. Исследования показали, что увеличение влажности исходных материалов до 16 % для суглинка и 12 % для супеси приводило к росту веса отформованных образцов. Дальнейшее увеличение содержания воды сверх 16 % и 12 % снижало плотность и прочность шлакогрунта.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- применение золошлаковых отходов позволяет сэкономить на стоимости основных дорогостоящих материалов без ущерба качеству изделия, одновременно решая проблему утилизацию золошлаковых материалов;
- необходимо разработать состав зологрунта для укрепления дорожных оснований на основе местных материалов, включающий грунт, золу и активатор твердения;
- для получения высококачественного материала необходимо учитывать зерновой состав, насыпную и истинную плотности, водонасыщение и способность к морозному пучению;
- для получения материала с высокими физико-механическими свойствами необходимо выдерживать оптимальную дозировку золы 23–25 % в составе зологрунта.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Путилин, Е. И., Цветков, В. С.** Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. – М. : Союздорнии, 2013.
- 2 **Арутюнов, В. С. и др.** Новые технологии в дорожном строительстве. – М. : Автомобильные дороги, № 2. – 2011.
- 3 **Умбетова, Ш. М.** Техногенные отходы предприятий энергетики и пути их вторичной переработки. – Алматы, 2011.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И ПОЛИМЕРКОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УМАТАЕВА Р. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КОРНИЕНКО П. В.

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

ОМАРОВ Ж. М.

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

В последнее время на рынке строительных материалов увеличилось количество предложений полимеркомпозитных материалов, в частности полимерной арматуры. Это связано с несомненно более лучшими качественными характеристиками данного материала в сравнении с обычной металлической арматурой.

Кроме того, были утверждены нормативные документы касающиеся изготовления и использования полимеркомпозитной арматуры, такие как:

1 ГОСТ 31938-2012. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия.

2 ГОСТ 32486-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения характеристик долговечности.

3 ГОСТ 32487-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения характеристик стойкости к агрессивным средам.

4 ГОСТ 32492-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик.

5 Технический регламент № 1198 «Требования к безопасности железобетонных, бетонных конструкций» от 22 декабря 2008 года».

То есть в Казахстане впервые в техническом регламента № 1198 п. 89, была предложена возможность применения полимерной арматуры в строительных конструкциях.

С тех пор полимерная арматура получала распространение на всем строительном рынке. Этому есть несколько причин:

- не подвергается воздействию агрессивных средств. Не ржавеет и не разрушается структура в агрессивной среде. Не теряет свойств при разных температурах.

– отсутствие потери тепла. Стеклопластиковая арматура плохо проводит тепло, в несколько раз хуже, чем сталь.

– коэффициент расширения как у бетона. Это значит, что не образуется трещин в бетоне и обрывов арматуры при скачках температуры.

– диэлектрик, не пропускает ток.

– радиопрозрачна, не препятствует проникновению радиоволн.

– магнитоэнергетна, не подвергается действию электромагнитных волн. Не коптит статическую энергию и не мешает проникаемости радиоволнам.

– долговечна, срок службы не менее 80 лет.

– экологична, отсутствуют испарения вредных веществ.

– малая масса и компактная форма. Поставляется в бухтах по 50 и 100 пог. метров или в хлыстах. Это значительно снижает расходы на транспортировку и облегчает монтажные работы на строительстве.

Вместе с тем у полимерной арматуры имеются и недостатки:

– низкая термостойкость. Стеклопластиковую арматуру нельзя использовать в бетонных конструкциях, где требуется огнестойкость сооружения. При температуре в 600 градусов бетонное сооружение фактически остается без каркаса.

– низкая упругость. При возведении фундаментов или промышленных полов с высокими нагрузками это не мешает, но при монтаже перекрытий необходимо проводить дополнительные расчеты и, при необходимости, комбинировать с металлической арматурой.

– отсутствие возможности изогнуть профиль арматуры. В случае необходимости применяют комбинированно с гнутыми элементами из металла.

Несмотря на вышеприведенные недостатки полимеркомпозитных конструкции, сфера их применения с каждым годом растет, так как они обладают несомненно более лучшими эксплуатационными характеристиками нежели железобетонные конструкции.

Для сравнения сведем данные в сводную таблицу.

Таблица 1 – Сравнительная таблица характеристик

Характеристика	Стальная арматура	Стеклопластиковая арматура
Материал	сталь	стеклорвинг
Предел прочности при растяжении, МПа	390	1300
Относительное удлинение, %	25	2,2

Плотность, т/м ³	7	1,9
Коррозионная стойкость	корродирует	нержавеющий материал
Теплопроводность	теплопроводна	нетеплопроводный
Электропроводность	электропроводна	диэлектрик
Выпускаемые профили, диаметры, мм	6-80	4-24
Длина, м	6-12	по заявке
Экологичность	экологична	не токсичен
Долговечность	в соответствии со строительными нормами	прогнозируемая - не менее 50 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам, диаметры, мм	8	4
	10	6
	12	8
	14	10
	16	12
	18	14
Экономика замены	арматура 10 А-III средняя цена 75 тг./п.м, 12 А-III – 105 тг./п.м, 14 А-III – 144 тг./п.м.	равнопрочная замена диаметром, 6 мм – 70 тг./п.м 8 мм – 100 тг./п.м 10 мм – 140 тг./п.м
	при использовании арматуры Ø8 А-III размер ячейки 14x14 см, масса 5,5 кг/м ²	при использовании арматуры Ø8 мм размер ячейки 23x23, масса 0,61 кг/ м ²
	25 т/м ²	

Как видно из таблицы, масса арматурного каркаса при применении полимеркомпозитной арматуры уменьшается в девять раз, что позволяет значительно облегчить конструкцию несущих оснований.

Далее рассмотрим недостатки железобетонных строительных конструкции:

– большой удельный вес стальных армирующих материалов (доля металлических включений в железобетоне составляет до 25 % от общей массы сооружения) требует усиленных фундаментов, которые также приходится упрочнять арматурой.

– тенденции к коррозированию в составе монолитных заливок приводят к ослаблению прочности сооружений и ослаблению несущих способностей зданий.

– высокие параметры электропроводности создают неудобства при эксплуатации особо чувствительным к побочным электромагнитным влияниям.

– параметры теплового расширения стали намного превышают аналогичные показатели бетона, поэтому при температурных перепадах происходят разрывы армирования и образование трещин в железобетонных конструкциях.

Композитная арматура, являющаяся неметаллической по своему составу, лишена всех вышеназванных недостатков. Благодаря глубоким технологическим прорывам, ставшим возможными благодаря продуманным решениям, арматура композитная полимерная прочно заняла свое место как полноценная альтернатива стальной арматуре.

Вместе с тем, для повсеместного применения полимеркомпозитной арматуры недостаточно проработана нормативно-справочная база. Не хватает утвержденных методик по расчету строительных конструкций со стеклопластиковой арматурой. Кроме того, в связи с масштабным внедрением в проектирование строительных конструкций средств автоматизированного проектирования необходимо уже сейчас заложить в программное обеспечение математические модели по расчету строительных конструкций с использованием полимеркомпозитных материалов.

Также необходимо провести работы по экспериментальному подтверждению математических расчетов, так как недостаточно изучен опыт эксплуатации изделий с полимеркомпозитной арматурой, не нормированы характеристики сцепления арматуры с бетоном, нет единой методики по определению механических свойств арматуры. В связи с вышеперечисленными проблемами применение полимеркомпозитной арматуры весьма ограничено, соответственно цены соразмеримы со стальной арматурой.

Необходимы дополнительные исследования, направленные на решение затронутых в данной работе проблем и на обоснование более интенсивного применения арматуры на основе волокна и полимерного связующего в бетонных конструкциях, что позволит добиться оптимальных технико-экономических результатов при проектировании строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 31938-2012. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия.

2 ГОСТ 32486-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения характеристик долговечности.

3 ГОСТ 32487-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения характеристик стойкости к агрессивным средам.

4 ГОСТ 32492-2013. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик.

5 Технический регламент № 1198 «Требования к безопасности железобетонных, бетонных конструкций» утвержденный постановлением правительства РК от 22 декабря 2008 года.

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАМАЗУЧЕННОГО ГРУНТА

ШЕРЕМЕТЬЕВА Т. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ДАНИЛОВ В. И.

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

Мы живем в эпоху индустриального развития нашего многогранного государства. Ежегодно Президент Республики Казахстан призывает народ делать все возможное для форсированного развития нашей страны. Разрабатываются программы и инструменты поддержки национальной экономики.

Одной из наиболее востребованной и развитой отраслей развития государства является строительство. Именно на него уходят колоссальные ресурсы, составляющие мощный производственный кластер страны. Производство строительных материалов, техники, расходных материалов, комплектующих стимулирует работу огромного количества промышленных предприятий.

Одной из распространенных отраслей народного хозяйства является производство заполнителей, используемых в строительстве. В реалиях развивающейся экономики нашего государства востребованность строительных материалов не только является постоянной, но и с каждым годом в разы увеличивается. Поэтому вторичное использование материальных ресурсов при производстве является

одним из основных инновационных методов, соответствующих общей нацеленности нашего государства на переход к Зеленой экономике.

Одним из перспективных направлений использования отходов является получение строительных материалов. Утилизация отходов в строительные материалы направлена на решение социальных и экологических проблем, улучшение жилищных условий населения, создание дополнительных рабочих мест [1, с. 254].

При получении строительных материалов из вторичного сырья экономическая эффективность будет заключаться в предотвращенном экологическом ущербе. Применение вторичного сырья снизит потребность в первичных минерально-сырьевых ресурсах, отпадет необходимость в специализированных карьерах по разработке глин, нарушении природных ландшафтов и т.д. Утилизация производственных отходов в промышленности строительных материалов решает не только экологические, но и экономические задачи, поскольку сырье из отходов в 2–3 раза дешевле, чем природное [2, с. 9].

Для эффективного извлечения пористого заполнителя из загрязненного нефтепродуктами грунта, необходимо исследовать и разработать технологию, наносящую минимальный экологический ущерб окружающей среде, имеющую низкие капитальные затраты на ее реализацию и позволяющую получать прибыль. Замена сырья вторичными ресурсами даст выгоду как в экономическом, так и социальном плане, что позволит: сократить общее количество вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов; сэкономить энергию, затрачиваемую на процессы добычи и переработки сырья; уменьшить количество производимых промышленных отходов; защитить окружающую среду.

Утилизация крупнотоннажных отходов в пористые строительные заполнители направлена на решение экологических и социальных проблем в регионах с развитой горнодобывающей и металлургической промышленностью т.д. Экономическая же эффективность использования отходов определяется тем, что техногенное сырье уже извлечено из недр, измельчено до тонкодисперсного состояния и уложено в отвалы.

За многолетнюю практику проблема утилизации грунтов, загрязненных нефтепродуктами, так и не была реализована в промышленном масштабе. Различные эксперименты, направленные на извлечение полезных компонентов, перевода в другой класс опасности

и применение в других отраслях промышленности, не увенчались успехом.

Рассматривая различные технологии переработки отходов производства, в том числе замазученного грунта, следует иметь в виду, что разные виды отходов различаются по физическим свойствам и химическому составу. Это обстоятельство требует индивидуального подхода при выборе варианта его использования и переработки. При современном состоянии технологии различных производств необходима технология переработки твердых отходов и нефтешламов, внедрение которой не потребует больших инвестиций и улучшит экологические показатели промышленной деятельности алюминиевого завода на территории региона. Замазученный грунт и нефтешламовые отходы могут быть источником сырья для металлургической, химической и строительной отраслей промышленности. Данные отходы можно подвергнуть переработке с целью извлечения полезных компонентов, как для возвращения в цикл производства, так и для продажи в различные сферы промышленности.

В силу актуальности проблемы необходимо изучить состав указанных отходов, разработать способ переработки, дать методы и предложения по снижению воздействия на атмосферу. При этом методы утилизации замазученного грунта должны быть основаны на физико-химических исследованиях свойств и структуры данных отходов различных производств, которые позволят определить принципиальную возможность их использования в различных отраслях промышленности.

Для очистки грунта от нефтепродуктов существует множество способов и методов. Одним из способов удалить нефтепродукты является метод пропаривания. Кроме этого имеются методы центрифугирования, мойки, коагуляции и другие. Принцип работы оборудования, использующего эти методы, следующий: при использовании оборудования нефтешлам проходит технологическую стадию, где содержащиеся в грунте нефтепродукты растворяются растворами или паром, а далее проходя центрифугирование, отделяются от частичек грунта. Комплекс оборудования по очистке нефтешламов является достаточно сложным, состоящим из многих блоков и сложных механических частей. Недостаток данного комплекса и его аналогов является дороговизна и малая производительность.

В рамках исследования возможности переработки отходов, загрязненных нефтепродуктами, была изучена технология переработки нефтешламов путем биологической очистки.

Склад нефтешлама представляет собой помещение площадью 10 500 м². Согласно рабочему проекту склад будет разделен на отсеки размером 30 x 30 м и в высоту 3 м. Всего таких отсеков планируется 9 + 1 отсек 30 x 20 м.

Нефтешлам будет завозиться на склад порционно, по 8,5 тыс. тонн грунта в каждый период очистки (всего два периода). Погрузчик будет размещать нефтешлам по отсекам толщиной слоя 60 см. Исходя из плотности нефтешлама (1700 кг/м³) объем единовременно перерабатываемого замазученного грунта составит 5000 м³, занимающего площадь 8 400 м². Соответственно в год количество грунта составит 10000 м³. Всего планируется два периода очистки в год (март – июнь, июль – октябрь). Количество перерабатываемого материала составит 17 тыс. тонн в год. Для удобства размещения грунта между отсеками будет оставлен проезд шириной 10 м., а также вход в каждый из отсеков будет оснащен буртом, высотой 70 см. для удержания нефтешлама внутри отсека.

Затем на обрабатываемый материал равномерно будет вноситься микробноферментный биопрепарат Микрозим(tm) арт. «ПЕТРО ТРИТ». Очистка грунта от нефтепродуктов будет проводиться только в теплый период года (с марта-апреля по октябрь-ноябрь), т.к. при применении препарата должны соблюдаться условия температуры окружающего воздуха от +5 °С до + 50 °С, согласно методике применения препарата, представленной производителем. Разложение и обезвреживание 60-70 % массы загрязнителя достигается за 112 суток, при трехкратной обработке почвы препаратом (на первые, 38 и 75 сутки обработки). На 1 м³ почвы, при толщине слоя почвы более 0,15 м. и высокой концентрации нефтяного загрязнения (30–100 %) необходимо 1,8 кг. Препарата (0,8 кг на 1 часть обработки, 0,5 кг на вторую и 0,5 кг на третью). Для более высокой эффективности очистки влажность грунта должна достигать 50–60 %. Так как неочищенный грунт имеет собственную влажность (около 90 %), дополнительно грунт увлажнять не нужно. При отсутствии высоких температур и прямых солнечных лучей, потеря влаги будет не значительна.

За период обработки грунт будет перемешиваться трижды: на первые, 38 сутки и 75 сутки обработки. Перемешивание будет производиться погрузчиком.

Таблица 1 – Степень загрязненности почвы нефтепродуктами

Снижение нефтяного загрязнения, %	Степень загрязненности почвы нефтепродуктами		
	низкая 1–5 %	средняя 5–10 %	высокая 30–100 %
30 %	в течение 7 суток	в течение 15 суток	в течение 30 суток
40 %	в течение 12 суток	в течение 25 суток	в течение 50 суток
50 %	в течение 25 суток	в течение 50 суток	в течение 84 суток
60 %	в течение 40 суток	в течение 60 суток	в течение 112 суток
70 %	в течение 68 суток	в течение 90 суток	в течение 140 суток
до 98 %	в течение 100 суток	в течение 130 суток	в течение 200 суток

Склад для грунта, пропитанного нефтепродуктами, будет находиться внутри готового складского помещения, в котором планируется перепланировка. Склад будет занимать общую площадь 10 500 м². Технической перепланировки помещения не требуется, так как складское помещение по площади позволяет разместить отсеки и имеет бетонированное основание. Нефтешлам для переработки и полученный грунт после очистки будут завозиться и вывозиться одновременно в течение 6 дней.

Препарат представляет собой полностью натуральный биологический деструктор нефтяных углеводородов в виде порошка коричневого цвета с ярко выраженным характерным запахом хорошо удобренной почвы. Препарат предназначен для экологически безопасной очистки почвы (грунта) и нефтешламов от нефтяного загрязнения путем искусственно стимулированного биологического разложения нефтяного загрязнителя (нефтепродукта) в почве (грунте) на безопасные продукты метаболизма, не препятствующие росту растений, плодородию и самоочищению почвы. В основе действия препарата-биодеструктора Микрозим(tm) «Петро Трит» лежит реализация принципа усвоения живыми микроорганизмами углеводородов нефти в качестве источника энергии жизнедеятельности. Параллельно в препарате применен ряд естественных биологических веществ, разрушающих и видоизменяющих структуру нефтяного загрязнения и интенсифицирующих активность углеводородокисляющих микроорганизмов.

Препарат-биодеструктор углеводородов «ПЕТРО ТРИТ» на сегодняшний день является наиболее эффективным и мало затратным способом очистки нефтешлама. Препарат позволяет быстро, полностью, и без вреда для окружающей среды очистить грунт от нефтяного загрязнения, превратив разлитый нефтепродукт

в экологически безопасные продукты микробного метаболизма, составляющие питание растений.

По истечении срока переработки очищенный грунт будет вывозиться со склада для дальнейшей его сортировки в качестве мелкого заполнителя.

Таким образом, анализируя имеющиеся методы, способы и оборудование по обезвреживанию нефтепродуктов, сделан вывод, что наилучшей доступной технологией является технология применения биологических препаратов.

Применение вышеописанной технологии не только позволит сократить количество отходов производства, но и позволит эффективно использовать их в строительной отрасли, сократить стоимость используемых мелких заполнителей, при этом не снижать качество строящихся объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Соколов, Л. И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов. – СПб. : Питер, 2017.

2 Брызгина, Е. Ю., Насыров, Р. Р. Утилизация нефтесодержащих отходов на цементном производстве // Фундаментальные исследования. – № 10-6. – 2013. – С. 1200–1202.

7.3 Қазіргі архитектура және дизайн 7.3 Современная архитектура и дизайн

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ҚАМИДОЛЛА Б. Д.
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Строительство домов – нелегкое дело, которое включает в себя планировку здания, выбор строительной фирмы, подготовку документов. Однако первым, что бросается в глаза это фасад. Красивый фасад является визитной карточкой дома, поэтому стоит отдать ему должное внимание. На сегодняшний день, по взгляду на здание, мы можем определить к какой эпохе оно относится и в каком стиле выполнено. Что касается современной архитектуры, то она разнообразна, не однородна и эклектична. Среди множества стилей и направлений есть те, которые являются наиболее самостоятельными.

Современные архитекторы стремятся к минималистичному решению отделки фасадов, стараются сделать стены зданий максимально простыми, не перегруженными дополнительными архитектурными элементами. Стены строений получаются прямыми и ровными, крыша в большинстве случаев используется двускатная или плоская. Таким образом дома получаются более энергоэффективными, а затраты на их обогрев – минимальными. Изменить внешний вид домов помогает облагораживание фасада. При помощи него можно придать зданию оригинальный вид. Отделка фасада ведется с применением различных материалов, таких как стекло, камень, металл, дерево и др.

На данный момент на рынке большой ассортимент отделочных материалов разных структур и цветов. Любое дизайнерское решение по отделке фасада с легкостью может быть воплощено в жизнь. Красивые фасады современности часто окрашены в холодные оттенки. От белого цвета не отстают серые и черные оттенки, а также их разновидности, начиная с серебристого и заканчивая графитным. Конструкция дома определяет, какой стиль будет оптимально выглядеть в данном варианте. Оформление фасада в конкретном стиле предполагает не выбор конкретных материалов, а комбинирование их расцветок и метода установки. Так, отделка домов штукатуркой может быть проведена практически во всех стилях, но манера и выбор цвета будут различными.

Хай-тек. Ориентация в оформлении домов в данном случае направлена на создание удобства использования и применение современных технологий. Стилю присуще или полное остекление фасада, или большие окна, сочетающиеся со строгостью геометрических форм. Сделать фасад в стиле хай-тек достаточно просто, особые изыски отсутствуют. Отделка представляет собой оштукатуривание материалами с различными фактурами. Декор – керамогранитная, либо стеклянная плитка. Упор на фасаде дома делается на стеклянных конструкциях – перегородки, витражи, окна, двери. В качестве акцента выступают газоны и зимние сады, расположенные по периметру фасада. Часто такие фасады располагаются веером и представляют чередование кирпичной и каменной кладки в сочетании с обшивкой из дерева.

Постмодернизм. Постмодернизм представляет собой совокупность течений в архитектуре, которые пришли на смену модернизму. Стиль поставил для себя задачу гармонизировать архитектуру в соответствии естественной и искусственной

окружающими средами. Главной составляющей постмодернизма стал упор на эстетический облик сооружений и их оригинальность. Запрет на декоративные элементы, как это было в модерне, снят. Практиками постмодернизма стали: Роберт Вентури, Морис Кюло, Леон Крие, Альдо Росси, Антуан Грюмбах. Как таковой новой идеи постмодерн не несет. Стиль основан на подражании историческим памятникам и созданию архитектурных объектов, используя упрощение классические формы и их хаотичное применение. Как и в хай-теке подход к воплощению сооружению ироничный. Материалы, используемые в стиле: нержавеющая сталь, неоновые трубки, анодированный алюминий и т.д. Предпочтение в выборе цвета отдается ярким цветам.

Метаболизм. Этот стиль зародился в конце 50-х годов XX в. в Японии. Кионори Кикутакэ стал главным идеологом направления. Взор первопроходцев данного стиля был обращен, как и в случае с био-теком к природе. Концепция метаболизма заключается в перенесении принципов индивидуального развития живого организма в архитектуру. Мир быстро меняется, и, чтобы идти в ногу со временем, архитекторы решили этот вопрос посредством перестройки сооружения и замены его составляющих при заданных требованиях. Признаком такой архитектуры является ячеистость, модульность. А особенностью стала незавершенность и недосказанность. Таким образом здания выглядят динамичными. А незаполненные пространства заставляют акцентировать на себе внимание и весь архитектурный объект находится в диалоге с окружающим миром.

Деконструктивизм. Стиль неразрывно связан с постмодерном, но принято разделять эти два направления. Он основан на постоянной изменчивости и поиску новых форм самовыражения. Основное отличие от постмодернизма – это удаленность от массового потребителя и более тесная связь с архитектурными теориями начала XX века.

На становление деконструктивизма повлиял русский конструктивизм 20-х годов XX века. Но его главные отличия от модерна и конструктивизма в радикальной позиции по отношению к заказчику, которая выражается в отрицании функциональности помещения. В видении деконструктивизма архитектура не решает задачи, а создает их. Ярким примером может служить музей Питера Айзенмана, в котором невозможно повесить картины. Также большим отличием от постмодерна можно считать идейность – происходит отнимание старого и создание нового. Форма зданий

выбирается усложненная, ломанная, поэтому сооружения смотрятся агрессивно. Деконструктивизм позиционирует себя как архитектура для избранных.

Минимализм. Зародился в 40-е г. Расцвет направления пришелся на 60-е г. XX в. Руководствуясь принципом «Меньше — значит больше» Мисван дер Роз развивает концепцию универсального дома и становится основоположником данного направления. Особенностью стиля стало избегание декора и украшений, монохромность, максимально простые прямые линии с минимальным изгибом, открытость, размытие границ между внутренним пространством и окружающей средой. Предпочтение отдается таким материалам как: металл, стекло, бетон, дерево. Если создается дом в стиле минимализм, то он функциональный, лаконичный, наполненный светом, где все инженерные, бытовые конструкции тщательно скрыты. Минимализм получил второе дыхание на рубеже XX–XXI вв. И на сегодняшний момент крайне востребован. Это касается не только индивидуального строительства, но и общественных сооружений. Из-за своей строгости, лаконичности и предельной функциональности он схож с хай-теком и популярен при возведении офисных центров, небоскребов.

Современные отделки фасадов.

Алюминиевый светопрозрачный фасад. Стекланный фасад может превратить обычное жилище в уникальное здание, гармонично объединяющее домашнюю обстановку с окружающим миром. Блеск стекол, отражение в них окружающего пространства придает такому фасаду легкость и изящество. Современный светопрозрачный фасад может быть любой формы и цвета. Принцип конструкции фасада такой же, как и у светопрозрачной кровли. Основание фасада – встроенные в здание алюминиевые или стальные несущие конструкции, которые заполняют стеклом, стеклопакетами или сэндвич-панелями. Стеклопакеты в таком фасаде зажаты по периметру в опоры или в лапки-держатели с герметизирующими резиновыми прокладками. Многофункциональность современных стеклопакетов защитит дом от огня, спасет от сильного солнца, при этом сэкономит тепло дома и избавит от уличного шума.

«Мокрый» фасад. Вид фасада является одним из самых недорогих, по технике нанесения напоминает слоенный пирог. В первую очередь идет специальный термоизоляционный слой, который крепится на стены с помощью клея и механических соединений, следом накладывается штукатурка из стекловолокна и синтетических

материалов. После шпатлевания теплоизоляции накладывается армирующий слой. Он служит основой для декоративного покрытия, состоит из штукатурки и специальной стеклосетки. Задача этого наполнителя – создать жесткую штукатурную поверхность и усилить начальное покрытие утеплителя. Последний слой фасада – декоративный, в базовой палитре декоративных штукатурок около двухсот цветовых тонов.

При всех плюсах «мокрого» фасада не следует забывать об одном нюансе этой системы – температура, при которой производится монтаж фасада, не должна быть ниже +5 градусов. Это объясняется свойствами связующего агента, который при холодной температуре перестает сохнуть.

Вентилируемый фасад. Является одним из самых популярных видов отделки фасада на сегодняшний день. Главные его достоинства: эффективная защита несущих стен здания от разрушений после осадков и высокая теплоизоляция, которая позволяет заметно экономить в отопительный сезон. Конструкция вентилируемого фасада не очень сложная: каркас, закрепляемый на несущей стене здания, и облицовочный слой, создающий тот самый привлекательный внешний вид, к которому так стремится каждый хозяин дома. Обязательное условие крепления каркаса – сохранение между внешней стороной несущей стены и вентилируемым фасадом воздушного зазора. Именно здесь идет вентиляция стен и одновременно создается теплоизолирующая прослойка. Из-за нее вентилируемая несущая стена не будет перегреваться в жаркий день, но в то же время воздушная прослойка в зимний сезон поможет сохранить тепло дому.

Сайдинг. Американское изобретение – виниловая фасадная облицовка (сайдинг) по праву пользуется большой популярностью в нашей стране. К преимуществам этой технологии можно отнести хорошие функциональные показатели и то, что отделать фасад сайдингом может каждый, без помощи специалиста. К тому же, с этим материалом можно работать при любой погоде, даже зимой. Панели изготовлены из поливинилхлорида различных цветов толщиной 1,0–1,15 мм. Они комплектуются всей фурнитурой и необходимыми элементами отделки оконных и дверных проемов и сопряжений различных плоскостей фасада. Богатая палитра цветов, тонкая текстура дерева, разный профиль панелей, возможность их горизонтальной и вертикальной установки позволяют достичь интересных дизайнерских решений в отделке фасада. Сайдинг

на стене дома образует эластичную оболочку, способную противостоять механическому воздействию. Виниловая облицовка малочувствительна к напряжению, которое возникает из-за перекосов самого дома. Сайдинг защищает стены от атмосферных осадков и ветра, устойчив к перепадам температур от -30 °C до +55 °C. Он пропускает пар и воздух со стороны дома, чем и сберегает его от конденсата. В отличие от дерева этот материал не высыхает, не растрескивается, не гниет и не подвергается вредному воздействию насекомых. При возгорании плавится и не поддерживает активного горения. Ухаживать за панелями довольно просто: достаточно раз в год обмыть фасад из обычного шланга.

Металлосайдинг. От традиционных виниловых панелей металлосайдинг отличается низким коэффициентом термического расширения и выделяется на фоне других отделочных материалов особой износостойкостью и долговечностью. Металлосайдинг представляет собой панели толщиной 0,45–0,55 мм, длиной 0,5 – 6 м со специальными замковыми соединениями и прорезями для крепления. Производится он в большинстве случаев из оцинкованной стали или алюминиевого сплава, а также из меди и цинк-титана. Благодаря наличию полимеров, металлический сайдинг не изменяется под воздействием ультрафиолета, не перегревается при высоких температурах, устойчив к образованию коррозии и воздействию агрессивных сред (щелочных, кислотных). Его можно использовать даже в регионах сурового климата, так как он легко переносит температуру в диапазоне от -60 до +80 °C. Из-за выдающихся характеристик металлосайдинга многие производители дают на него 20–30-летнюю гарантию. Также как и его виниловый предшественник, стальной сайдинг не требует особого ухода, он легко моется при помощи воды и чистящих средств, а разнообразие цветов дает возможность воплотить любые дизайнерские идеи.

Именно фасад производит первое впечатление, формирует у людей представление о положении и вкусе человека. Заботиться о его состоянии нужно с особой тщательностью: периодически следует чистить его, делать косметический ремонт и, если потребуется, капитальный ремонт фасада.

ЛИТЕРАТУРА

1 **Блохина, И. В.** Архитектура. Всемирная история архитектуры и стилей. – М. : ИАСВ, 2014.

2 Гагарин, В. Г., Козлов, В. В., Цыкановский, Е. Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК. – 2004. – № 2, 3.

3 Згурская, М. П. Архитектурные стили. – М., 2010. – С.23–25.

4 Кох, В. Энциклопедия архитектурных стилей. – М. : ИАСВ, 2015.

5 Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. – М. : ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, 2002.

7.4 Кәсіпорындардағы өнеркәсіп қауіпсіздігі 7.4 Промышленная безопасность на предприятиях

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

АНАПИЯ К. Ш.

магистрант, группа МБЖ-12 п, кафедра «Профессиональное обучение и защита окружающей среды», ПГУ имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, Республика Казахстан

ЛАРИЧКИН В. В.

д.т.н., профессор, кафедра «Инженерные проблемы экологии»,
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

Общий объем накопленных промышленных отходов в Казахстане составляет более 28 миллионов тонн. По отчетным данным за 2017 год объем образованных промышленных отходов по республике составляет 982211,796 тыс. тонн, из них утилизировано 227062,422 тыс. тонн, что составило 23,12 %.

По отчетным данным в республике насчитывается более 4049 полигонов и свалок отходов. Из них узаконенных полигонов и свалок – 459.

Причем большинство полигонов исчерпали свой срок действия, требуются их рекультивация, а также строительство новых соответствующих действующим нормам и требованиям полигонов.

Таблица 1 – Образование опасных отходов по видам экономической деятельности

Наименование	Единица	Годы		
		2015	2016	2017
Всего опасных отходов: из них	тыс т / год	382214,3	337414,7	251 565,7
Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство	тыс т / год	1146,8	1049,5	1110,8
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	тыс т / год	128518,8	80867,0	40200,0
Обрабатывающая промышленность	тыс т / год	19402,5	44918,2	16929,4
Снабжение электричеством, газом, паром	тыс т / год	28832,8	18844,3	7942,8
Строительство	тыс т / год	667,6	747,4	625,6
Другие виды экономической деятельности	тыс т / год	203645,8	190988,3	184756,9

Наличием огромных количеств исторических промышленных отходов, в том числе техногенных минеральных образований. За период Советских индустриальных пятилеток накоплены значительные объемы отходов тяжелой промышленности, аграрного комплекса и разработки полезных ископаемых. При этом значительная часть этих отходов весьма токсична, и имеет высокий уровень радиоактивного загрязнения.

Большинство промышленных предприятий имеют собственные объекты для размещения отходов (полигоны, шламонакопители, золоотвалы). Предприятия, не имеющие собственных объектов размещения отходов, передают их специализированным организациям, осуществляющим переработку и размещение. На сегодня функционируют более 200 организаций, специализирующихся на сборе, переработке и размещению отдельных видов отходов.

Непрерывный рост объемов металлургического производства влечет увеличение техногенного воздействия на окружающую среду в виде накапливающихся отходов производства. Это делает актуальной проблему утилизации отходов путем их переработки с доизвлечением содержащихся полезных компонентов [1].

В Павлодарском регионе одним из видов таких отходов являются шламы глиноземного производства.

Помимо проблемы хранения (пылеобразование, воздействие на грунтовые воды) существующих отходов актуальной является проблема подготовки новых отстойников шламов (а это, как правило, пригодные для сельскохозяйственной деятельности земли).

Предварительный анализ химического состава шламов позволяет сделать предположение о целесообразности их переработки с извлечением содержащегося в них в виде оксидов железа.

Обзор научно-технической литературы показал, что в настоящее время предлагаются различные способы переработки и использования красных шламов глиноземного производства. Это использование красного шлама как: добавки при агломерации, окомковании, доменной плавки железных руд, сырья для получения железа, шлакообразующего агента для рафинирования чугуна и стали, частичного заменителя глины при изготовлении литейных форм, добавки при производстве цемента и керамики, добавки при производстве строительного кирпича и огнеупоров, как основа для минеральных удобрений.

Для получения чугуна и стали предлагаются такие способы как: восстановительная плавка в доменных печах и электрических печах, во вращающихся и шахтных печах.

К сожалению, эти способы экономически не целесообразны, поэтому широко и не внедрены в производство.

Для обоснования экономически привлекательных способов переработки шламов были проанализированы существующие способы получения железа из руд применительно к различным шламам глиноземного производства.

В XX веке основным способом получения железа, или, точнее его сплавов – чугуна и стали, являлись двухстадийные процессы. Сырьем в данном случае является железная руда или его производные – агломерат, железорудные окатыши. Перерабатывать этим способом шламы металлургических производств не представляется возможным по ряду причин.

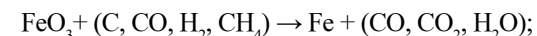
В то же время со второй половины XX века активно ведутся работы по разработке внедоменных способов получения железа и в настоящее время в этом направлении достигнуты определенные результаты [2].

Первоначально потребность в разработке внедоменных способов производства железа была вызвана желанием металлургов снизить или полностью исключить расход кокса, который в условиях доменного производства является основным источником тепла и восстановителем. При поиске новых способов восстановления железа желательным было исключение или значительное сокращение операций предварительной подготовки железной руды. В результате основная масса разработанных процессов получения железа позволяет в качестве сырья использовать пылевидную руду.

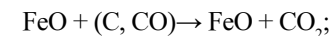
Проведенный анализ показал, что наиболее привлекательными являются способы внедоменного получения железа, в которых шламы алюминиевой промышленности являются сырьем.

Переработка шламов алюминиевой промышленности с получением железа в настоящее время может быть осуществлено следующими способами:

1) восстановлению железа из твердых железорудных материалов взаимодействием с твердыми или газообразными восстановителями по реакциям:



2) восстановление железа в кипящем железистом шлаке (жидкофазное восстановление) по реакциям:



По первому способу в настоящее время работает несколько десятков установок (общей мощностью около 30 миллион тонн/год).

По второму – две промышленных и несколько полупромышленных установок.

Наибольший интерес для нас представляют жидкофазные способы восстановления железа. Рассмотрим их более подробно.

Многостадийные процессы включают стадии нагрева и восстановления железорудных материалов, плавления и рафинирования получаемого металла.

Разделенность во времени и пространстве стадий восстановления и плавления железорудных материалов позволяет повысить стойкость огнеупорной футеровки. Многостадийность процесса позволяет также эффективно использовать тепловую и химическую энергию отходящих газов. Отдельные стадии и процесс в целом поддаются регулированию и управлению. Все это является преимуществами процесса.

Недостатками процесса являются взаимозависимость работы отдельных агрегатов, низкие температуры на стадии предварительного восстановления, что ограничивает скорость протекания процессов [3].

К многостадийным относятся процессы Corex, Dios, Hismelt, CCF, IRON и др.

Одностадийные процессы осуществляются в одном агрегате, в котором совмещаются стадии нагрева, восстановления, плавления и рафинирования металла.

Преимущества этого процесса заключаются в отсутствии ограничений температур восстановления железорудных материалов, что положительно влияет на кинетические параметры процесса и производительность агрегата.

Недостатком процесса является невозможность разделения во времени и пространстве процессов восстановления и плавления железорудных материалов и, как следствие, наличие жидких расплавов, богатых окислами железа, агрессивно воздействующих на футеровку. Получение металла заданного химического состава также является проблематичным.

Представленные в настоящей статье исследования позволяют сделать определенные выводы.

1) Объем образующихся и не используемых отходов, в частности металлургических предприятий составляет более миллиона тонн в год.

2) В качестве мер по экологизации металлургического производства следует рассматривать внедрение технологий переработки отходов, что позволит расширить дефицитную сырьевую базу отрасли, обеспечит прирост объема выпуска сопутствующих материалов, в частности для строительной отрасли.

3) Разработка технологий утилизации отходов металлургического производства должна опираться на адекватные методики анализа экоэффективности проектируемых техпроцессов, позволяющие получать интегральные эколого-экономические оценки результатов их внедрения и выполнять оптимизацию эколого-экономических характеристик подобных технологий.

4) Результативным способом определения эколого-экономической эффективности технологий переработки отходов металлургического производства является разработанная методика анализа и оптимизации параметров техпроцесса, основанная на использовании специальных морфологических карт и системы критериев реализуемости схем утилизации вторичных ресурсов в металлургии.

Экологический кризис, в состоянии которого находится сейчас наша планета, является следствием не только роста населения, но и кризиса сознания. Так, если в XVIII–XIX вв. и ранее в сознании человечества преобладало понятие долга, нравственного, семейного, государственного, религиозного, то в XIX–XX вв. большое распространение получили идеалы потребления, комфортабельной, приятной жизни. Человечество на этом пути не достигло счастья, однако потеряло возможность жить в ладу с природой и с самим собой [4].

В результате к концу XX в. термин «экология» перешагнул границы университетских аудиторий и превратился в политический лозунг и в обозначение определенного типа мировоззрения.

Если большая часть XX в. прошла под флагом эйфории от технологических успехов, то теперь человек понял, что он дитя природы, а не ее хозяин и властелин; сама возможность жизни человека на планете обеспечивается сложившейся в биосфере за тысячелетия скоординированной жизнедеятельностью всех биологических видов. Такое мировоззрение может быть названо биоцентрическим, в отличие от антропоцентрического, в котором в центре природы и мироздания стоит человек, и от социоцентрического, в котором центром и целью жизни самого человека является тоталитарная социальная или производственная система

ЛИТЕРАТУРА

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

2 **Ибрагимов, А. Т.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана / А. Т. Ибрагимов, С. В. Будон. – Павлодар : Дом печати, 2010. – 304 с.

3 **Боргер, В. В.** Переработка бокситовых ресурсов и отходов глиноземного производства / В. В. Боргер // Материалы международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан – 2020» (27 апреля 2011 года). Павлодар. – 2011. – С. 23–31 с.

4 **Ибрагимов, А. Т.** Разработка и внедрение технологии переработки низкокачественного бокситового сырья Казахстана. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. Т. Ибрагимов. – Алматы : КазНТУ, 2010. – 22 с.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

КУДЕРИН М. К.

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

Важнейший элемент обеспечения безопасности строительных конструкций – разработка и внедрение систем мониторинга технического состояния строительных конструкций (в том числе и автоматизированных). Актуальность этого направления обуславливается, кроме вышеперечисленных факторов, отсутствием необходимого количества квалифицированных специалистов и организаций в области проектирования, изготовления, экспертизы и эксплуатации комплексных автоматизированных систем мониторинга технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений [1].

Однако производственные здания и сооружения обладают весьма существенными специфическими особенностями, связанными с высокими рисками и условиями эксплуатации:

- высокая механическая нагруженность (статическая, малоцикловая, усталостная, вибрационная – от технологического и кранового оборудования, технологических трубопроводов и т.д.);
- воздействие агрессивных продуктов от технологических процессов и газовоздушной общецеховой среды;
- изношенность строительных конструкций зданий и сооружений на ОПО, составляющая более 80 %;
- риски аварий и катастроф, связанные с обрушением строительных конструкций зданий и сооружений и последующим выходом из строя технологического оборудования, что, в свою очередь, угрожает жизни и здоровью работников предприятий, населению близлежащих территорий, экологической обстановке местного и территориального масштаба. В результате на зараженной территории могут остаться без электроэнергии, воды и жилья десятки и сотни тысяч человек;
- материальный ущерб от последствий только одной аварии средней категории на химическом или нефтеперерабатывающем заводе исчисляется миллионами долларов.

В связи со сложностью проблемы рассмотрим некоторые ключевые элементы системы управления рисками и мониторинга технического состояния зданий и сооружений ОПО.

Решение существующих проблем промышленной безопасности может обеспечить системный подход к оценке управления рисками на основе теории. Это позволит максимально повысить защищенность ОПО от аварийного разрушения при эффективном расходовании средств. Такой подход основан на применении на практике методов оценки безопасности (см. рисунок 1), из которого следует, что будущее – за новыми методами оценки безопасности, оценки живучести и риска [2].

Для разработки системы управления рисками и мониторинга технического состояния зданий и сооружений необходимо собрать исходную информацию, а именно: провести анализ генерального плана и технологической схемы предприятия, технических параметров зданий, сооружений и оборудования; условий эксплуатации, режимов нагружения, ремонтов, обследований, инцидентов и аварий; проанализировать функционирование системы промышленной безопасности и оценить уровень подготовки персонала. Результат – анализ потенциальных рисков и вероятностей возможных аварий.



Рисунок 1 – Приборы неразрушающего контроля

Далее мониторинг технического состояния зданий и сооружений ОПО осуществляется выборочно по отдельным конструкциям, узлам

или элементам здания, работоспособность которых определяет безопасную эксплуатацию всего здания.

Таким образом, основные этапы разработки системы управления рисками и мониторинга технического состояния: обследование и экспертиза промышленной безопасности строительных конструкций зданий и сооружений; анализ взаимосвязи поврежденности конструкций и технологического оборудования; анализ деградации свойств материалов конструкций, оценки уровня фактических и допустимых рисков. Далее по критериям риска назначаются уровни ответственности зданий и сооружений и определяются критически важные зоны конструкций и узлов. Цель комплексного мониторинга технического состояния зданий и сооружений – безаварийная и, в перспективе, непрерывная (без остановок на обследовании) эксплуатация объекта. Задачи комплексного мониторинга технического состояния зданий и сооружений – своевременное обнаружение дефектов в конструкции, сбор, обработка и хранение данных технического диагностирования и прогнозирование изменения технического состояния конструкций во времени; автоматизация технического диагностирования и снижение роли человеческого фактора.

Этапы создания такой системы предусматривают: выбор методов неразрушающего контроля, оптимальных для решения задач мониторинга; определение типов и характеристик датчиков и других источников объективной информации; разработка программных комплексов, системы критериев и принятие решений; разработка и изготовление аппаратурной части системы; опытная эксплуатация; составление рекомендаций по действиям в критических ситуациях.

Современное приборостроение способно удовлетворить требования к приборам и оборудованию неразрушающего контроля и определения напряженно-деформированного состояния. Методы, используемые в комплексном мониторинге: акустическая эмиссия; вибродиагностика; тепловидение; измерение напряженно-деформированного состояния, линейных перемещений и углов наклона; метод свободных колебаний для элементов конструкций, зданий и сооружений в целом; измерение параметров газовой среды внутри и снаружи зданий и сооружений, параметров сейсмологической и геотектонической обстановки в зоне нахождения зданий и сооружений ОПО [3].

Важные элементы системы комплексного мониторинга – разработка и ведение баз данных (электронных паспортов) зданий и сооружений ОПО, позволяющие в режиме реального времени

получать информацию о техническом состоянии объекта. Эта идея была высказана в начале 2000-х гг. применительно к техническим устройствам ОПО (в частности, предлагалось начать с резервуарных парков-хранилищ взрывопожароопасных и химически опасных продуктов). Идея может быть реализована сначала для зданий и сооружений особо опасных производственных объектов. Постоянно обновляемая информация о техническом состоянии зданий и сооружений позволит повысить действенность государственных надзорных и контрольных органов (в частности, Ростехнадзора) за безопасной эксплуатацией ОПО, а также моделировать аварийные ситуации и прогнозировать поведение конструкций с учетом их ремонтов и реконструкций.

Для решения этих сложных, но перспективных задач необходима специальная структура, для создания которой потребуются организационная и материальная поддержка Ростехнадзора. Такую структуру предлагается создать в форме некоммерческой организации «Центр мониторинга технического состояния и рисков опасных производственных объектов» (далее – Центр мониторинга), основными функциями и задачами которого будут:

- разработка единой технической политики и приоритетных направлений в оснащении ОПО системами мониторинга технического состояния;
- создание баз данных о техническом состоянии ОПО;
- анализ и подготовка информации, в режиме реального времени, о техническом состоянии объекта для принятия органами Ростехнадзора решений о дальнейшей безопасной эксплуатации объекта;
- координация разработок, составление и утверждение нормативных и законодательных документов для оснащения вновь строящихся и находящихся в эксплуатации объектов системами мониторинга;
- координация работ по проектированию систем мониторинга и оснащению ими ОПО;
- консультационно-информационная поддержка работ по оснащению зданий и сооружений ОПО системами мониторинга технического состояния;
- координация разработок, составление и утверждение нормативных документов по аттестации средств, методик, специалистов, персонала, лабораторий мониторинга технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений ОПО;

– повышение квалификации персонала, эксплуатирующего системы мониторинга ОПО, переход на управление безопасностью по критериям рисков.

Для решения отдельных проблем могут привлекаться специалисты научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций. Следует отметить, что создание Центра мониторинга целесообразно поручить организации, работающей в сфере промышленной безопасности ОПО, но не занимающейся проектированием; разработкой; изготовлением приборов, оборудования, аппаратных и программных комплексов. Это позволит избежать опасности монополизации рынка услуг по мониторингу технического состояния зданий и сооружений ОПО, повысить конкуренцию среди проектировщиков, разработчиков и производителей. Заказы на оснащение такими системами должны направляться в Центр мониторинга, который предлагает заказчику ряд аккредитованных в Центре специализированных организаций.

Центр мониторинга может участвовать в разработке структурированной системы комплексного мониторинга безопасности и рисков. Основной функцией этой системы будет автоматизированный контроль за состоянием ОПО от стадии строительства до стадии эксплуатации с возможностью передачи данных в режиме реального времени в единую дежурную диспетчерскую службу муниципальных образований. Далее необходимый объем данных мониторинга передается в межрегиональный филиал Центра мониторинга и межрегиональное территориальное управление Ростехнадзора. На основании полученной информации принимается решение о проведении внеочередного обследования или дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, организационная структура Центра мониторинга должна состоять из центрального отделения (в г. Астане) и филиалов в областных центрах. Благодаря поставляемой Центром мониторинга органам Ростехнадзора информации о состоянии и рисках ОПО, надзорные мероприятия могут выйти на новый качественный уровень, отвечающий задачам и потребностям XXI в.

В заключение следует отметить, что в области промышленной безопасности зданий и сооружений ОПО внедрение системы комплексного мониторинга технического состояния и рисков зданий и сооружений ОПО целесообразно начинать с уникального и высокорискового класса зданий и сооружений – на крупных и ответственных промышленных объектах гражданского и оборонного назначения. Именно для них определение безопасности по критериям

риска аварий и катастроф будет наиболее эффективным оснащением системами мониторинга [4].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Котов, В. И., Кунин, Ю. С., Рошин, А. И., Фролова, Ю. И.** Современные методы и аппаратура неразрушающего контроля строительных конструкций // Современные методы инженерных изысканий в строительстве. – Москва: МГСУ, 2001. – С. 76-116.
- 2 **Кудерин, М. К., Козионов, В. А.** Оценка влияния динамических нагрузок на каркас реконструированного здания. // Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сборник научных трудов, выпуск 10. – М., 2011. – С. 115–121.
- 3 **Кудерин, М. К., Козионов, В. А., Жукенцова, Г. А.** Опыт обследования сооружений и зданий современным комплексом неразрушающих методов// «Наука и безопасность», №4, март – май.- М., 2012. – С.55–65.
- 4 **Кудерин, М. К., Козионов, В. А.** Аварийные деформации здания в процессе строительства.// Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сборник научных трудов, выпуск 10. – М., 2011. – С. 53–57.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

КУДЕРИН М. К.

д.т.н., профессор, кафедра «Промышленное, гражданское и транспортное строительство», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АРОНОВ А. К.

магистрант, кафедра «Промышленное, гражданское и транспортное строительство», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Мировая тенденция увеличения числа техногенных и природных катастроф, обусловленная усложнением всех сфер функционирования общества, требует вести постоянный поиск эффективных мер защиты жизни и здоровья человека и его среды обитания [1].

На настоящий момент пожар является одним из самых страшных бедствий, которое приносит огромные убытки и разрушения, уносит множество человеческих жизней. В истории человечества случались пожары, которые уничтожали целые города. И в наши дни, как

показывает статистика, количество пожаров не только не уменьшается, несмотря на технический прогресс, но иногда именно благодаря ему - увеличивается [1].

Согласно аналитической записки по комитету по ЧС МВД РК, за 12 месяцев 2017 года в республике произошло 15 438 пожаров, при которых погибло свыше 352 человека, получили травмы различной степени тяжести 464. Безусловно, в результате этих пожаров были уничтожены сотни строений, множество техники и был нанесен огромный материальный ущерб [2]. Отсюда ясно, что пожарной безопасности в Казахстане уделялось недостаточное внимание.

Известно также, что ежегодные убытки от пожаров в развитых странах составляют примерно 2 % их национального дохода, в связи с чем, там систематически выделяют средства на исследование огнестойкости строительных конструкций.

В связи с участвовавшими пожарами, во всех регионах страны у органов государственной экспертизы повысились требования к пожарной безопасности, что повлекло за собой тщательную проверку п. 2 «Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности», являющегося необходимым разделом проектирования. Данное обстоятельство повлекло за собой необходимость в некоторых научных разработках в области расчетов по огнестойкости и огнестойкости строительных конструкций, потому как ни одно противопожарное мероприятие не даст положительного эффекта, если при пожаре не будет гарантирована соответствующая защита несущей системы здания от обрушения, обеспечиваемая именно огнестойкостью строительных конструкций [3].

В постсоветском пространстве, в том числе и в Казахстане пока применяется только одна методика расчета на огневое воздействие - Пособие Милованова к СТО 36554501-006-2006 [4]. В Европейских странах для расчета огнестойкости существует норматив Eurocode 4 «Design of composite steel and concrete structures. Part 1-2. General rules. Structural fire design» [5]. Так же существуют различные рекомендации, в том числе «The fire resistance of composite floors with steel decking» [41], изданные The Steel Construction Institute.

Целью магистерского исследования является оценка возможности использования европейских норм по расчету огнестойкости сталежелезобетонных перекрытий и их адаптация на территории Республики Казахстан.

В ходе достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

– рассмотрение предельного равновесия трех фрагментов сталежелезобетонных балочных перекрытий, отличающихся между собой рядом параметров (высота профиля, диаметр верхней и нижней арматуры, нагрузка), по методике, предложенной в нормах, действующих на настоящий момент [4];

– подбор геометрических и физических характеристик конструкции под заданную нагрузку;

– рассмотрение предельного равновесия указанных выше фрагментов перекрытий по методике, предложенной в Еврокоде-4 [5];

– рассмотрение предельного равновесия указанных выше фрагментов перекрытий по методике, предложенной в рекомендациях «The fire resistance of composite floors with steel decking» [6], изданных The Steel Construction Institute;

– исследование фрагмента сталежелезобетонного перекрытия методом конечных элементов.

В работе были подобраны частные коэффициенты переменного действия для использования Еврокода-4 на территории Республики Казахстан наравне с Пособием Милованова. Так же был составлен алгоритм расчета сталежелезобетонных перекрытий на огневое воздействие.

Важность проблемы оценки огнестойкости зданий и сооружений нашла отражение в новых нормативных документах, принимаемых в соответствии с реформой технического регулирования в сфере обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. В соответствии со ст. «Технического регламента», «здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, ...чтобы в случае возникновения пожара соблюдались следующие требования: ...сохранение устойчивости здания или сооружения, а также прочности несущих строительных конструкций в течение времени, необходимого для эвакуации людей и выполнения других действий, направленных на сокращение ущерба от пожара...» [7]. Таким образом, время сопротивления объекта опасным факторам ЧС с участием пожара – это главный показатель, обеспечивающий комплексную безопасность объектов.

Различные строительные материалы, элементы конструкций, здания в целом по-разному ведут себя в условиях воздействия пожара. В связи с этим при разработке системы мер по противопожарной защите помещений и зданий возникла необходимость в специальном показателе, с помощью которого можно было бы сравнивать способность объектов сопротивляться воздействию пожара. В качестве такого показателя

было принято понятие об огнестойкости объектов. Огнестойкость является международной пожарно-технической характеристикой, регламентируемой строительными нормами и правилами.

О «Техническом регламенте «Общие требования к пожарной безопасности»

В соответствии с Приказом Министра внутренних дел РК от 23 июня 2017 года №439 в Министерстве юстиции РК 17. 08 2017 года за № 15501 был утвержден Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности. Основной мотивацией подготовки данного документа явилось то, что страна, вступая в рамки рыночных отношений, должна трансформировать, в том числе, и те требования, которые предъявляются со стороны надзорных органов.

Цели и задачи регламента

Основные задачи, которые были поставлены при разработке Технического регламента:

- определение на законодательном уровне основных положений технического регулирования в области пожарной безопасности и общих требований пожарной безопасности к объектам защиты;
- формирование принципиально нового механизма реализации требований в области пожарной безопасности и контроля их выполнения;
- комплексное обеспечение пожарной безопасности территорий, зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- установление минимально необходимых требований пожарной безопасности к различным видам продукции;
- внедрение системы гибкого нормирования в области пожарной безопасности (оценка пожарного риска, добровольное противопожарное страхование).

Регламент включает в себя разделы, в которых приведена классификация пожаров, элементов обеспечения пожарной безопасности, определены задачи системы противопожарной защиты и ее составных частей, порядок контроля выполнения требований закона, и охватывает, в том числе, основные вопросы сертификации продукции как общего, так и специального назначения [1].

Риски и декларирование

Законом определено, что декларация пожарной безопасности должна будет предъявляться в орган, осуществляющий надзор (на данный момент это комитет по ЧС). И нормативно-техническое регулирование в области пожарной безопасности, и порядок

составления декларации, и порядок ее регистрации должны быть определены к моменту вступления в силу Технического регламента.

В законе применена такая формулировка: «...пожарная безопасность объекта считается обеспеченной, если в полном объеме выполнены обязательные требования, установленные в Техническом регламенте, а пожарные риски не превышают установленные допустимые значения». Соответственно, риски имеют цифровые показатели, которые также прописаны в законе. Пожарная безопасность объектов защиты, для которых в законе не установлены требования к пожарной безопасности, считается обеспеченной только в том случае, если уровень пожарного риска соответствует прописанным значениям.

В соответствии с «Техническим регламентом», предпринимателю, дается право выбора формы осуществления надзора за пожарной безопасностью на его объекте. Это может быть контроль только за соблюдением того минимального перечня требований, которые необходимо выполнять для того, чтобы обеспечить на объекте допустимый уровень пожарного риска. Может быть и вариант на основе оценки и расчета пожарного риска. А сама реализация этого подхода раскрывается в отдельных статьях, которые описывают механизмы оценки пожарного риска, его допустимый уровень и те действия, которые предприниматель должен осуществлять.

В частности, одним из таких действий является добровольное пожарное страхование. Элементы страхования - это определенная инновация. Закон оговаривает, что при обеспечении пожарной безопасности можно как альтернативу применять страхование имущественной ответственности перед третьими лицами. Аудит или оценку риска будут осуществлять организации, которые получат аккредитацию в МЧС. Организация, которая будет намерена заниматься аудитом пожарной безопасности либо оценкой пожарного риска, должна соответствовать требованиям этого приказа. Территориальным органам комитета по ЧС дано право организовывать свои комиссии по аккредитации оценочных организаций [1].

1.3.3 Нововведения регламента

Четкое разделение в Разделе 2 «Технического регламента» функций между автоматическими установками пожарной сигнализации и приборами управления. Только приборы управления могут управлять пожаротушением, оповещением и всей пожарной автоматикой, они же управляют лифтами, дымоудалением, вентиляцией и т.п. В задачу установок пожарной сигнализации входит только обнаружение факта возгорания.

В Разделе 2 отражена «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях», включая ранее удаленный пункт по управлению разблокировкой эвакуационных выходов.

Ст. 152 посвящена требованиям к системам дымоудаления и аварийной вентиляции и полностью включает в себя требования СНиП «Вентиляция и кондиционирование», выводя их на уровень федерального закона.

Абсолютно новым в противопожарных нормах является проект «Требования пожарной безопасности. Метод определения работоспособности в условиях пожара». В соответствии с ним все технические средства, так же как и строительные конструкции, должны иметь временную характеристику сохранения работоспособности или устойчивости в условиях пожара, что будет необходимым для оценки пожарного риска.

В связи с введением практики расчета пожарного риска, по-новому придется также решать вопросы по системам оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ) при пожарах [1].

1.3.4 Значение Регламента

Принятие Технического регламента - значимый шаг в области противопожарного нормирования. Мониторинг печатных изданий, СМИ, проводимый комитетом по ЧС РК, говорит о том, что общество в целом позитивно восприняло введение данного закона. Из практики исключено применение противоречащих друг другу противопожарных требований. Положения регламента основаны на современных научно-технических знаниях в области обеспечения пожарной безопасности и ориентированы, в основном, на общеевропейские стандарты [1].

Проблема оценки огнестойкости зданий и сооружений, с учетом проходящей реформы технического регулирования пожарной безопасности, появления новых, прогрессивных строительных материалов, конструктивно- планировочных решений и строительства уникальных высотных, многофункциональных комплексов, является в нашей стране весьма актуальной [8].

ЛИТЕРАТУРА

1 Сайт компании «Пожарные системы «Актив». Режим доступа [<http://www.aktivsb.ru/info746.html> 05.03.19].

2 Сайт МЧС РК. Режим доступа [<http://www.emer.gov.kz/ru/komitet/20.03.19>].

3 Федоров, В. С., Левитский, В. Е., Молчадский, И. С. Александров, А. В. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций // М, АСВ, 2009.

4 Пособие по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СТО 36554501-006-2006)». Милованов А. Ф. – 2008г.

5 EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-2: General actions. Actions on structures exposed to fire // Brussels: GEN 1991.

6 Max L. Porter, Lowell F. Greimann. Shear-bond strength of studed steel deck slabs // Seventh International Specialty Conference on Cold-Formed Structures St. Louis, Missouri, U.S.A., November 13-14, 1984. – p. 285–306.

7 Технический регламент №15501 от 17.08.2017 г. Мин Юст РК «Общие требования к пожарной безопасности».

8 Ройтман, В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М. : Пожнаука, 2001.

SAFETY AND HEALTH COMPLACENCE MEASURES IN S. TORAIGHYROV PAVLODAR STATE UNIVERSITY

SAGALOVA R. G.

master, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar
ANESOVA ZH.

PhD, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar

Pavlodar state university activity directed creation high qualification personal in our areas. And security educational activity favorable environment, that for need qualities personal.

Training specialists industry economics, successful execution that aim unreal without creation labor condition in educational institution. Occupational Safety and Health in educational institution must provide administration high school, head of departments, head of laboratory, teachers, head of support staff.

In specialized audience and site support services students and workers exposed negative factors: low light, gas pollutions, electro and fire danger. For creation safety labor condition important direction occupational Safety and Health in Pavlodar state university.

For realization lower and regulatory requirements in areas occupational safety and health in PSU necessary creation system of management by occupational safety and health (SMOSH). Performance should requirements SMOSH necessarily for all category of workers of

S. Torayghyrov PSU (educational support staff, administration head staff, professor and teaching staff) and students.

Detection dangerous and harmful production factors:

– Holding condition analysis and causes of injury, accident and personal disease all categories of workers (educational support staff, administration head staff, professor and teaching staff) and students of S. Torayghyrov PSU.

– Development and introduction constructions protective equipments, safety and blocking devices, and other means of protection from impact dangerous and harmful factors.

Pavlodar state university according to function labor legislation in full responsible for their employees. Responsibility and creation is favorable working conditions priority and integral part of labor relations. Mean of regulation acts adjusting that relationship is – labor code Republic of Kazakhstan, Team agreement between administration and labor relations «S. Torayghyrov Pavlodar state university», labor contract (individual).

In university for employees and professor and teaching staff valid material aid in the form of lump sum payments, that is one of form social support employment high school's. Every year for professor and teaching staff and employees of high school acquire gifts to 7 years, be conducted outdoor activities «health very reach», «cheerfulness and health», get organized sport activity, tournament to volleyball, football, darts, arm wrestling, get organized corporative and anniversary nights. Professors and teaching staff PSU takes part in activity in social means activity university, city and region: charity stock and concert, creative nights and contests, planting of greening and improvement of the city, Saturday work. For support corporate spirit every year team university leaves for a meeting Academic Council in extended format, without members of the academic council, invited head of departments, head of structural units. In programs organized activity for team buildings.

Occupational Safety and Health carried out agree documents «control by process safety SO PSU 8.03.3-17» in Pavlodar state university. Document correspond to: Labor code Republic of Kazakhstan from 23 November 2015 year, criminal code Republic of Kazakhstan from 16 July 1997 year, civil code Republic of Kazakhstan (common part) from 27 December 1994 year, and different ministerial order about working conditions, medical examinations and issuance rules and registration therapeutic and preventive nutrition, special clothes and other personal protective equipment.

Generally occupational safety and health covers in university next direction activity, it consist of four level activity.

1 The first level

Every week – head of laboratory with engineer at security and occupational safety and health are checking labor condition, availability and condition special clothes, availability equipment, installation and fencing, availability and repair personal protective equipment, medicine chest according to 8 paragraph with system of management by occupational safety and health, and reveal other requirement deviation from the rule and instructions on safety and occupational safety and health. Limitation which may be fixe immediately, immediately fixe, other limitation writes in magazine registration availability occupational safety and health (attachment A, F SO PSU 8.03.3/02) their execution with indication of dates and responsible persons.

Head of laboratory to conducts extraordinary briefing with employees, employees violate requirement by security and occupational safety and health. Employees which violate rules system, apply use in disciplinary, relevant happening material and criminal responsibility in accordance with the low.

2 Second level

Every month- head of department (head structure subdivision) with head of laboratory and engineer by security and occupational safety and health check out availability labor condition and study, performance of activities, directed on creation healthy and safety condition of labor and study. Limitation which may be fixe immediately, immediately fixe, other limitation writes in magazine registration availability occupational safety and health (attachment A, F SO PSU 8.03.3/02) their execution with indication of dates and responsible persons.

3 Third level

Quarterly – commission composed: head structure subdivision, engineer by security and occupational safety and health conduct an inspection availability condition of labor and study in the whole structural unit.

Result of check's III level write in magazine by accounting condition of labor (attachment A, F SO PSU 8.03.3/02).

By result of check heads structure subdivision university's on meetings and service meetings earns report responsible person about taking action deleted deficiencies found by condition security and occupational safety and health and structure subdivision.

Fourth level

Twice a year – vice rector university: representative head of quality, vice rector by SRV and SR, vice rector by academic work, vice rector by science work and innovation, vice rector educational work and social questions, vice rector by administrative and economic work, representative employees – authorized employments agency trade union with engineer by security and occupational safety and health and generally engineer one a half year (before beginning of semester) spend checks condition availability labor and study no less than in four-five structure subdivision university. According to the materials checks send expansion meeting conference availability condition of labor and study in university, the course performance of the event by security and occupational safety and health.

Accordance IV steps administration and economic control reports of rector university's.

Head of process occupational safety and health necessary:

- Provide performance legislative acts Republic of Kazakhstan;
- Consider work by security and occupational safety and health integral part all activity university;
- Provide safety during operation building and structure;
- Provide sanitary and household availability and a number of other requirement occupational safety and health;
- Provide optimal labor regime, rest and therapeutic and prophylactic service.

Process security control according to self next process:

- organization education, instructing and checking knowledge about electro security (SO 7.08.2-17);
- development and statement approval by security and occupational safety and health (SO PSU 5.02.3-17);
- Provide personal and team protective equipment (attachment 11 present SO);
- Control for availability condition of labor (attachment 8 PRESENT SO);
- investigation, registration and account accidents and professional disease (attachment 7 present SO);
- organization preliminary medicine inspection and psychiatric testimony (attachment 7 present SO)

Said Sayat Mynbayev: If later for many years compliance labor protection and environment considered what demand legislative, and regulatory requirements determined the direction work about control security questions. Crucial elements were discipline and control. Eventually

our culture safety is change to the extend that is improve our understanding difficult process, importance and necessary improve personal responsibility in questions occupational safety and health. Situation is improve. Сауата Мынбаева, Если раньше на протяжении многих лет соблюдение охраны труда

In conclusion, according to sanitary-epidemiological imprisonment from 07 December 2010 year issued by State Epidemiological Surveillance MZ RK by the city Pavlodar, organization educational process in Pavlodar State university named S.Toraygyrov's St. Lomova 64; St. Ak. Chokina 139, St. Tolstogo 101, 101A; St. R.Lucsemburg 138 corresponds to requirements: Sanitary rules «sanitary-epidemiological requirements to content, exploitation and learning condition in educational institution industrial, professional and high educational» approved by order acting MZ RK from 03 August 2010 year № 594, «sanitary rules devices and maintenance alpinist camp, places of physical culture and sport», № 3.01.075.99 year.

Fulfillment of requirements «rules fire security» carry out is the foundation «instruction by rules fire security», approved by university order from 09.07.2018 year № 5.3-05/436. In attachment that rules example organization, design and introduction documents – nameplate «responsibility about fire security» and order of first aid.

Every year, the university is checked by the fire safety authorities of the Emergency Situations Department of Pavlodar for compliance with the requirements of the Fire Safety Rules. The revealed violations are eliminated in a planned manner, with the subsequent notification of the PSP of the city of Pavlodar. At present, an action plan has been developed and implemented to fulfill the order on elimination of violations of May 31, 2018 No. 151 OGPK PES of the city of Pavlodar, identified by a thematic audit in the period from 02.05.2018.

Thus, it can be noted that the state of labor protection at the university complies with the requirements of the Labor Code of the Republic of Kazakhstan, and the developed document on the management of the safety process makes it possible to judge the efforts to preserve the life and health of workers at the university.

REFERENCES

- 1 Security process management. SO PGU 8.03.3-17. Pavlodar 2017.
- 2 Self-assessment report of Pavlodar State University named after S. Toraygyrov as part of the institutional re-evaluation of an independent accreditation agency and rating. Pavlodar 2018

3 On the organization of labor protection at the university.
K. I. Yanov. 02.28.2012

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

АРЫНГАЗИН К. Ш.

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

ТЕМИРОВ А. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Пожарная безопасность в сфере строительства является одной из наиболее значимой частью пожаробезопасности. Под мерами пожаробезопасности понимают комплекс действий, при этом первоочередным является профилактика пожаров. Если в административных и жилых зданиях пожары преимущественно возникают от неосторожного обращения с огнем (более 80 % случаев), то в промышленности причины возникновения пожаров можно разделить на две группы. Первая – это нарушение правил пожарной безопасности, вторая – игнорирование нормативов при проектировании и строительстве зданий. Данная информация не исключает необходимость грамотной разработки пожарной безопасности при строительстве административных и жилых зданий [1, с. 5].

Обеспечение пожаробезопасности на строительных объектах должно быть комплексным и непрерывным. Требуется как наличие специальных средств пожаротушения, так и соблюдение правил техники безопасности всеми сотрудниками, круглосуточная связь с местным отделением пожарной охраны. Ответственность за пожарную безопасность несет руководитель строительства объекта. Если возникновение пожара, как правило, является случайностью (спровоцированной несоблюдением правил безопасности, неосторожностью и т.п.), то его развитие (распространение пламени) и конечный ущерб зависят от того, насколько строительные конструкции и оборудование подготовлены к подобной экстремальной ситуации. Поэтому расчет огнезащитных решений и конструкций, подбор строительных материалов являются одними из первостепенных моментов при проектировании любого промышленного сооружения.

В число основных задач огнезащиты входят: предотвращение пожара, противодействие распространению огня, обеспечение

локализации очага возгорания и ослабление воздействия опасных факторов пожара.

Потенциальная пожаробезопасность определяется способностью конструкций зданий и сооружений сопротивляться воздействию пожара в течение определенного времени, зависит от свойств материалов строительных конструкций, а также свойств материалов, находящихся в помещениях.

Важнейший показатель для сооружений – REI, обозначающий предел огнестойкости. REI состоит из условных значений предельных состояний: по признаку потери несущей способности – R, целостности – E, теплоизолирующей способности – I). Предел огнестойкости строительных конструкций - это время в минутах (часах) с момента начала пожара до выхода конструкции из строя (до обрушения, необратимых деформаций, образования сквозных трещин), или прогрева противоположной от огня поверхности до 220 °С, выше которой возможно самовоспламенение органических материалов [2, с. 17].

Практика показывает, что наиболее экономичным путем достижения требуемой огнестойкости является применение огнезащитных конструкций или покрытий на основе негорючих теплоизолирующих и теплопоглощающих материалов. При этом уменьшаются так называемые побочные эффекты пожара (образование дыма, выделение газообразных токсичных веществ). Огнезащитное действие экранов основывается на их высокой сопротивляемости тепловым воздействиям при пожаре, сохранении в течение заданного времени теплофизических характеристик при высоких температурах. Огнезащитные экраны располагаются либо непосредственно на поверхности защищаемых конструктивных элементов либо на отnose с помощью специальных мембран-коробов, каркасов или закладных деталей [1, с. 11].

Рассмотрим особенности повышения огнезащиты различных конструктивных элементов промышленных сооружений, внутренних коммуникаций и оборудования. Кирпичные конструкции зданий в большинстве случаев не нуждается в дополнительной защите: они длительное время могут выдерживать температуру до 900 °С [3, с. 57].

Огнестойкость бетонных и железобетонных стен, наиболее широко распространенных в современном промышленном строительстве, зависит от ряда факторов, в том числе от толщины защитного слоя и вида теплоизоляционного заполнителя. При этом большего внимания с точки зрения огнезащиты требуют балки, нежели плиты-перекрытия, так как

при пожаре балки нагреваются как минимум с трех сторон. Здесь могут быть использованы огнезащитные волокнистые минплиты, керамзита, вермикулита и перлита, обмазки, штукатурки и вспучивающиеся краски. Металлические конструкции (из стали, чугуна и алюминиевых сплавов) наиболее уязвимы во время пожара. Металлы обладают высокой чувствительностью к высоким температурам и к действию огня. Они быстро нагреваются и снижают прочностные свойства. В частности, фактический предел огнестойкости стальных конструкций составляет от 6 до 24 мин, в то время как минимальные значения требуемых пределов огнестойкости основных строительных конструкций составляют от 15 до 150 мин [4, с. 118].

Огнестойкость металлических конструкций существенно повышает создание на поверхности элементов конструкций огнезащитных покрытий, выдерживающих высокие температуры и непосредственное действие огня. Наличие этих покрытий позволяет замедлить прогревание металла и сохранять конструкции свои функции при пожаре в течение заданного периода времени.

Огнезащиту металлоконструкций проводят как традиционными методами (бетонирование, оштукатуривание цементно-песчаными растворами, использование кирпичной кладки), так и с помощью современных методов, основанных на нанесении облегченных материалов и легких заполнителей - вспученного перлита и вермикулита, минеральной ваты, обладающих высокими теплоизоляционными свойствами. В качестве примера можно привести плиты Conlit, разработанные специально для защиты стальных конструкций от огня. Основная функция Conlit состоит в том, чтобы в течение определенного времени, заложенного противопожарными нормами, материал не позволял балке нагреться до критической температуры – 500 °С. Этого времени достаточно для эвакуации людей [5, с. 41].

Современные методы огнезащиты металлических конструкций включают использование теплоизоляционных штукатурок на основе минерального волокна (например: огнезащитное покрытие Девиспрей) или вермикулита (Ньюспрей).

Кроме того, очень эффективны огнестойкие покрытия. Огнезащитные краски, лаки, эмали задерживают воспламенение материалов и замедляют распространение огня. Они подразделяются на две группы: не вспучивающиеся и вспучивающиеся. Не вспучивающиеся краски при нагревании могут поглощать тепло в результате разложения, выделять ингибиторные газы, высвобождать воду.

Как правило, вспучивающиеся краски более эффективны, так как их огнезащитное действие основано на вспучивании нанесенного состава при температурах 170–200 °С и образовании пористого теплоизолирующего слоя, толщина которого составляет несколько сантиметров. Вспучивающиеся краски при нагревании увеличивают толщину слоя в 10–40 раз. В зависимости от толщины слоя штукатурного состава, облегченного покрытия, конструктивных огнезащитных листов и плит обеспечивается предел огнестойкости стальных конструкций от 45 до 150 мин. Вспучивающиеся краски используются для огнезащиты стальных конструкций в течение 45–60 мин [6, с. 32].

Одним из самых действенных способов повышения огнестойкости как железобетонных, так и металлических строительных конструкций является их защита жесткими негорючими экранами – огнестойкими плитами, панелями, цилиндрами и т.п., которые нашли широкое применение в промышленном строительстве, энергетической и нефтехимической отраслях. Наличие этих экранов позволяет замедлить прогревание материала, из которого выполнено сооружение, и увеличить предел огнестойкости.

Например, применение минерально-волокнистых, керамзитовых и гипсовых плит позволяет добиться повышения предела огнестойкости до двух часов и более. Для противопожарной изоляции конструктивных элементов трубчатого сечения можно применять цилиндры из минеральной ваты или вспененного стекла. Минераловатные цилиндры зачастую более предпочтительны, поскольку выдерживают почти вдвое большую температуру и просты в монтаже – легко режутся и одеваются на трубу, склеиваются силикатным клеем и скрепляются скобами или бандажом [7, с 59].

Для локализации очага возгорания также рекомендуются такие конструктивные меры, как устройство несгораемых стен - брандмауэров в зданиях складов, пакгаузов, других протяженных (более 30 м) сооружениях из негорючих стен (чаще всего из керамического кирпича), устройство огнезащитных дверей, огнезащитных перегородок. Кроме того, в местах пересечения противопожарных преград и ограждающих конструкций различными инженерными и технологическими коммуникациями образовавшиеся отверстия и зазоры должны быть заделаны строительным раствором или другим негорючим материалом, обеспечивающим требуемый предел огнестойкости и дымогазонепроницаемости.

Не следует надеяться только на огнезащиту стен и несущих конструкций сооружений. Традиционно «слабым звеном»

промышленных предприятий в области противопожарной безопасности являются кабели различного назначения. Нужно отметить, что кабельные каналы, пронизывающие любое здание насквозь – это один из самых опасных путей распространения пламени во время пожара.

Сосредоточие кабелей в одном месте (в кабелепроводах, в ограниченных пространствах наподобие центров управления электродвигателями или в распределительных коробках) в случае воспламенения может привести к серьезному ущербу при пожаре. Характерные примеры (пусть непосредственно не относящиеся к промышленности) – это пожары на Останкинской телебашне и в аэропорту г. Дюссельдорфа (Германия), принявшие самый трагический характер именно в силу первичного распространения по кабельным линиям [8, с. 34].

По данным компании FM Global, при подобных инцидентах причиной воспламенения обычно служит повреждение изоляции и, как результат, искрение и перегрев проводников. После этого, как правило, начинается распространение огня по горючей изоляции кабеля и внешней оболочке, а также по оболочкам других кабелей, когда они находятся в непосредственном контакте или недалеко от места возгорания [9, с. 84].

Наличие большой горючей нагрузки, лавинообразное нарастание коротких замыканий, воспламеняющих изоляцию кабелей, приводит к тому, что с первых минут пожар сопровождается быстрым распространением дыма и высокой скоростью роста температуры.

Изоляция кабеля может ухудшиться по многим причинам. К этому ведут механическое повреждение, вибрация, влажность, перегрев, попадание масел, вызывающих коррозию жидкостей и различных растворителей.

В сравнении с объемом горючих материалов, накапливающихся на заводах и складах, количество воспламеняемых материалов в одном кабеле или даже в связке весьма невелико. Риск реальной угрозы пожара увеличивается в связи с тем, что кабели обычно находятся в скрытом от глаз пространстве. Во многих помещениях они прокладываются в кабельных коробах, кабелепроводах или других доступных, но закрытых местах – в вентиляционных пустотах или за подвесным потолком. Подобные скрытые полости часто трудно оборудовать автоматическими средствами пожаротушения (разбрызгивателями) [10, с. 437].

Использование пассивной пожарной защиты кабелей (наряду с системами автоматического пожаротушения) позволяет

обеспечить более надежную противопожарную защиту. В качестве противопожарных мер используется нанесение на поверхность кабелей огнезащитных покрытий, применяются рулонные негорюемые материалы, вододисперсионные пасты.

В данной статье были рассмотрены основные техники и технологии пожарной безопасности как комплекса действий для предотвращения и профилактики пожара. Все указанные технологии являются актуальными на данный момент.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Михайлов, Ю. М.** Пожарная безопасность в строительстве / Ю. М. Михайлов. – М. : Альфа-Пресс, 2012. – 144 с.
- 2 **Бадагуев, Б. Т.** Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения / Б. Т. Бадагуев. – М. : Альфа-Пресс, 2013. – 488 с.
- 3 **Смирнов, С. Н.** Противопожарная безопасность / С. Н. Смирнов. – М. : ДиС, 2010. – 144 с.
- 4 **Собурь, С. В.** Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С. В. Собурь. – М. : ПожКнига, 2012. – 480 с.
- 5 **Клепинина, Т.** Безопасность и защита человека в ЧС: пожарная безопасность / Т. Клепинина, М. Комова, Г. Прытков //Библиотека журнала «Основы безопасности жизнедеятельности». – 2006. – № 1. – С. 36–56.
- 6 **Тимошенкова, Т.** Авиационные средства пожаротушения. Состояние и перспективы / Т. Тимошенкова // Основы безопасности жизни. – 2000. – № 6. – С. 31–33.
- 7 Организация и управление противопожарной безопасностью // Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. – М., 2005. – С. 425.
- 8 **Комова, М.** Электроприборы: комфорт и опасность // ОБЖ. – 2004. – № 1. – С. 33–37.
- 9 **Собурь, С. В.** Пожарная безопасность объектов электроэнергетики / С. В. Собурь. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2015. – 192 с.
- 10 Пожарная и взрывная безопасность. Безопасность в чрезвычайных ситуациях // Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для ин-тов. – М., 2002. – С. 405–446.

МАЗМҰНЫ

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры, филос.ғ.к., Г. Ахметованың алғы сөзі3

4 Секция. Metallургия және машина жасау салаларында өнеркәсіптің дамуы

4 Секция. Развитие промышленности в области металлургии и машиностроения

4.1 Metallургиялық кластердің қазіргі жағдайы және дамуы

4.1 Современное состояние и развитие металлургического кластера

Абдулвалиев Р. А., Позмогов В. А., Гладышев С. В., Имангалиева Л. М., Касымжанова А. К. Получение чугуна и пигментов из железистой фракции бокситов	4
Аубакирова Ж. Т., Кенжебекова А. Е., Абдрахманов Е. С. Изучение стадии деформации дисперсных материалов при прессовании	10
Гладышев С. В., Абдулвалиев Р. А., Дюсенова С. Б., Касымжанова А. К. Химическая активация мелкодисперсной фракции хромовой руды	16
Глунцова Ж. А., Калиакпаров А. Г., Таскарина А. Ж. Способы снижения алюминия в ферросилиции	21
Джолдибаев М. Т., Кузнецов А. И. Основные мероприятия по снижению себестоимости выплавки феррохрома	25
Жакупова А. Т., Богомолов А. В., Абдулина С. А., Салина В. А. Современное состояние производства непрерывнолитой трубной заготовки в Казахстане	31
Жексенбинова Т. Ш., Саутов А. Е., Таскарина А. Ж. Зависимость прохождения процесса декомпозиции от температуры поступающих алюминатных растворов на качество получаемого глинозема	36
Жусуппаев Д. Б., Ахмедьянова Г. К., Ошанова Т. Н., Абдрахманов Е. С. Исследование влияния каменноугольного пека на качество выпускаемых обожженных анодов на АО «КЭЗ»	41
Қабдрахман А. Қ., Тоқсанбай Р. Н., Таскарина А. Ж. Особенности состава алюминатных растворов	46
Калиакпаров А. Г., Касенов А. К. Применение углеродистых восстановителей с низким содержанием фосфора в производстве высокоуглеродистого феррохрома	51

Конуров К. Б., Таскарина А. Ж., Абдрахманов Е. С. Роль пазов на аноде при электролитическом получении алюминия	56
Кунанбаева К. Б. Металлургические кластеры как основа промышленного развития России	62
Макеев В. О., Богомолов А. В. Повышение эффективности технического обслуживания и влияние надежности на производительность технологического оборудования	66
Маздубай А. В., Орымбаева А. К., Рахимова А. К. Влияние качества поверхности оправок на процесс образования дефектов	73
Рустамбаева М. Д., Рахмедова Н. М., Таскарина А. Ж., Тюлюбаев Р. А. Организация производства декоративных изделий из вторичного алюминия	79
Слямов Д. Т., Нигматуллин Т. Ш., Кулумбаев Н. К., Абдрахманов Е. С. Анализ на современное состояние выпуска стальных мелющих шаров диаметр 100 мм на базе шаропрокатного цеха «KSP STEEL»	83
Шошай Ж., Суяндиков М. М., Гарибян Г. С. Анализ дефектов отливок, получаемых при литье под давлением алюминиевых сплавов	87

4.2 Машина жасау саласының индустриалды-инновациялық дамуы

4.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

Боранбаев Е. Е. Повышение надежности теплообменных аппаратов	94
Боранбаева Б. К. Международный опыт повышения эффективности насосов	97
Жанбулатова Л. Д., Сагитова М. К., Касенов А. Ж. Новые подходы к проектированию и изготовлению продукции	102
Мақыбек Ы. Қ., Итыбаева Г. Т. Нарезание резьбы на трубах нефтяного сортамента	107
Миллер С. А., Денчик А. И., Ткачук А. А. Разработка и анализ основных показателей технологичного функционального аналога изделия садового пылесоса для уборки листвы	111
Миллер С. А., Денчик А. И., Ткачук А. А. Особенности разработки технологичного функционального аналога изделия (ТФАИ) в условиях учебно-производственных мастерских Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова	118

Мусагажинова С. Н., Итыбаева Г. Т. Точность и качество обработки на современных фрезерных станках.....	123
Шингисова М. Б., Денчик А. И. Совершенствование технологического процесса изготовления и повышения износостойкости запорной арматуры нефтегазовой промышленности	129
4.3 Көлік инфрақұрылымының жағдайы мен болашағы	
4.3 Состояние и перспективы транспортной инфраструктуры	
Акимжанов Ж. Ж., Сембаев Н. С. О развитии грузовых железнодорожных перевозок в международном сообщении.....	132
Ахметов С. И. Анализ методов уменьшения вредных выбросов автомобильных двигателей	140
Джакупова Э. М., Сембаев Н. С. Варианты совершенствования ходовой части вагонов	145
Зарипов Р. Ю., Адильбекова К. Б., Жекенов А. Б., Манап А., Каербек Д. Ж. Совершенствование конструкции подвижного состава для перевозки контейнеров	154
Каракаев А. К., Исаков Р. Х., Манап А., Жетигбаева М. М. Инновации в системе транспортно-логистических услуг грузового терминала.....	162
Оразова Г. О., Кибартас В. В., Уразалимова Д. С. Автоматизированная интеллектуальная система управления движением железнодорожного транспорта.....	166
Исакаев А. С., Токтаганов Т. Т. Пути повышения долговечности тележек грузовых вагонов	169
Тапелов Т. М., Токтаганов Т. Т. Повышение эффективности очистки кузовов вагонов.....	176
Сулэйменова Н. К., Каракаев А. К. Техническое состояние автомобиля, основные причины его изменения и его влияние на транспортную инфраструктуру	184
Алина Е. А., Хайриден А. Е., Ордабаев Е. К., Сембаев Н. С. Методы снижения токсичности отработавших газов двигателя.....	190

7 Секция. Құрылыс индустриясының даму
7 Секция. Развитие строительной индустрии

7.1 Жобалаудағы және құрылыс
технологиясындағы инновациялар
7.1 Инновации в проектировании
и технологии строительства

Жакеева Г. Опыт применения геотекстильных материалов в дорожном строительстве	195
Жакеева Г. Практическое применение геотекстильных материалов на автомобильной дороге Павлодар-Астана.....	199
Жукешев И. М., Оразова Д. К., Лукпанов Р. Е. Эффективность использования дорожно-строительных машин.....	203
Кенжебаев Н. О., Саканов К. Т. Контроль качества работ при строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием	208
Конротбаев Н. З., Оразова Д. К., Лукпанов Р. Е. Энергоэффективность жилых домов.....	216
Кудерин М. К., Асылыов А. Б., Мусаханова С. Т. Программное обеспечение для проектирования стальных конструкций.....	220
Пыстина К. О., Саканов К. Т. Обоснование выбора теплоизоляции вертикальных стальных резервуаров для строительства водовода «Кульсары-Тенгиз»	227
Слямбеков А. К., Саканов К. Т. Применение геодезических приборов с современным программным обеспечением при проектировании автомобильных дорог	235
Шагиева Р. А., Акимханов Н. Ж. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства.....	241
7.2 Құрылыс материалдарының өндірісі	
7.2 Производство строительных материалов	
Акишев К. М., Арынгазин К. Ш. Анализ разработок использования техногенных отходов в строительных материалах	249
Алжпаров Е. Ж., Кудрышова Б. Ч. К вопросу о роли минеральных наполнителей в цементных системах.....	257
Ахметова А. А., Булыга Л. Л. Технология производства и применение керамической черепицы при устройстве кровли	263

Даниленко Р. О., Булыга Л. Л. Использование золы уноса Аксуской и Экибастузкой ГРЭС в изготовлении пенобетона для основы вентилируемых навесных фасадов из HPL панелей268	268
Ержанов К. Е., Жұмабекқызы С. Жылу окшаулау материалы ретінде камыс-пенополиуретанды қолданудың перспективасы274	274
Кадырова М. С., Кудрышова Б. Ч. Производство керамических строительных материалов на основе отходов производства.....277	277
Кожикова А. Р., Омаров Ж. М. Исследование физико-механических свойств дорожных одежд с использованием отходов старого дорожного полотна285	285
Кравченко А. К., Кудрышова Б. Ч. Использование бетонного лома в производстве цементобетонных покрытий для автомобильных работ292	292
Кулагин П. Н., Жаканова Д. А., Гакштетер Г. В., Корниенко П. В. Изменение свойств малоподвижных бетонных смесей при добавлении шлама переработки бетонных отходов297	297
Кулагин П. Н., Шынболат М. С., Корниенко П. В. Экономический эффект введения ультрадисперсных промышленных отходов в цементно-песчаную матрицу301	301
Маратова Ж. М., Ибрагимова Л. Р., Кудрышова Б. Ч. Золошлаковые отходы ТЭС в технологии производства керамических материалов308	308
Мусулманкулова А. М., Кудрышова Б. Ч. Стеновые изделия из керамобетона на основе техногенных заполнителей313	313
Мухтарова Д. Б. Парафиновая дисперсия как гидрофобизатор317	317
Нуркина М. Н., Капустин А. П., Станевич В. Т. Использование молотого доменного шлака для улучшения характеристик бетона323	323
Рахмуханов Б. К., Кудрышова Б. Ч. Золошлаковые отходы ТЭС как сырьевая база в производстве бетонов329	329
Селиканова Ж. К., Никифорова В. Г. Способы улучшения свойств литого бетона.....333	333
Сербина М. В., Никифорова В. Г. Пути повышения качества архитектурно-декоративного бетона338	338
Текжанов К. И., Капустин А. П., Станевич В. Т. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог.....344	344

Уматаева Р. Ж., Корниенко П. В., Омаров Ж. М. Сравнительный анализ свойств железобетонных и полимеркомпозитных конструкций349	349
Шереметьева Т. А., Данилов В. И. Инновационный метод получения мелких заполнителей путем переработки замазученного грунта353	353

7.3 Қазіргі архитектура және дизайн 7.3 Современная архитектура и дизайн

Қамидолла Б. Д. Современные фасады зданий и сооружений358	358
---	-----

7.4 Кәсіпорындардағы өнеркәсіп қауіпсіздігі 7.4 Промышленная безопасность на предприятиях

Анапия К. Ш., Ларичкин В. В. Усовершенствование методов переработки отходов предприятий Павлодарской области364	364
Кудерин М. К. Система мониторинга технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений370	370
Кудерин М. К., Аронов А. К. Актуальность проблемы оценки огнестойкости зданий и сооружений375	375
Sagalova R. G., Anesova Zh. Safety and health complacence measures in S. Toraighyrov Pavlodar State University381	381
Арынгазин К. Ш., Темиров А. Ж. Основные технологии пожарной безопасности в строительстве386	386

**АКАДЕМИК Қ. И. СӘТБАЕВТЫҢ
120 ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН
ЖАС ҒАЛЫМДАР, МАГИСТРАНТТАР,
СТУДЕНТТЕР МЕН МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ
«ХІХ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

ТОМ 20

Техникалық редактор З. Ж. Шокубаева
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Компьютерде беттеген: З. С. Исакова
Басуға 01.04.2019 ж.
Өріп түрі Times.
Пішім 29,7 × 42 ¹/₄. Офсеттік қағаз.
Шартты баспа табағы 22,9. Таралымы 500 дана.
Тапсырыс № 3392

«Toraighyrov University» баспасы
С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.