

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ  
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА**

**«ІХ ТОРАЙҒЫРОВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ІХ ТОРАЙГЫРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

**ТОМ 6**

**ПАВЛОДАР  
2017**

ӘОЖ 001(574)  
КБЖ 72(5Қаз)  
Т 50

**Редакция алқасының бас редакторы:**

Ахметова Г.Ғ., 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:**

Акишев А.А., Быков П.О., Ахметов Қ.Қ., Бегімтаев Ә.І., Бексеитов Т.К., Испулов Н.А., Кислов А.П., Кудерин М.К., Токтағанов Т.Т., Эрнзаров Т.Я. / Каюмова М.С., Хан А.А., Шаймерден А.Ә.

**Жауапты хатшылар:**

Абдырова А., Әубәкір С.С., Аманжолов С.К., Арынова Ш.Ж., Аубакиров А.М., Ахметова А.Ж., Батталов К.К., Дюсова Р. М., Ельмуратов Г.Ж., Ельмуратова Б.Ж., Жаябаева Р.Г., Жумабекова Д.К., Жумадилов Д.С., Жумадилов Н.Ж., Зарипов Р.Ю., Камкин В.А., Кривец О.А., Криворучка В.А., Машрапова З.С., Молдакимова А.С., Мусабекова Н.М., Мусаханова С.Т., Мусина А.Ж., Поцелуева Н.В., Самекин А.С., Самсенова Г.С., Темербаева М.В., Титков А.А., Ткачук А.А., Шапкенов Б.К., Шарапатов Т.С., Юсупова А.О.

**Главный редактор редакционной коллегии:**

Ахметова Г.Г., к.филос.н., ректор Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова

**Ответственный редактор:**

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

**Члены редакционной коллегии:**

Акишев А.А., Быков П.О., Ахметов Қ.Қ., Бегімтаев Ә.І., Бексеитов Т.К., Испулов Н.А., Кислов А.П., Кудерин М.К., Токтағанов Т.Т., Эрнзаров Т.Я. / Каюмова М.С., Хан А.А., Шаймерден А.Ә.

**Ответственные секретари:**

Абдырова А., Әубәкір С.С., Аманжолов С.К., Арынова Ш.Ж., Аубакиров А.М., Ахметова А.Ж., Батталов К.К., Дюсова Р. М., Ельмуратов Г.Ж., Ельмуратова Б.Ж., Жаябаева Р.Г., Жумабекова Д.К., Жумадилов Д.С., Жумадилов Н.Ж., Зарипов Р.Ю., Камкин В.А., Кривец О.А., Криворучка В.А., Машрапова З.С., Молдакимова А.С., Мусабекова Н.М., Мусаханова С.Т., Мусина А.Ж., Поцелуева Н.В., Самекин А.С., Самсенова Г.С., Темербаева М.В., Титков А.А., Ткачук А.А., Шапкенов Б.К., Шарапатов Т.С., Юсупова А.О.

**Т 50** «IX Торайғыров оқулары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. Материалы международной научно-практической конференции «IX Торайғыровские чтения». – Павлодар : С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2017. Қазақша, орысша.

ISBN 978-9965-31-942-6 (общ.)

Т. 6. – 2017. – 397 б.

ISBN 978-9965-31-948-8

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.  
Мақала мазмұнына автор жауапты.

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

ӘОЖ 001(574)  
КБЖ 72(5Қаз)

ISBN 978-9965-31-948-8 (Т. 6)  
ISBN 978-9965-31-942-6 (общ.)

© С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2017

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

**Құрметті конференцияға қатысушылар!**

Биыл Елбасымыз Нұрсұлтан Назарбаевтың бастамасымен «Рухани жаңғыру» бағдарламасы аясында сан түрлі мәдени-рухани шаралар ұйымдастырылып, елеулі іс атқарылып жатыр. «Рухани жаңғыру» бағдарламасының орындалуына біздің оқу орын да айрықша үлес қосуда. Соның бірі – «IX Торайғыров оқулары» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы.

«Алаш туы астында, Күн сөнгенше сөнбейміз!» – деп жырлаған ұлы ақын Сұлтанмахмұт Торайғыров ақтық демі біткенше жұртына қызмет етті. Қазақ қоғамы әйгілі жерлесімізді Абайдан кейінгі ең ірі суреткер ретінде қадірлейді. «Біз Алаштың баласы» деп ұран салған С. Торайғыров өз ұлттының рухани көшбасшысына өткен ғасырда айналғаны ақиқат. Сол тұғырдан бүгінгі күнге дейін түскен жоқ.

Сұлтанмахмұт Торайғыров – қазақ халқының сүйікті перзенті, асқан дарынды ақыны, ағартушы, педагог. Аз ғұмырында соңына аса бай мұра қалдырды. «Қараңғы қазақ көгіне өрмелеп шығып күн болуды» арман еткен қазақтың жанашыр перзенті. Сұлтанмахмұт Торайғыров бүкіл ғұмырын халық ағарту ісі мен шығармашылыққа арнаған.

«Шәкірт ойы» өлеңінде:

Қараңғы қазақ көгіне,

Өрмелеп шығып күн болам.

Қараңғылықтың кегіне,

Күн болмағанда кім болам.

– деп жырлаған ақынның шын мәнінде де, бүгінде қазақ аспанындағы рухани сәуле шашып тұратын ең жарық күндердің бірі болып мәңгілікке қалғанына ешкімнің де таласы жоқ екені анық.

Павлодар облысындағы ғылым мен мәдениет саласын дамытудағы ең маңызды орталықтарының бірі – біздің университет. С. Торайғыровтың өмірі жайлы ірі ғылыми конференцияларды дәстүрлі түрде ұйымдастыру – осының айғағы болса керек. Бұл бағыттағы шаралар алдағы уақытта да жалғасын тауып, Сұлтанмахмұттың баға жетпес бай мұрасы қазақ мәдениетінің алтын қорында мәңгі сақталады деп сенеміз.

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



**Г. Ф. Ахметова**

**21 Секция. Мұнай және газ саласының қазіргі ахуалы  
21 Секция. Современное состояние нефтегазовой отрасли**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ И ПУТИ ЕЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

**АГЛАКОВА Д. А.**

**магистрант, ПГУ имени С. Торайғырова, г. Павлодар**

Одним из способов переработки тяжелых нефтяных остатков является коксование. При этом наряду с выработкой нефтяного кокса, необходимого для цветной и черной металлургии, получают также газообразные и жидкие углеводороды.

В качестве сырья коксования могут быть использованы остатки прямой перегонки нефти, остатки вторичного происхождения (крекинг – остатки), а также остатки масляного производства (асфальты, экстракты) и их смеси.

Нефтяной кокс представляет собой твердый пористый продукт черного цвета с металлическим блеском. Элементарный состав кокса: 90–97 % углерода, 1,5–8 % водорода, остальные – азот, кислород, сера и металлы (оксиды кремния, железа, ванадия и щелочных металлов). Основную массу нефтяного кокса (90 %) составляют карбоиды – продукты глубокого уплотнения нефтяных углеводородов, образующихся в результате действия на эти углеводороды высокой температуры. Карбоиды – сложные соединения, богатые углеродом и очень бедные водородом [1].

Химические превращения углеводородов при действии на них высоких температур весьма разнообразны и сложны, но схематически их можно разделить на две основные группы:

1) реакции распада, при которых молекулы исходного сырья расщепляются на более мелкие молекулы;

2) реакции полимеризации и уплотнения, при которых молекулы сырья, получившиеся при первоначальном распаде, соединяются в новые молекулы другого строения. В результате образуются высокомолекулярные продукты бедные водородом (смолы, асфальтены, карбоиды, кокс).

В процессе коксования целевым продуктом является кокс, поэтому основными реакциями являются реакции уплотнения, приводящие к образованию карбоидов. Различные углеводороды нефти

в условиях высоких температур ведут себя по-разному. Наиболее склонны к реакциям уплотнения и образованию кокса ароматические углеводороды. Парафиновые углеводороды способны только к реакциям распада и не вступают в реакции уплотнения. Нафтенy занимают промежуточное положение. Непредельные углеводороды играют значительную роль в процессах коксования, особенно когда они вступают в реакции соединения с ароматическими углеводородами. Процесс образования кокса является целью последовательно протекающих реакций. Конечный продукт – кокс (карбоиды) – получается не сразу, а через ряд промежуточных соединений. Таким промежуточным соединениями и являются продукты конденсации и полимеризации, смолы и асфальтены.

Общая характеристика производственного объекта. Название «замедленное» в рассматриваемом процессе коксования связано с особыми условиями работы реакционных змеевиков трубчатых печей и реакторов (камер) коксования. Сырье необходимо предварительно нагреть в печи до высокой температуры (470–510 °С), а затем подать в необогреваемые, изолированные снаружи коксовые камеры, где коксование происходит за счет тепла, приходящего с сырьем.

Процесс замедленного коксования является непрерывным по подаче сырья на коксование и по выходу газообразных и дистиллятных продуктов, но периодическим по выгрузке кокса из камер. Установки замедленного коксования включают в себя следующие 2 отделения: нагревательно–реакционно–фракционирующее, где осуществляется собственно технологический процесс коксования сырья и фракционирование его продуктов; отделение по механической обработке кокса, где осуществляется его выгрузка, сортировка и транспортировка.

В зависимости от производительности УЗК различаются количеством и размерами коксовых камер, количеством и мощностью нагревательных печей. На установках первого поколения приняты печи шатрового типа и 2 или 3 камеры коксования с диаметром 4,6 м и высотой 27 м, работающие поочередно по одноблочному варианту. УЗК последующих поколений преимущественно являются двухблочными четырехкамерными, работающими попарно. На современных модернизированных УЗК используются печи объемно-настильного и вертикально-факельного пламени и коксовые камеры большего диаметра (5,5–7,0 м, высота – 27–30 м). В них предусмотрены высокая степень механизации трудоемких работ и автоматизации процесса.

Установка замедленного коксования предназначена для производства нефтяного кокса из тяжелых остатков переработки нефти (гудрона, получаемого на установках вакуумной перегонки мазута и/или установки производства битумов).

Кроме кокса на установке получают газ коксования, компонент автобензина, головка стабилизации, легкий и тяжелый газойль коксования.

Производство кокса в Казахстане. Объем производства кокса в Казахстане за январь–февраль 2016 года в стоимостном выражении составил 1,8 млрд тенге по сравнению с 1,4 млрд за аналогичный период прошлого года. Соответственно, темпы годового роста достигли 34,5 % – в прошлом же году отмечалось падение производства: минус 4,6 % по сравнению с январем-февралем 2014 года. В 2015 году потребность казахстанского рынка в коксе на 73 % перекрыли отечественные производители. В натуральном выражении производство кокса и полукокса из каменного или бурого угля увеличилось на 0,4 %, до 450,8 тысячи тонн. Каменноугольный кокс применяют для выплавки чугуна, а также как ваграночное топливо в литейном производстве, в химической и ферросплавной отраслях промышленности, и т.д. Этот вид кокса производится на предприятиях Карагандинской области.

При этом снизилось производство нефтяного кокса и битума: в натуральном выражении на 27,3 %, до 46,7 тысяч тонн. Нефтяной кокс необходим при изготовлении электродов и коррозионностойкой аппаратуры, является восстановителем при получении ферросплавов, широко используется при производстве алюминия.

Однако ситуация может измениться с вводом в эксплуатацию расположенного на территории специальной экономической зоны «Павлодар» завода ТОО «УПНК-ПВ». Предприятие будет заниматься нефтехимическим производством кокса. Расчетная мощность завода – 205 тысяч тонн прокаленного кокса в год. Кокс, необходимый для производства анодов, будет поставляться единственному производителю алюминия в стране – АО «Казахстанский электролизный завод». Для производства тонны алюминия требуется порядка 500 килограмм анодов, на 70 % состоящих из прокаленного кокса [2].

Усовершенствование работы установки замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков. Наличие в составе нефтеперерабатывающего завода установок замедленного коксования предопределяет более высокую глубину переработки нефти и способствует выработке (наряду с коксом) большего количества светлых нефтепродуктов и газа. В связи с этим поиск путей



совершенствования работы установки замедленного коксования (УЗК) является актуальным.

Перспективные технические решения для создания отечественных производств электродных коксов:

- подготовка малосернистого сырья коксования за счет вовлечения остатков процессов нефтехимии и альтернативных источников сырья;
- организация коксового производства на малотоннажных коксовых установках из прямогонных мазутов малосернистых нефтей;
- введение в процесс коксования водорода, что позволяет увеличить выход тяжелого и легкого газойлей, снизить выход нефтяного кося, а также добиться снижения содержания серы, как в жидких продуктах, так и в нефтяном коксе;

- выбор конструктивного оформления узла ввода сырья;
- реконструкция камерных печей с оснащением их дополнительно к нижнему верхним газоотводам, аналогично роторным прокалочным печам. За счет верхнего газоотвода организуется противоточная схема движения кокса и газа, что позволяет существенно интенсифицировать обогрев верхних холодных зон печи и одновременно снизить давление и потери газа в процессе.

Опыт реконструкции УЗК 21-10 ОАО «Ново-Уфимский НПЗ». При имеющемся технологическом оборудовании основными факторами существенного увеличения производительности действующей установки замедленного коксования являются сокращение циклов коксования и уменьшение коэффициента рециркуляции.

Установка замедленного коксования в ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» была пущена в эксплуатацию в 1956 г. и по проекту была рассчитана на переработку 300 тыс.т/год сырья [3].

Принципиальная технологическая схема установки до реконструкции приведена на рисунке 2. Установка имела три коксовые камеры диаметром 5,0 м и одну реакционно-нагревательную печь шатрового типа.

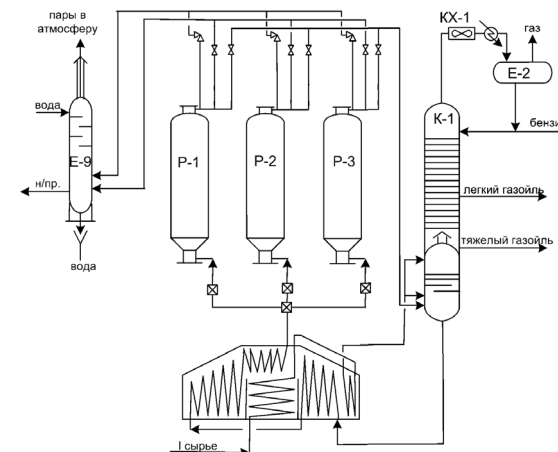


Рисунок – 1 Принципиальная схема УЗК «Ново-Уфимский НПЗ» до реконструкции (производительность по сырью 460 тыс.т/год)

Печь была оборудована двумя змеевиками. Один змеевик для подогрева исходного (первичного) сырья размещался в камере конвекции и частично в одной из камер радиации, другой змеевик для нагрева вторичного сырья – в двух камерах радиации. Как в камере конвекции, так и в камерах радиации змеевики были выполнены из труб диаметром 127 мм.

К 2007 г. установка достигла максимально возможной при существующей технологической схеме производительности: загрузка по первичному сырью составили 60 м<sup>3</sup>/ч (460 тыс.т/год), цикл коксования 10–12 ч, давление в камерах коксования 0,25 МПа, уровень заполнения камер коксования 17–18 м, коэффициент рециркуляции 1,3.

Основные ограничивающие факторы для дальнейшего увеличения производительности установки были обусловлены недостаточным объемом коксовых камер, однопоточной схемой нагрева сырья в радиантных змеевиках существующей печи и достаточно высоким коэффициентом рециркуляции.

Реконструкция действующей в ОАО «Ново-Уфимский НПЗ» УЗК 21-10 диктовалась необходимостью увеличения объемов переработки образующихся на заводе тяжелых нефтяных остатков, в частности, вакуумных остатков висбрекинга, снижения выработки котельного топлива, в результате чего повышалась глубина переработки нефти на заводе.

Исходные данные на реконструкцию были выполнены специалистами УГНТУ, рабочий проект реконструкции – специалистами ОАО «Восток нефтезаводмонтаж». Вся реконструкция заняла 4 месяца (сентябрь 2007 г. – январь 2008 г.).

Для повышения производительности было предложено установить четвертую камеру коксования, осуществить переобвязку змеевиков реакционной печи и перевести работу установки на работу с регулируемым коэффициентом рециркуляции.

Принципиальная схема установки после реконструкции приведена на рисунке 3.

Одновременно с установкой дополнительной камеры коксования (Р-4) и колонны формирования вторичного сырья с целью перевода установки на работу с регулируемым коэффициентом рециркуляции была выполнена полная замена змеевиков печи и изменена схема их обвязки.

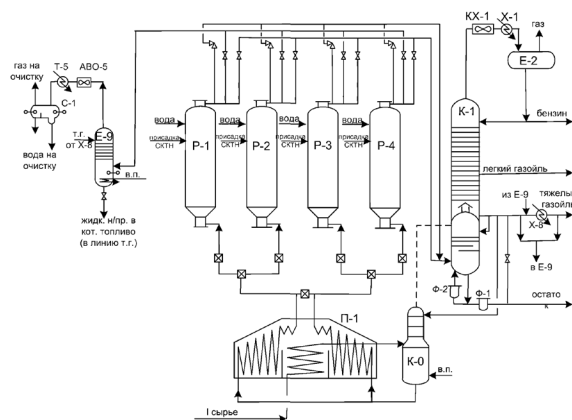


Рисунок 2 – Принципиальная схема УЗК «Ново-Уфимский НПЗ» после реконструкции (производительность по сырью 700 тыс.т/год)

Для предварительного подогрева первичного сырья и снижения тепловой нагрузки на печь была просчитана и реализована схема максимального использования тепла отходящих продуктов.

Змеевик первичного сырья был полностью помещен в камере конвекции. Вторичное сырье нагревается в двух змеевиках, каждый из которых размещен в отдельной камере радиации. Диаметр труб змеевиков уменьшен со 127 до 108 мм. Вследствие этого, хотя длина

змеевика в каждой секции радиации уменьшилась, общая длина змеевиков для нагрева вторичного сырья увеличилась. За счет этого существенно увеличилась поверхность теплопередачи, снизилось давления на входе в печь, а тепловая нагрузка печи увеличилась с 16 до 20 Гкал/ч.

При реконструкции одновременно были внедрены следующие новые технологии и мероприятия, направленные на решение проблем, связанных с обеспечением безопасности ведения технологического процесса, охраны окружающей среды, улучшения обслуживания технологического оборудования.

1) Внедрена полностью закрытая схема узла улавливания продуктов пропарки и охлаждения кокса. Вместо скруббера установлена абсорбционная колонна, в которой тяжелые продукты пропарки и охлаждения улавливаются абсорбентом (тяжелым газойлем) и возвращаются в переработку, а водяной пар и легкие нефтепродукты конденсируются и охлаждаются в дополнительно установленном сепараторе. Внедрение узла позволило существенно снизить потребление воды на установку, уменьшить количество и улучшить качество стоков и, главное, уменьшить потери на установке до 0,5–1,0 % на сырье.

2) Изменена технология охлаждения кокса в камерах коксования. По существующим нормативным требованиям открытие верхней крышки коксовой камеры допускается при достижении температуры паров, уходящих из камеры, 60 °С. Однако, как показывает многолетний опыт эксплуатации отечественных УЗК, для достижения такой температуры паров установки вынуждены работать в течение 1 ч. с переливом воды в скруббер с расходом 100 м<sup>3</sup>/ч. Это существенно увеличивало время охлаждения и приводило к большому перерасходу воды. Была смонтирована схема подачи воды на охлаждение в верхнюю часть камеры коксования для «задавливания» температуры отходящих паров, что позволило сократить продолжительность охлаждения кокса, обеспечить безопасность открытия верхних крышек, исключить перелив воды и снизить расход воды на охлаждение.

3) Внедрена схема подачи антипенной присадки, в качестве которой был рекомендован раствор полиметилсилоксана (СКТН) в легком газойле. Это позволило увеличить продолжительность цикла коксования (на 3 ч.) и высоту заполнения камеры коксом (до 19–21 м), уменьшить вероятность переброса пены в колонну.

4) Была изменена схема сброса предохранительных клапанов из камер коксования. В соответствии с проектом сброс предохранительных

клапанов предусматривался в скруббер Е-9 с постоянной подачей в него для случая срабатывания клапанов 100 м<sup>3</sup>/ч воды (рисунок 3).

После реконструкции сброс предохранительных клапанов был направлен в ректификационную колонну К-1, которая оборудована собственной системой сброса давления на факельное хозяйство.

В результате проведенной реконструкции производительность установки по сырью была доведена до 700–750 тыс.т/год (материальный баланс установки реконструкции при переработке смеси вакуумного остатка висбрекинга с гудроном приведен в таблице 3), т.е. почти в 2,5 раза выше проектной и почти в 1,5 раза выше ранее достигнутой при наличии одной реакционно-нагревательной печи.

При этом цикл заполнения камер коксования составил 16 часов, высота заполнения камер 19–20 м при коэффициенте рециркуляции 1,05–1,1. При данных параметрах технологического режима вырабатывался кокс по ТУ 0258-098-00151807-98 с содержанием летучих веществ в суммарном коксе не более 11 % мас. Внедренные технологии позволили существенно поднять технико-экономические показатели работы установки: снизился расход воды, уменьшилось количество выбросов и стоков, а глубина переработки нефти превысила на заводе 87 % [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Мейерс А. Основные процессы нефтепереработки / О. Ф. Глаголева, О. П. Лыкова. – Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2011. – 358 с.

2 365info.kz

3 Валявин Г. Г., Суюнов Р. Р., Ветошкин Н. И., Муниров А. Ю., Хлыбов В. А., Сухов С. В., Запорин В. П. / Опыт реконструкции УЗК 21-10 ОАО «Ново-Уфимский НПЗ» Уфимский ГНТУ; ЦТК-ЕВРО, г. Москва.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВА СТАНДАРТА К-4, К-5

АЙДАРГАЛИН Р. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СМАГУЛОВ Р. С.

к.х.н., ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар

В нефтепереработке процессы гидроочистки нефтяных фракций занимают одно из ведущих мест, что обусловлено высокими требованиями к качеству продукции – дизельным топливам. В соответствии с Техническим регламентом Таможенного Союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011) изм. 1,2,3, согласно которому переход на выпуск и обращение дизельного топлива экологических класса 5 осуществляется на территории Республики Казахстан не позднее 1 января 2018 года (содержание серы в дизельном топливе класса 5 не должно превышать 10 ppm мас.)

Объектом исследования в рамках данной научной работы является дизельное топливо (фракция 200 – 360 °С) с общим содержанием серы 1,043 % мас.

Таблица 1 – Исходная характеристика дизельного топлива

Наименования показателя	Значение
Цетановое число	48
Плотность при 15 °С, кг / куб.м	845
Содержание серы, вид I, % масс.	1,043
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °С, мкм	506
Кинематическая вязкость при 40 °С, кв. мм/с	4,24
Фракционный состав: • при температуре 250 °С, % (по объему),	36
• при температуре 350 °С, % (по объему),	81
• при температуре 354 °С, % (по объему).	95

Данная фракция служила объектом для установления кинетических параметров процесса каталитического десульфирования в процессе ее гидроочистки.

В качестве катализатора процесса гидроочистки был выбран промышленный алюмоникельмолибденовый катализатор ТК – 570, предназначенный для использования в процессах глубокой гидроочистки дизельных фракций нефтяного происхождения.

Описание технологической схемы каталитической установки для исследования процессов в условиях повышенных давлений

Экспериментальная установка предназначена для исследования процессов, протекающих в условиях повышенного давления в проточном режиме, при максимальном давлении 90 бар и максимальной температуре 700 °С.

Технологическая схема установки представлена на рисунке 1. Азот в реакторной системе необходим для продувки системы, разбавления реакционной смеси и проведения теста на герметичность.

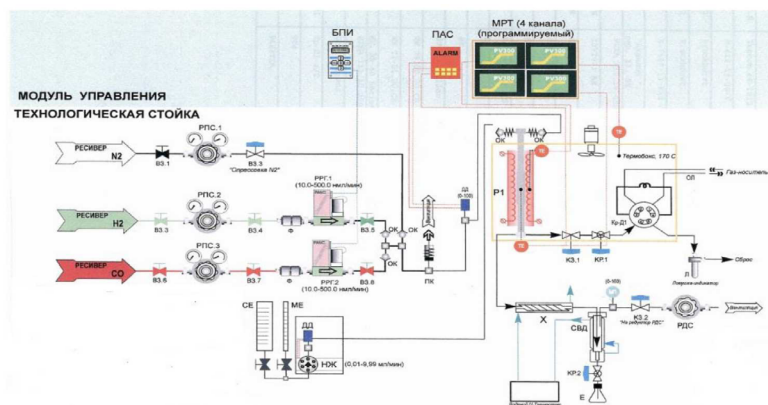


Рисунок 1 – Технологическая схема каталитической установки для исследования процессов в условиях повышенных давлений

Подается азот из баллона и при помощи ручки регулятора давления РПС. 1 выставляется необходимое давление, которое контролируется по манометрам, установленным в корпусе регулятора и, далее, через вентиль ВЗ. 1 подается в реакторную систему.

Водород используется в системе как газовый реагент и подается аналогично азоту из баллона, через вентиль запорный ВЗ. 3, регулятор

давления РПС. 2, вентиль запорный ВЗ.4 и противопыльный фильтр Ф на регулятор расхода газа РРГ 1.

Далее водород, через запорный клапан ВЗ. 5, через обратный клапан (ОК) подается в каталитический реактор.

На линии подачи смеси водорода и азота установлены цифровой датчик давления ДД соединенный с прибором аварийной сигнализации ПАС и пружинный предохранительный клапан ПК. На датчике давления ДД устанавливаются нижний и верхний предел давления, которые должны соответствовать рабочему давлению – 10 % от рабочего по нижнему пределу и +10 % по верхнему. В случае какой-либо нештатной ситуации на установке по превышению давления или понижению (разрыву трубопровода) внутренние контакты датчика давления замыкаются, и устройство ПАС обесточивает питание на установку, регуляторы расхода газа РРГ. 1,2 перекрывают подачу газов, тем самым предотвращая аварийную ситуацию. Предохранительный клапан ПК также необходим для предотвращения аварийной ситуации при превышении давления в реакторной системе более чем 100 бар.

Жидкий исходный реагент из сырьевой емкости СЕ и мерной емкости МЕ, которые через шаровые вентили могут подключаться к реакторной системе как индивидуально, так и параллельно подается на жидкостный насос НЖ, работающий без пульсаций. На установке имеются две дозировочные емкости: одна, мерная МЕ (~ 50 мл), для калибровки, проверки работоспособности жидкостного насоса и для проведения кратковременных экспериментов, другая, емкостью СЕ (2000 мл), для дозирования сырья при длительных и круглосуточных испытаниях.

Реакторный блок состоит из реактора, электрической печи и системы обратных клапанов. Реактор представляет собой трубу из нержавеющей стали, с внутренним диаметром 12 мм, максимальный объем 5 загружаемого катализатора 7,0 см<sup>3</sup>. Обогрев реактора обеспечивает однозонная электрическая печь, позволяющая поддерживать температуру по слою катализатора с погрешностью ± 5 °С. Реакторный блок снабжен контролирующей термопарой, расположенной в слое катализатора.

Блок разделения продуктов состоит из прямоточного холодильника и сепаратора высокого давления.

После разделения продуктов, в сепараторе высокого давления, конденсат сливается через клапан регулирующий КР. 2 в приемник конденсата Е.

Таблица 2 – Технические характеристики установки

Параметр	Ед. измерения	Значение
Максимальное давление	бар	90
Диапазон регулирования расходов по водороду	н. мл / мин	10 – 500
Диапазон регулирования расходов по жидкости	мл / мин	0,01 – 9,99
Диапазон температур реактора	°C	50 – 700
Внутренний диаметр реактора	мм	12
Максимальная загрузка образца катализатора	см <sup>3</sup>	7,0
Количество реакционных контуров	-	1
Габаритные размеры термоблока	мм	600*400*350
Диапазон температур в термоблоке	°C	50–170
Напряжение питания	у.а.с	220

На лабораторной каталитической установке для исследования процессов в условиях повышенных давлений проводился процесс гидроочистки дизельного топлива с общим содержанием серы 1,043 % масс.. Гидроочистку проводили на катализаторе, загружаемом объемом 10 мл в реактор с размером гранул 0,5–2 мм ( $\tau_{\text{кат}} = 5,707$  г).

Перед применением катализатор подвергали сульфидированию непосредственно в реакторе, применяя для этого прямогонную дизельную фракцию, содержащую 0,4 % сульфидной серы. Сульфидирование проводили по следующей методике:

- сушка катализатора в потоке азота при температуре 120 °C;
- подача водорода;
- повышение давления в реакторе до 3,2 МПа;
- смачивание катализатора сырьем;
- увеличение температуры в реакторе до 240 °C со скоростью 1 °C/мин;
- сульфидирование при 240 °C в течении 2 ч (низкотемпературная стадия);
- повышение температуры до 340 °C;

– сульфидирование при 340 °C в течении 2 ч (высокотемпературная стадия).

Сульфидирующая смесь подавали с объемной скоростью 2 ч-1 при соотношении  $\text{H}_2/\text{сырьё} = 600/1$ .

Сырьё и водород поступали в реактор сверху вниз: дизельную фракцию подавали жидкостным дозировочным насосом; подачу водорода регулировали автоматическим дозатором. Однозонная электрическая печь обеспечивает обогрев реактора, она же позволяет поддерживать температуру по слою катализатора с погрешностью  $\pm 5$  °C. Для измерения температуры в слое катализатора использована контролирующая термопара. Давление в системе устанавливалось с помощью регулятора давления и контролировалось по показаниям образцового манометра.

Продукты реакции поступали в прямоточный холодильник. После разделения продуктов, в сепараторе высокого давления жидкие продукты реакции собирались на анализ путем слива в приемник. Газообразные продукты через боковой штуцер, клапан запорный КЗ.2, редуктор обратного давления РДС в вытяжную вентиляцию и в атмосферу.

Условия проведения процесса гидроочистки:

- температура 340 °C, 360 °C и 380 °C;
- давление водорода 3,2 МПа;
- отношение  $\text{H}_2$  : сырьё = 600:1;
- скорость подачи водорода 2 мл/с;
- объемная скорость подачи сырья 0,2 мл/мин;
- масса катализатора 5,0 г;
- размер частиц катализатора от 0,5 до 2 мм.

После завершения процесса гидроочистки отбирали полученный гидрогенизат для дальнейшего анализа. Для определения концентрации серы в исходном дизельном топливе и гидрогенизате использовали спектрометр SPECTROSKAN – S.

Данные расчетов представлены в таблицах 3–5.

Таблица 3 – Изменение общей серы и константы скорости при  $T = 340$  °C

Время процесса, ч	Бобщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>	гидроочистки, %
0	1,043	-	-
2	0,095	7,26	90,9
4	0,094	7,29	91,0
6	0,079	7,82	92,4
8	0,076	7,94	92,7

Таблица 4 – Изменение общей серы и константы скорости при  $T = 360\text{ }^{\circ}\text{C}$

Время процесса, ч	Бобщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>	гидроочистки, %
0	1,043	-	-
2	0,091	7,39	91,3
4	0,087	7,53	91,7
6	0,075	7,98	92,8
8	0,068	8,27	93,5

Таблица 5 – Изменение общей серы и константы скорости при  $T = 380\text{ }^{\circ}\text{C}$

Время процесса, ч	Бобщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>	гидроочистки, %
0	1,043	-	-
2	0,094	7,29	91,0
4	0,079	7,82	92,4
6	0,070	8,19	93,3
8	0,060	8,65	94,2

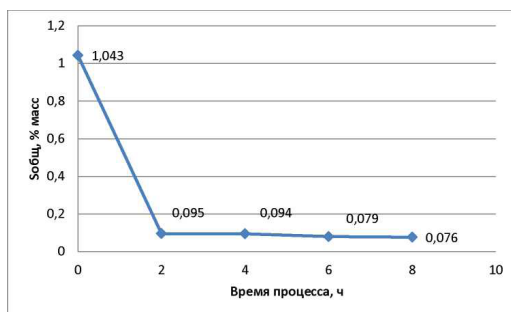


Рисунок 2 – Зависимость общего содержания серы от времени процесса при  $T = 340\text{ }^{\circ}\text{C}$

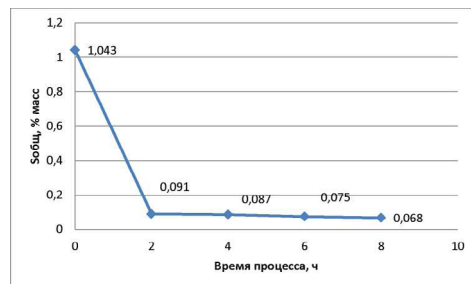


Рисунок 3 – Зависимость общего содержания серы от времени процесса при  $T = 360\text{ }^{\circ}\text{C}$

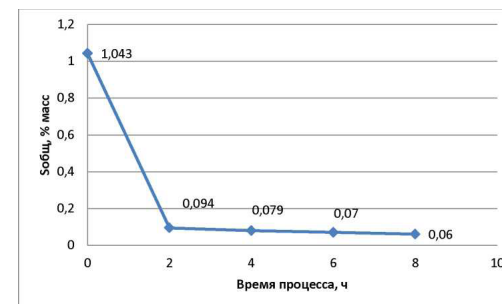


Рисунок 4 – Зависимость общего содержания серы от времени процесса при  $T = 380\text{ }^{\circ}\text{C}$

Результаты расчета константы скорости при различных температурах процесса и изменения общей серы в процессе гидроочистки в зависимости от времени приведены в таблицах 4, 5, 6. Основываясь на результаты расчетов можно сделать вывод, что с увеличением температуры процесса и времени проведения процесса константа скорости увеличивается, а значит процесс гидроочистки проходит глубже. Реакции деструктивной гидрогенизации интенсифицируются при повышении температуры процесса выше  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что приводит к увеличению отложения кокса на катализаторе и снижению выхода жидких продуктов.

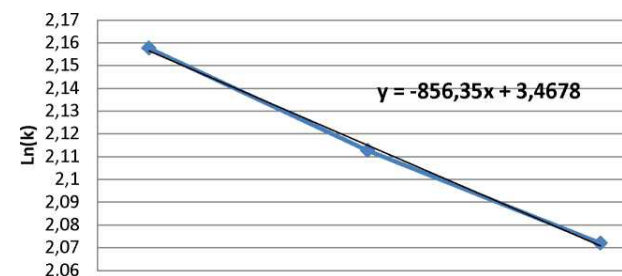


Рисунок 5 – Зависимость константы скорости от температуры

Величина энергии активации серосодержащих компонентов, при использовании катализатора ТК – 570 гидрообессеривания составила  $71,2\text{ кДж/моль}$ .

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Климов О. В., Пашигрева А. В., Бухтиярова Г. А. и др. Опыт наработки и промышленной эксплуатации катализатора глубокой гидроочистки дизельных топлив ИК-ГО-1 // Матер.
- 2 Касаткин А. Г., Основные процессы и аппараты химических технологий, Москва, 10, 2004 г.
- 3 Ластовкина Г. А., Радченко Е. Д. и Рудина М. Г., справочник нефтепереработчика, Химия, 1986 г.
- 4 Солодова Н. Л., Тереньгьева Н. А., учебное пособие, Гидроочистка топлив, Казань, 2008 г.

## ГАЗОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ОЛЕФИНОВ

АЙТҚАЛИЕВ Б. Б.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СУЛЕЙМЕНОВ М. А.

д.х.н., профессор, г. Павлодар

Исследование различных аспектов кинетики и механизма реакции газофазного гетерогенного каталитического окисления низших олефинов посвящено значительное количество работ.

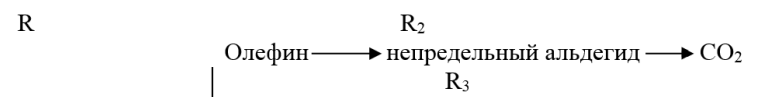
Перед исследователями становятся новые задачи, связанные, в основном, с тем, что сейчас для практических целей требуется оперировать с более тонкими эффектами, добиваясь повышения не столько активности, сколько избирательности катализаторов. В связи с этим, катализаторы окисления олефинов модифицируются различными добавками с целью получения селективных многокомпонентных каталитических систем. Основными компонентами этих систем являются оксиды Mo, W, V, Sb с добавками к ним оксидов переходных и непереходных металлов. IV, V, VIII групп периодической системы элементов Д. И. Менделеева (наиболее часто оксиды Bi, Sn, Fe, Co), а также оксидов неметаллов, например, Р и Те

В настоящее время еще не разработаны четкие положения, позволяющие теоретически обоснованно подбирать сложные катализаторы окисления с заданными свойствами, и поэтому подбор их осуществляется экспериментально.

Правда, существует некоторые эмпирические правила, гласящие, например, что свойство сложных катализаторов можно предвидеть на основании свойств составляющих их индивидуальных оксидов, или, чтобы получить активный и селективный катализатор для исследования

процесса необходимо сочетать активный неселективный и малоактивный селективный оксиды. Так, показано, что двуокись таллура, являясь избирательным малоактивным катализатором мягкого окисления олефинов, может использоваться для улучшения каталитических свойств сложных оксидных контактов. Исследователи изучали каталитические свойства смеси  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_4$  в реакции окисления пропилена (673–773 К). Интересно отметить, что оксид Fe(III) способствует глубокому окислению пропилена до  $\text{CO}_2$  и селективность процесса регулировали изменением содержания сурьмы вследствие того, что компонент  $\text{Sb}_2\text{O}_4$  менее активен. При увеличении содержания сурьмы выход акролеина также увеличивался; процессы глубокого окисления практически подавляются.

Кинетика механизма реакций окисления низших олефинов наиболее полно изучены на оксидах Cu(I) и Cu(II). Установлено, что данный процесс протекает по параллельно-последовательной схеме:



Авторы считают, что основная доля  $\text{CO}_2$  получается в результате окисления образующегося альдегида.

В работе исследованы промежуточные адсорбционные формы олефинов в реакциях окисления на катализаторах NiO и Pd методом конкурирующих реакций, установлено, что чем больше разветленного олефина и двойной связи, тем прочнее его адсорбция.

Применение различных современных физико-химических методов исследования позволяет изучать механизм газофазного гетерогенного каталитического окисления олефинов. В работе сделано заключение о важной роли адсорбции и активации на поверхности катализатора не только кислорода, но и молекул олефинов, а также вывод об адсорбционном механизме процессов. Изучение хемосорбции бутенов на закисномедном катализаторе методом ИКС показало, что частоты в спектрах адсорбированных молекул уменьшены по сравнению с частотами в спектрах газообразных молекул. Это свидетельствует об уменьшении прочности связей C=C и C-H при адсорбции и об образовании на поверхности катализатора П-комплексов, которые затем переходят в П-аллильные поверхностные соединения с дальнейшим окислением последних.

Таким образом, можно предположить, что возникновение путей реакции (мягкое и глубокое окисление) связано с неодинаковым строением промежуточных комплексов, прочностью их связи с катализатором. С увеличением энергии связи кислород-катализатор скорость глубокого окисления должна падать, вследствие чего селективность мягкого окисления будет расти.

В работе исследовалось окисление изобутилена в метакролеин на сурьмяно-оловянном катализаторе. По данным рентгеноструктурного анализа катализатор представляет собой твердый раствор  $\text{SnO}_2$  в  $\text{Sb}_2\text{O}_4 + \text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ . Опыты проводились с газовыми смесями, концентрация изобутилена в которых составляла 8–12 %, температура опыта – 773–813 К. Степень конверсии изобутилена – 60–80 %, селективность по метакролеину – 70 %, выход метакролеина на пропущенный изобутилен – 60–69 %.

В последние годы широкое распространение получили принципиально новые катализаторы на основе гетерополиокислот, которые применяются в процессах гомогенного жидкофазного окисления. Осаждение их на различных носителях приводит к улучшению их теплостойкости и долговечности, что позволило применение этих катализаторов в процессе жидкофазного ( $t = 200 - 40^\circ\text{C}$ ,  $p = 1 \text{ ат}$ ) окисления олефинов.

Особый интерес представляет изучение каталитических свойств металлов в процессах газофазного окисления низших олефинов. Особенность металлов заключается в быстрой адсорбции кислорода на них, что указывает на очень малую энергию активации адсорбции. После быстрой адсорбции начинается медленное поглощение кислорода решеткой металла. Для никеля, меди и некоторых других металлов это поглощение сопровождается образованием оксидов, для благородных металлов – растворением кислорода в приповерхностных слоях. Наличие же на поверхности катализатора слабосвязанных слоев. Наличие же на поверхности катализатора слабосвязанного кислорода и обуславливает протекание процессов глубокого окисления до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Однако в работах обнаружено, что на Pd – катализаторе могут образовываться П-аллильные комплексы, обуславливающие мягкое окисление олефинов. Авторы объясняют это наличием на Pd прочно адсорбированного кислорода с высокой степенью покрытия поверхности, а также образованием PdO. В случае платины они предполагают хемосорбцию кислорода и олефина на соседних участках, как необходимое требование реакции полного окисления. Исследование каталитических свойств Au в процессе газофазного окисления

пропилена показали, что основным продуктом реакции является оксид пропилена.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Технология катализаторов / И. П. Мухленов, Е. И. Добкина, В. И. Дерюжкина; Под ред. И. П. Мухленова. – 2-изд., перераб. – Л.: Химия, 1979. – 325 с.

2 Веса Мак Бена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – [http://m-protect.ru/wiki/index.php/Веса\\_Мак\\_Бена](http://m-protect.ru/wiki/index.php/Веса_Мак_Бена). – 04.06.2010.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ

АНАРБАЕВА М. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АБИЛЬДИН Т. С.

д.х.н., профессор, КазНУ имени Аль-Фараби, г. Алматы

Извлекаемая из нефтяных скважин жидкость представляет сложную смесь, состоящая из нефти, попутного нефтяного газа, воды и механических примесей. Наличие минеральных солей в нефти вызывает сильную коррозию нефтеперерабатывающего оборудования, трубопроводов, повышает устойчивость эмульсий и затрудняет переработку нефти. Отложение хлористых солей, как правило, происходит на внутренней поверхности трубопроводов и теплообменников, на контактных устройствах колонного оборудования. В змеевиках нагревательных печей и теплообменниках растворенные в воде соли выделяются в основном при испарении воды, при этом часть выкристаллизовавшихся солей прилипает к горячей поверхности, оседая на ней в виде прочной корки. В процессе работы эти соляные корки отламываются под воздействием потока нефти и воды, далее осаждаются в застойных зонах трубопровода, в емкостных и колонных аппаратах. Отложение солей в трубопроводах уменьшает их проходное сечение, повышает гидравлическое сопротивление и снижает их пропускную способность.

Таким образом, подготовка нефти на промыслах необходима не только для обеспечения определенных показателей качества сырья для переработки на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях, но и для создания таких условий, при которых вредные компоненты в нефти не будут оказывать серьезного отрицательного



влияния на срок службы емкостного и насосного оборудования нефтепромыслов, магистральных нефтепроводов.

Подготовка нефти на промыслах занимает одно из важных положений среди процессов, связанных с добычей, сбором и транспортированием товарной нефти на нефтеперерабатывающие заводы или на экспорт. Эффективность и надежность работы магистральных трубопроводов, резервуарных парков и насосного оборудования также зависит от качества подготовленной нефти.

Одним из способов увеличения глубины обессоливания нефти является интенсификация ее промывки с водой. Это возможно в таких аппаратах, как статические смесители. Высокая степень диспергирования воды в нефти в статических смесителях достигается турбулизацией и смешением двух жидкостей за счет особой конструкции аппарата.

Основная причина широкого распространения статических смесителей в процессах подготовки нефти заключается в их простоте конструкции, низкой стоимости, отсутствии движущихся частей и безопасности эксплуатации.

На сегодняшний день статические смесители представлены различными конструкциями. Широкое распространение для гомогенизации жидкостей получили статические смесители с насадочными устройствами, работа которых основана на особой геометрии смесительных элементов. Неоднородный поток, попадая на смесительные элементы, многократно рассеивается на отдельные струи, которые впоследствии рассеиваются. В качестве насадок используются кольца Рашига, фирменные насадки и т.д.

Несмотря на высокую эффективность при различных значениях числа Рейнольдса, применение статических смесителей с насадкой нежелательно при смешении сырой нефти и воды из-за возможного загрязнения, высокого гидравлического сопротивления.

На рисунке 1 приведены фотографии статического смесителя для обессоливания нефти, на которых видно засорение посторонними включениями. Существующие традиционные гидродинамические способы и устройства для диспергирования промывочной воды в нефть в процессах обессоливания нефти: смесительные клапаны, задвижки и др., плохо управляемы, образуют грубодисперсные эмульсии и требуют большого перепада давления между жидкостями, что приводит к низкой эффективности перемешивания и большому расходу промывочной воды.



Рисунок 1 – Фотографии статического смесителя

В последнее время широкое распространение получили струйные гидродинамические смесители особой конструкции, где с целью повышения эффективности смешения осуществляют встречное контактирование воды и нефти.

Бурное развитие вычислительных мощностей персональных компьютеров и разработка современных программных комплексов в последние десятилетия позволяет проводить исследования сложных химико-технологических процессов посредством математического моделирования. Для оптимизации работы статических смесителей исследователи широко применяют CFD-анализ. Современные пакеты CFD-анализа позволяют моделировать процесс с высокой точностью как однофазные, так и многофазные потоки при различных режимах течения. Использование мощных вычислительных комплексов и программных средств позволяет существенно сократить время и материальные ресурсы на разработку современных высокоэффективных статических смесителей нефти с водой и другими реагентами для процесса подготовки нефти.

Поэтому в настоящее время задача создания эффективных смесителей нефти с промывочной водой с использованием современных инженерных методов расчета является актуальной.

На рисунке 2 приведена компьютерная модель смесителя и схемы движения потоков.

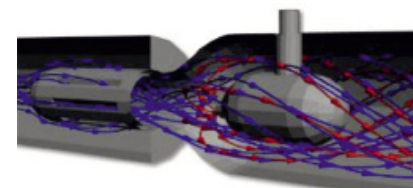


Рисунок 2 – Схема движения потоков нефти и воды в модели смесителя

Встречное контактирование потоков нефти и воды реализовано как в струйном гидродинамическом смесителе. Конструкция смесителя предусматривает дополнительную турбулизацию потока нефти в закручивающем устройстве (рисунок 3).

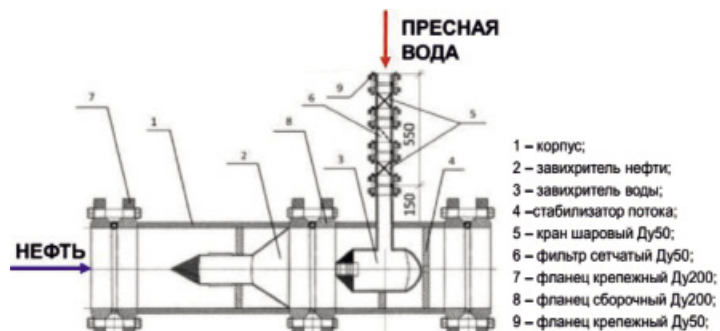


Рисунок 3 – Струйный гидродинамический смеситель с закручивающим устройством

Устройство работает следующим образом: нефть закручивается в закручивающем устройстве с тангенциальными соплами, закрученная струя расширяется в диффузоре и соударяется со струей пресной воды, подаваемой из распылительных сопел, с закручивающим устройством. Встречное соударение закрученной струи нефти и струи пресной воды способствует хорошей диспергации воды в нефти.

С целью определения эффективности работы струйного гидравлического смесителя (нефть – вода) и достижения интенсивного перемешивания нефти с промывочной водой для эффективного обессоливания нефти в рамках опытно-промышленного испытания (ОПИ) были изготовлены и смонтированы смесители на первой и второй ступенях обессоливания установки подготовки высокосернистой нефти, производительностью 3500 тонн в сутки. На установке перерабатывают нефть (смесь девон и карбон) из более 20 различных скважин.

В ходе проведения ОПИ струйный гидравлический смеситель показал высокую эффективность работы по сравнению с существующими смесителями даже в нестационарных режимных условиях. Смеситель обеспечивает: интенсивное перемешивания нефти с промывочной водой и эффективное обессоливание нефти; снижение удельного расхода электроэнергии за счет уменьшения объема рециркуляции дренажей внутри установки; увеличение производительности установки подготовки нефти на 40–45 %.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Танатаров М. А., Проектирование установок первичной переработки нефти: учебник для техникумов /М. А. Танатаров. – М. : Химия, 1975. – 188 с.
- 2 Касаткин А. Г., Основные процессы и аппараты химических технологий, Москва, 2004 г.
- 3 Ахметов С. А., Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов /С.А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
- 4 Логинов В. И. Обессоливание и обезвоживание нефтей, : Учебник для вузов / В. И. Логинов. – М. : Химия, 1979.–350 с.
- 5 Каштанов А. А., Оператор обезвоживающей и обессоливающей установки, М. : Недра, 1985. – 440 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ АНТИДЕТОНАЦИОННЫЕ ПРИСАДКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНОВ

АНВАРБЕК Б. Р.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПАРАМОНОВ Ф. П.

к.х.н., доцент ВАК, профессор, г. Павлодар

Чрезвычайно трудно реализовать на практике экономически оправданный набор вторичных процессов на нефтеперерабатывающем предприятии, который позволял бы выпускать удовлетворяющие требованиям высоких экологических классов автобензины с октановой характеристикой 95 и выше. Для достижения таких октановых чисел во всем мире применяются специальные октаноповышающие добавки и присадки. Это могут быть разные по своей химической природе вещества, которые отличаются существенно более высокими октановыми числами, нежели типичные продукты установок бензинового пула НПЗ, и при добавлении в автобензины не ухудшают остальные нормируемые параметры товарной продукции [1].

Первыми и наиболее дешевыми антидетонационными добавками к моторным топливам стали органические соединения свинца тетраэтилсвинец и тетраметилсвинец, эффективность которых была открыта еще в 1921 г. специалистами компании «General Motors». С этого момента тетраэтилсвинец (ТЭС) получил широкое распространение при производстве моторных бензинов во всем мире, включая СССР. Однако, вследствие ярко выраженного отрицательного воздействия ТЭС на организм человека, с конца 1970–х гг. наметилась тенденция к отказу от

производства этилированного бензина (с добавлением ТЭС). В 1986 г. использование ТЭС было полностью прекращено в США, в 2000 г. – в странах Евросоюза, в 2001 г. – в Китае. В Казахстане этилированный бензин запрещен с конца 2002 г. На сегодняшний день ТЭС в качестве антидетонатора для моторных бензинов все еще находит применение в Афганистане, Палестине, Северной Корее и других слаборазвитых странах вследствие относительной дешевизны производства [2].

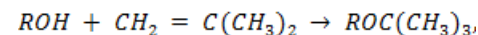
В некоторых производствах в качестве антидетонаторов также используются металлоорганические соединения на основе марганца (циклопентадиенил-трикарбонилмарганец (ЦТМ)  $C_5H_5Mn(CO)_3$  и метилциклопентадиенил-трикарбонилмарганец (МЦТМ)  $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$ ) и железа (ферроцен –  $Fe(C_5H_5)_2$ ). Эти присадки значительно менее токсичны по сравнению с ТЭС, однако их применение приводит к образованию стойкого нагара на стенках цилиндра двигателя, приводя к снижению его срока службы [3].

На сегодняшний день наиболее распространенными в мире являются антидетонационные присадки к моторным топливам на основе оксигенатов – кислородсодержащих органических соединений (спиртов и эфиров). Они обладают высоким октановым числом и позволяют поднять этот параметр у бензина, а благодаря содержанию кислорода также снижают выбросы некоторых вредных веществ, в частности, угарного газа CO. В отличие от металлсодержащих антидетонаторов, оксигенаты добавляют к бензинам в больших количествах, причем зачастую – непосредственно на НПЗ [4,5].

Применение спиртов в качестве компонентов автомобильных бензинов связано с некоторыми проблемами – ярко выраженной гидрофильностью и фазовой нестабильностью спиртов, низкими противоизносными и антикоррозионными свойствами получаемых топлив. Использование спиртов в Казахстане связано с еще одной трудностью – существенным увеличением себестоимости смесевых спирто-бензиновых топлив вследствие особенностей отечественного налогообложения. Тем не менее, это направление имеет несомненные перспективы на пути к постепенному снижению использования нефтяных ресурсов за счет вовлечения в производство растительного сырья и дальнейшему повышению экологических характеристик моторных топлив [6, 7].

Простые эфиры лишены недостатков, присущих спиртам, они менее гигроскопичны, не обладают ярко выраженной коррозионной активностью, поэтому успешно применяются в качестве октаноповышающих присадок во всем мире, в том числе в Казахстане.

В основе синтеза алкил–трет–бутиловых эфиров лежит реакция взаимодействия изобутилена с соответствующими спиртами:



где R – алкильный радикал.

Наиболее используемый представитель этого класса соединений – метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) (таблица 1). Его промышленное производство в качестве компонента моторных топлив осуществляется с 1979 г. в качестве эффективной альтернативы ТЭС в рамках концепции создания реформулированного бензина.

В период с 1992 г. по 2001 г. потребление МТБЭ в США возросло с 4,0 до 10,5 млн т. На сегодняшний день мировые объемы производства и потребления МТБЭ оцениваются в 22–25 млн т/год. Между тем, в последнее время наметилась тенденция к некоторому снижению объемов потребления МТБЭ в качестве антидетонационной присадки. Это связано с тем, что с 2003 г. это соединение запрещено к использованию из-за высокой вероятности проникновения и накопления МТБЭ и продуктов его разложения в почве и грунтовых водах в случае утечек. Кроме того, его производство связано с использованием ядовитого метанола. Тем не менее, пока этот антидетонатор остается самым используемым в топливной отрасли. МТБЭ в качестве основной октаноповышающей присадки продолжают использовать страны Азиатско-Тихоокеанского региона, Россия и Казахстан. В Казахстане объемы производства МТБЭ составляют около 20 тыс. т/год. В настоящее время от использования МТБЭ отказались США, Канада, Испания, Португалия, Франция, Финляндия; объемы потребления МТБЭ снижены в Японии, Германии, Италии и Великобритании.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики октаноповышающих добавок на основе простых эфиров

Показатель	Бензин	МТБЭ	ЭТБЭ	МТАЭ
Температура кипения, °С	35–200	55	73	86
Плотность при 20 °С, кг/м³	740–760	740	770	740
Октановое число:				
Моторный метод	76–90	110	105	98
Исследовательский метод	80–98	125	118	111
Теплота сгорания (низшая), МДж/л	30–33	26,04	26,75	27,90
Давление насыщенных паров при 38 °С, кПа	67–93	55,2	20,7	27,6

ЭТБЭ – прозрачная, бесцветная или бледно-желтая жидкость, органическое соединение с характерным эфирным запахом, получаемое из этанола (47 % об.) и изобутилена (53 % об.). Добавка ЭТБЭ к бензинам до 15 % допускается Техническим регламентом и полностью совместима с существующей инфраструктурой производства моторных топлив. ЭТБЭ в промышленных масштабах был впервые использован в 1992 г. во Франции и с этого времени популярность его применения в качестве антидетонатора неуклонно возрастает.

Несомненным преимуществом ЭТБЭ является его биоразложение в природе, а также возможность использования в качестве сырья этилового спирта, получаемого из растительного сырья (биоэтанола). Этот фактор послужил основой для стремительного развития производства ЭТБЭ в США и Европейских странах.

Часть европейских производителей МТБЭ перешла на выпуск ЭТБЭ путем модернизации имеющихся мощностей, другие производители строят новые крупнотоннажные производства. В 2011 г. объемы производства эфиров в Европе составили 4,5 млн т, при этом на долю ЭТБЭ пришлось 50 % всех объемов. На территории Евросоюза располагаются более 20 производств ЭТБЭ: LyondellBasell (Голландия, Франция), TotalFinaElf, Ouest ETBE, Nord ETBE (Франция), Repsol YPF (Испания), Oxoeno, PCK (Германия), Nedalco, Sabic Eurora (Голландия), Orlen (Польша), MOL (Венгрия). Наиболее крупные объемы ЭТБЭ производятся во Франции. Эти производства являются стимулирующими потребителями топливного биоэтанола – для производства 1000 т ЭТБЭ требуется 500 т этанола. По состоянию на 1 февраля 2010 г., на территории ЕС функционировало около 50 и строилось еще около 20 заводов по выпуску этанола.

ЭТБЭ пока не находит распространения в Казахстане по причине отсутствия мощностей для его производства, что в свою очередь связано с системой фискальной политики на рынке этанола, которая делает ЭТБЭ достаточно дорогим и проигрывающим в конкуренции метанолу при производстве высокооктановых эфиров.

Определенными перспективами обладает третиамилвый эфир (ТАМЭ), однако его рабочие характеристики несколько хуже в сравнении с вышеуказанными эфирами, а объемы его производства и потребления сравнительно малы. Кроме того, при его производстве используется до 10 % метанола, что также снижает его практическую ценность с точки зрения экологии и опасности производства [7].

Таким образом, наиболее востребованным октаноповышающим компонентом на казахстанском рынке является МТБЭ. Несмотря на

наметившуюся в мире тенденцию к сокращению потребления МТБЭ, у отечественных производителей имеется перспективная возможность постепенной модернизации производства путем строительства новых и реконструкции устаревающих мощностей, внедрения инновационных методов синтеза с ориентиром на выпуск более современных, экологичных и высокоэффективных антидетонационных присадок на основе МТБЭ и ЭТБЭ и других оксигенатов. Такой шаг позволит в обозримом будущем обеспечить растущие потребности отечественного и экспортного рынка этой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Соколов В. В., Извеков Д. В. / Нефтепереработка и нефтехимия. – 2007. – №3. – С. 23.
- 2 Брагинский О. Б. / Рос. хим. ж. – 2008. – Т. 52, № 6. – С. 137.
- 3 Потапов Н. Н., Лимонник Е. М., Степанов Н. Б., Василькевич А. И., Кофанов А. Е. / Энергетика: экономика, технология, экология. – 2011. – №2. – С. 109.
- 4 Капустин В. М. Оксигенаты в автомобильных бензинах. – М.: КолосС, 2011. – 335 с.
- 5 Богданов С. Н., Лаврик А. Н., Терехов А. С. / Вестн. ЮУрГУ. – 2008. – № 23. – С. 86.
- 6 Латыпова Ф. Н., Вильданов Ф. Ш., Чанышев Р. Р., Николаева С. В. / Баш. хим. ж. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 128.
- 7 Лю Синьчжоу / Разработка высокооктановых кислородсодержащих топливных композиций. Автореф. дисс. – Уфа, 2004. – 24 с.

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

АСАМБАЕВ А. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НЕСМЕЯНОВА Р. М.

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

Необходимость снижения содержания общей серы в нефти и продуктах её переработки связана с тем, что широкое применение различных видов топлива приводит к загрязнению атмосферы продуктами горения сернистых соединений. Также серосодержащие соединения отрицательно влияют на многие эксплуатационные свойства нефтепродуктов (снижается стабильность, восприимчивость

к присадкам, увеличивается способность к нагарообразованию и коррозионная агрессивность) [1]. Серосодержащие соединения являются активными каталитическими ядами для многих процессов нефтепереработки [2].

Для удаления сернистых соединений из углеводородных фракций широко используется процесс гидроочистки. В ходе него происходит разрушение сероорганических соединений с образованием углеводородов и сероводорода [3, 4]. Процесс хорошо изучен, отработан и на настоящее время показано, что можно, улучшая катализаторы и аппаратуру, оптимизируя условия процесса, получить моторное топливо, удовлетворяющее самым строгим стандартам [5, 6]. Однако, также доказано, что это не выгодно экономически [7]. Кроме того, процесс гидроочистки «хорош» для предприятий большой мощности, для малотоннажных производств он не является не только экономически, но и технологически реалистичным [8].

Рост потребления продуктов переработки сернистых и высокосернистых нефтей и современные требования по содержанию серы в них делает поиск новых экономически эффективных технологий снижения сернистых соединений в нефтепродуктах актуальной задачей.

Интересными являются исследования в направлении безводородных способов обессеривания углеводородного сырья. К ним относятся: экстракционные, адсорбционные, окислительные методы [1] и другие.

Активно развивающаяся экстракционная десульфуризация позволяет снизить содержание серы в дизельных топливах [9]. Процесс технологически прост, протекает в мягких условиях, в ходе него не изменяется структура компонентов дизельного топлива. Однако, говоря о промышленных масштабах, большим его недостатком является уменьшение выхода конечного продукта переработки за счёт потери топлива, а также неполнота десульфуризации.

Адсорбционная сероочистка представляется привлекательным специальным методом повышения качества углеводородных топлив, позволяющим одновременно снижать содержание сернистых и полиароматических соединений в дизельном топливе для удовлетворения требований современных стандартов качества. Оптимальным вариантом реализации процесса является селективная адсорбционная очистка, проводимая в мягких условиях при умеренной температуре и атмосферном давлении. К преимуществам указанного способа следует отнести высокую эффективность, возможность осуществлять процесс без участия молекулярного водорода в относительно мягких условиях, простота технологии, оборудования,

низкий уровень капитальных и эксплуатационных затрат, а также безопасность производства. Возможность выделения адсорбированных сернистых соединений для последующей утилизации обеспечивает решение задачи регулирования вредных выбросов промышленных предприятий [10].

В последнее десятилетие активно развивается направление окислительного обессеривания топлив [11]. Метод основан на модификации функциональных групп и издавна используется для удаления сернистых соединений из нефтепродуктов. Перспективность метода окисления обусловлена возможностью практического использования образующихся сульфоксидов и сульфонов. Процесс можно проводить при комнатной температуре и атмосферном давлении, что позволяет снизить стоимость процесса [12]. Однако в промышленности использование многих из изученных растворителей может быть неприемлемо из-за низкой селективности, малых выходов целевых продуктов, побочных явлений, недоступности и дороговизны.

Эти методы можно использовать как в качестве самостоятельных методов сероочистки (с различной глубиной очистки), так и, комбинируя. Для крупных нефтеперерабатывающих заводов, оснащённых установками гидроочистки, адсорбция может выступать в качестве метода глубокой доочистки углеводородных фракций, содержащих реакционно-малоактивные дибензотиофеновые и полиароматические соединения [13]. Показана эффективность сочетания каталитического окисления и адсорбции [14].

Выводы. На сегодняшний день в большинстве развитых стран содержание серы в моторных топливах чётко ограничено. Естественным откликом на ужесточение требований является проведение реформ в технологическом оформлении процессов и повышение качества углеводородного сырья. Универсальный процесс гидроочистки не всегда даёт требуемую степень очистки при оптимальных экономических затратах и часто не приемлем для малых нефтеперерабатывающих заводов. Рост числа публикаций в научных изданиях, посвящённых исследованиям негидрогенизационных способов сероочистки подтверждает повышенный интерес к проблеме поиска альтернативных решений повышения качества моторных топлив. Для малых нефтеперерабатывающих заводов, не оснащённых установками производства водорода или каталитического риформинга, разработка альтернативных негидрогенизационных способов имеет жизненно важное значение [14]. На настоящее время очевидно, что предложенные альтернативные гидроочистке способы

универсальностью применения для различных видов очищаемого сырья не отличаются. Однако, комбинирование альтернативных и гидрогенизационных методов очистки, использование для отдельных видов сырья специальных способов может положительно сказаться на глубине сероочистки нефтепродуктов и иметь положительный экономический эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Акопян А. В. Окислительное обессеривание углеводородного сырья пероксидом водорода в присутствии солей переходных металлов: дис. на соиск. учен. степ. канд. хим. наук (02.00.13). – М., 2015. – 228 с.
- 2 Гриднева Е. С. Десульфуризация нефтепродуктов под действием ультразвука: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (20.05.10). – М., 2010. – 28 с.
- 3 Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002. – 669 с.
- 4 Каминский Э. Ф., Хавкин В. А. Глубокая переработка нефти: технологические и экологические аспекты. – М.: Техника, 2001. – 384 с.
- 5 Huo Q. Novel Micro- and Mesoporous Composite Molecular Sieve Assembled by Zeolite L Nanocrystal and its Performance for the Hydrodesulfurization (HDS) of Fluid Catalytic Cracking (FCC) Gasoline / Q. Huo, Y. Gong, T. Dou // *Energy&Fuels*. – 2010. – V. 24. – № 7. P. 3764 – 3771.
- 6 Landau M. V. Tail-selective hydrocracking of heavy gas oil diesel production. *Studies in Surface Science and Catalysis* / M. V. Landau, L. O. Kogan, M. Herskowi // *Catalysis Today*. 1997. – V. 36. – № 4. P. 371 – 378.
- 7 Bosmann A. Deep desulfurization of diesel fuel by extraction with ionic liquids / A. Bosmann, L. Datsevich, A. Jess // *Chem. Commun.* 2001. – V. 24. – № 24. – P. 2494 – 2495
- 8 Десульфуризация (обессеривание) светлых нефтепродуктов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://neftesintez.net/desulphurization.html>.
- 9 Wan Mokhtar W. Deep desulfurization of model diesel by extraction with N,N-dimethylformamide: Optimization by Box-Behnken design / W. Wan Mokhtar, W. Abu Bakar, A. Rusmidah // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2014. – V. 35. – P. 314 – 319.
- 10 Bu J. Desulfurization of diesel fuels by selective adsorption on activated carbons: Competitive adsorption of polycyclic aromatic sulfur heterocycles and polycyclic aromatic hydrocarbons / J. Bu, G. Loh, C. G.

Gwie, S. Dewiyanti, M. Tasrif, A. Borgna // *Chemical Engineering Journal*. – 2011. – P. 207 – 217.

11 Анисимов А. В. Окислительное обессеривание углеводородного сырья / А. В. Анисимов, А. В. Тараканова // *Российский химический журнал (Журнал российского химического общества им. Д. И. Менделеева)*. – М., 2008. Т. LII. – № 4. – С. 32 – 40.

12 Кривцов Е. Б. Превращения сернистых соединений и ароматических углеводородов дизельных фракций нефтей в процессах окислительного обессеривания: дис. на соиск. учен. степ. канд. хим. наук (02.00.13). – Томск, 2011. – 115 с.

13 Есипова Е. В. Адсорбционная сероочистка дизельного газоконденсатного топлива: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.17.07). – М., 2015. – 193 с.

14 Xiaoliang M. A novel method for oxidative desulfurization of liquid hydrocarbon fuels based on catalytic oxidation using molecular oxygen coupled with selective adsorption / M. Xiaoliang, Z. Anning, S. Chunshan // *Catalysis Today*. – 2007. – V. 123. – P. 276 – 284

#### КАТАЛИЗАТОРЫ КОНВЕРСИИ БИОЭТАНОЛА В АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

АХАМБАЕВА Н. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЧУРИНА Д. Х.

к.х.н., ЦФХМА КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы

ТАЙРАБЕКОВА С. Ж.

PhD докторант, ЦФХМА КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы

КАРУЗИНА И. А.

к.б.н., доцент ВАК, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Направление каталитического превращения биоэтанола в ценные соединения изучено на ZnO/КА и ZnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ДС/КА – катализаторах на проточной установке. Продукты реакции анализировались хроматографическим методом. Найдены оптимальные технологические параметры: объемные скорости (W) и температура реакции (Tr) и составы катализаторов, модификаторы для получения ароматических углеводородов - присадок к топливам. Для получения ароматических углеводородов оптимальным является 1%ZnO-1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0.5 % ДС/КА катализатор, характеризующийся образованием 25,7 % ксилола при 300 °C и W=1 ч<sup>-1</sup>.



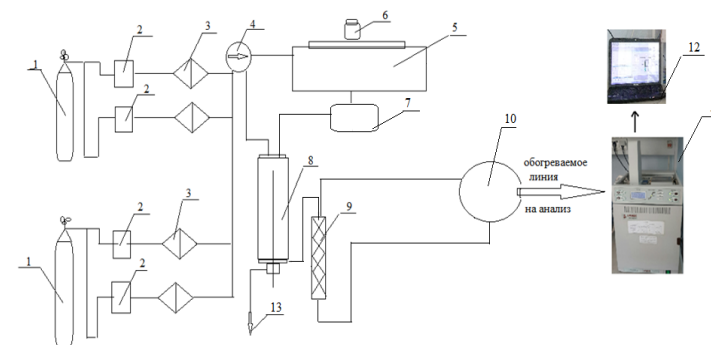
Одним из возобновляемых источников сырья для синтеза многих практически ценных продуктов является биоэтанол, который получают при переработке биомассы самого различного растительного происхождения [1, 2]. Дальнейшая каталитическая переработка биоэтанола до промышленно важных продуктов: олефинов, оксигенатов, ароматических углеводородов и углеводородов бензинового ряда является актуальной задачей. Развитие данного направления особенно важно для Казахстана, имеющего огромные сельскохозяйственные угодья для производства биоэтанола. Настоящая работа посвящена поиску эффективных катализаторов направленной конверсии биоэтанола в ароматические соединения, являющиеся присадками к топливам.

#### Экспериментальная часть

Процесс каталитической конверсии биоэтанола проводился на проточной каталитической установке с выходом на программированный хроматографический анализ продуктов реакции (рисунок 1). Проточная каталитическая установка включает в себя следующие основные узлы: регулятор расхода газов (2), жидкостной насос (5), реактор (8), испаритель (7), сепаратор (9). Из выхода насоса жидкость поступает на испаритель. Реактор изготовлен из кварца и размещается вертикально. Поступающий от испарителя поток подается в реактор с катализатором, затем проходит через слой катализатора. Из выхода реактора поток парогазовой смеси направляется на сепаратор, при этом часть потока через дозирующий вентиль и обогреваемую линию может подаваться на хроматограф для анализа.

Каталитические исследования проводились при варьировании технологических параметров реакции (температура, объемная скорость) для выбора оптимальных условий процесса избирательного превращения биоэтанола в ароматические углеводороды.

Продукты реакции идентифицировали на приборе «ХРОМОС ГХ-1000» с использованием метода абсолютной калибровки и детекторов по теплопроводности. Разделение компонентов проводили на трех колонках (длина 2 м, внутренний диаметр 3 мм), заполненных цеолитом NaX (2 колонки) и порапаком-Т, газы носители – гелий и аргон.



- 1 – газы, 2 – регулятор расхода газов, 3 – фильтр, 4 – мономер,  
5 – жидкостный насос, 6 – сырье-биоэтанол, 7 – испаритель,  
8 – реактор, 9 – сепаратор, 10 – дозирующий вентиль,  
11 – хроматограф, 12 – компьютер, 13 – сброс

Рисунок 1 – Технологическая схема проточной каталитической установки

Для приготовления катализаторов были применены методы пропитки носителя по его влагоемкости растворами нитрата цинка и/или ортофосфорной кислотой и «solution-combustion» с добавлением в раствор диспергирующего соединения (ДС). Метод «solution-combustion» является одним из вариантов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). СВС метод представляет собой один из перспективных направлений в синтезе наноматериалов и дает возможность быстрого достижения высокотемпературного состояния вещества, сопровождающегося разнообразными физико-химическими, фазовыми и структурными превращениями в волне горения.

После пропитки носителя растворами нитрата цинка и/или диспергирующего соединения, полученный катализатор выдерживался при комнатной температуре в течение 12 часов, затем сушился при 140 °С и прокаливался при 300 °С.

#### Результаты и обсуждение

В процессе каталитической конверсии биоэтанола с получением ароматических углеводородов были протестированы катализаторы на основе оксида цинка, нанесенные на ранее выбранный наиболее активный носитель – КА[3]. Было показано, что при конверсии этилового спирта на цеолите КА образуется синтез-газ с соотношением  $H_2:CO=1:1.2$  и этилен. В жидких продуктах конверсии биоэтанола на цеолите КА идентифицировано 24 об. % толуола. Кроме толуола в

жидких продуктах реакции в следовых количествах обнаружен бензол. Далее были приготовлены цинксодержащие катализаторы, нанесенные на цеолитный носитель – КА.

При конверсии биоэтанола на 3 % ZnO/КА в продуктах реакции присутствует синтез – газ с соотношением  $\text{CO}:\text{H}_2 = 1.0:1.2.$ , этилен, метан и диоксид углерода. Ароматические углеводороды не обнаружены.

Снижение концентрации оксида цинка на носителе КА от 3 до 1 мас. % привело к образованию ароматических углеводородов в жидких продуктах реакции конверсии биоэтанола. Катализатор 1 мас. % ZnO/КА проводит конверсию биоэтанола в направлении получения ароматических углеводородов: 7.5 об. % толуола и 8.7 об. % о-ксилола.

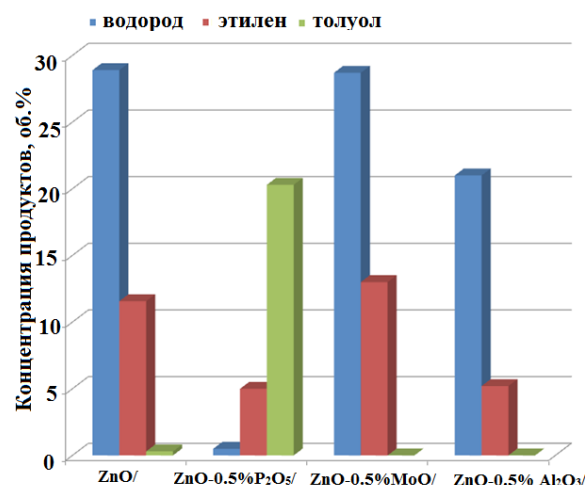


Рисунок 2 – Влияние модификаторов на активность 1% ZnO/КА катализатора в конверсии биоэтанола при 350 °C

Для повышения каталитической активности цинксодержащего катализатора на носителе изучено влияние модифицирующих добавок – оксидов алюминия, фосфора и молибдена (рисунок 2). Из рисунка 2 видно, что введение 0.5 мас. % оксида молибдена в состав 1 мас. % ZnO/КА катализатора приводит к незначительному повышению концентрации этилена от 10,1 до 13,0 об.%. Добавление оксида алюминия при 350 °C не оказывает промотирующего действия на каталитические свойства цинксодержащего катализатора. Наибольшее

модифицирующее действие для получения ароматических соединений оказывает оксид фосфора, добавление 0,5 мас. % которого в состав 1 мас. % ZnO/КА катализатора приводит к образованию в продуктах реакции 20,3 об. % толуола.

Результаты изучения влияния содержания модифицирующей добавки в состав 1 % ZnO/КА катализатора на эффективность его работы в реакции конверсии биоэтанола приведены в таблице 1.

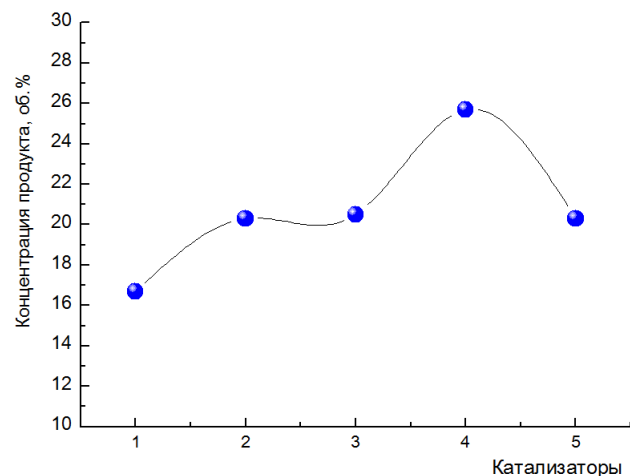
Таблица 1 – Влияние концентрации оксида фосфора в составе катализатора на выходы продуктов при условиях процесса:  $T_p = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $W=1\text{ ч-л}$

Катализаторы	Продукты реакции	Концентрация, об. %
1 % ZnO/КА	H <sub>2</sub>	28.9
	CO	29.3
	CO <sub>2</sub>	3.9
	CH <sub>4</sub>	26.5
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	11.5
	пропанол	0.3
	Ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол)	16,2 об. %
1% ZnO+1% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /КА	H <sub>2</sub>	0.5
	CO	3.35
	CO <sub>2</sub>	0.060
	CH <sub>4</sub>	0.3
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	4.85
	пропанол	0.022
	Ароматические углеводороды	20.5

С введением 1,0 мас. % оксида фосфора увеличивается селективность процесса конверсии биоэтанола в направлении получения ароматических углеводородов. При этом концентрация ароматического углеводорода-ксилола в продуктах реакции составляет 20,5 об. %. Дальнейшее повышение концентрации оксида фосфора до 2 % в составе ZnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/КА катализатора ведет к незначительному уменьшению выхода ароматических углеводородов до 20,3 об. %. Оптимальным составом цинк-фосфорного катализатора, показавшим достаточно хорошую каталитическую активность при конверсии биоэтанола для получения ароматических углеводородов при условиях реакции  $T_p=350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $W=1\text{ ч-л}$  является – 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / КА.



Катализатор, показавший наиболее активное каталитическое действие (1 % ZnO- 1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/КА) был приготовлен методом пропитки носителя с добавлением в раствор структурообразующего соединения ДС, т.е. методом «solution-combustion» (рисунок 3).



1 – 1 % ZnO/КА; 2 – 1 % ZnO–0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /КА;  
3 – 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /КА; 4 – 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА;  
5 – 1 % ZnO–2 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА

Рисунок 3 – Влияние метода приготовления катализаторов и концентрации оксида фосфора на выход ароматических углеводородов

Как видно из рисунка 3, метод приготовления катализатора 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА влияет на образование продуктов реакции. На катализаторах, приготовленных методами «solution – combustion», продукты реакции содержат водород, этилен и ксилол. Синтез катализаторов с добавлением структурообразующего соединения ДС увеличивает избирательность процесса по отношению к ксилолу, содержание которого растет до 25,7 об. %.

Наиболее селективным при конверсии биоэтанола в ароматические соединения является 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА катализатор, приготовленный с добавлением диспергатора, который проводит конверсию биоэтанола с получением п-ксилола при 250–350 °С. На этом катализаторе содержание других продуктов в максимуме

составляет: оксид углерода (2,5 об %), метан (6,4 об %), этилен (6,4 об %) при 250 °С. Для 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА более эффективной является температура реакции 300 °С, где концентрация п-ксилола достигает 25,7 об %.

Таким образом, эффективным катализатором для получения ароматического соединения является 1 % ZnO – 1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,5 % ДС/КА, приготовленный методом «solution-combustion» и оптимальными значениями технологических режимов проведения процесса являются: температура Т<sub>р</sub>= 300 °С, объемная скорость W=1 ч-1.

Резюмируя полученные данные можно сделать заключение о том, что путем подбора носителей, катализаторов, условий приготовления катализатора и технологических режимов можно регулировать направление реакции с получением целевых соединений.

#### Заключение

Процесс конверсии биоэтанола проходит по нескольким направлениям, в результате которых получают промышленно важные продукты: водород, синтез-газ, этилен, ароматические соединения (толуол, ксилол) и др.

Максимальный выход ароматического соединения-ксилола с выходом 25,7 об % наблюдается на катализаторе 1 % ZnO–1 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,5 % ДС/КА, приготовленного методом «solution combustion» с добавлением диспергатора.

Оптимальными технологическими параметрами конверсии биоэтанола являются температура – 300 °С и объемная скорость – 1 ч-1.

Работа выполнена по гранту МОН РК № 1227/ГФ4

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками. – М.: Колосс, 2008. – 232 с.
- 2 Третьяков В.Ф., Мастюгина Т.Н., Лермонтов А.С., Бурдейная Т.Н. Биоэтанол – сырье для получения компонентов моторных топлив и нефтехимических продуктов // Катализ в промышленности (2006) – Т. 2, № 4. – с. 12-17.
- 3 Ергазиева Г. Е., Досумов К., Чурина Д. Х., Тайрабекова С. Ж., Калиханов К. Конверсия биоэтанола на цеолитах // Химический журнал Казахстана. (2015) -№73. – с. 252-258.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОКАЛЕННОГО НЕФТЯНОГО КОКСА

АХМЕТОВ А. К., ТУЛЕГЕНОВ Е. З.  
магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
СУЛЕЙМЕНОВ М. А.  
д.х.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Одним из важных вторичных продуктов нефтепереработки является кокс, который крайне необходим для металлургической промышленности.

Рост производства высоколегированных сталей, цветных металлов, электроэнергии, развитие атомно-энергетического комплекса и других отраслей техники, в которых используется нефтяной кокс, подчеркивает значимость и актуальность исследований процессов прокали нефти коксов.

Нефтяной кокс – высококачественный углеродистый материал, является конечным продуктом глубоких превращений нефтяных углеводородов при термической деструкции. По внешнему виду кокс представляет собой куски (или частицы) неправильной формы разного размера, черного цвета с металлическим блеском. Частицы кокса имеют развитую пористую структуру.

Элементный состав кокса следующий: 90–97 % углерода, 1,5–8,0 % водорода, остальное до 100 % – азот, кислород, сера и металлы. Главными показателями качества нефтяного кокса являются содержание серы, золы, влаги, выход летучих веществ, гранулометрический состав, механическая прочность [1, 28 с.].

Нефтяной кокс обладает редким сочетанием физико-химических и физико-механических свойств, благодаря которым он получил широкое применение во многих отраслях промышленности. К таким свойствам относятся термическая и химическая стойкость в агрессивных средах, сравнительно низкий коэффициент линейного расширения, достаточно высокая механическая прочность, высокая теплопроводность и электрическая проводимость, удовлетворительные упругопластические характеристики и др. Для приобретения этих свойств кокс должен пройти термическую обработку при температурах не ниже 650–750 °С, а некоторые свойства достигаются только после графитирования кокса при температурах 2600–3000 °С. Цветная и черная металлургия в своих производствах применяют прокаленный кокс [1, 105 с.].

При прокаливании удаляются летучие вещества и частично гетероатомы (например, сера и ванадий), снижается удельное

электрическое сопротивление. При графитировании двумерные кристаллиты превращаются в кристаллические образования трехмерной упорядоченности. В общем виде стадии облагораживания можно представить следующей схемой: кристаллиты → карбонизация (прокаливание при 500–1000 °С) → двумерное упорядочение структуры (1000–1400 °С) → предкристаллизация (трансформация кристаллитов при 1400 °С и выше) → кристаллизация, или графитирование (2200–2800 °С).

Анодная масса и обожженные аноды – это основные материалы, используемые в процессе электрохимического получения алюминия. Расход энергии на выплавку 1 кг алюминия составляет 15–20 кВт·ч, а анодных материалов – 0,52–0,62 кг. В расчете на прокаленный кокс для производства обожженных анодов расход углерода составляет 0,40–0,46 кг [2, 39 с.].

Основной компонент анодов – нефтяной кокс, который благодаря своей доступности в больших объемах, химической чистоте и способности приобретать электропроводность при термообработке является наиболее подходящим углеродным наполнителем для производства анодных масс и обожженных анодов. Свойства анодов во многом определяются свойствами нефтяного кокса.

Качество кокса во многом определяет технологию, экологию и экономику производства алюминия. С точки зрения производителей алюминия, нефтяной кокс должен обладать следующими свойствами: минимальной зольностью и отсутствием каталитических примесей, высокой стойкостью к кислороду и CO<sub>2</sub>, низкой пористостью и удельным электросопротивлением, механической прочностью, приемлемой для обработки, и хорошей микроструктурой [2, 58 с.].

Сырой нефтяной кокс перед прокалкой подвергается дроблению и хранению в промежуточных бункерах. Транспорт сырого кокса осуществляется путем ленточных конвейеров и ковшовых элеваторов. Сырой нефтяной кокс загружается в бункер 3-х часового запаса, после которого установлен ленточный дозатор, предназначенный для определения и регулирования расхода кокса в печь прокали.

Прокалка нефтяного кокса – это процесс нагрева сырого нефтяного кокса до 1250–1350 °С. Благодаря физическим и химическим процессам, происходящим с сырьевым материалом, происходит улучшение потребительских свойств кокса.

Недококсовавшиеся в процессе замедленного коксования углеводороды подвергаются деструктивному разложению с образованием кокса и газообразных продуктов. При этом во всей

массе кокса протекают процессы изменения структуры с обеднением водородом, который в виде метана и других углеводородов выделяется и сгорает в печах прокалики и печах дожига [1, 105 с.].

После испарения влаги и удаления летучих компонентов, кокс подвергается нагреванию до 1350 °С. При этом его молекулярная структура принимает более организованную форму с четкой кристаллической решеткой. Основной целью процесса прокалики является улучшение физических и химических качеств кокса, таких, как электрическое сопротивление, истинная плотность, окисляемость и реакционная способность, в результате продукт приобретает необходимые качества, становясь соответствующим необходимым требованиям.

Основными факторами, влияющими на качество готового продукта и полноту протекания процесса, являются температура прокалики и время нахождения кокса в зоне прокалики. Также, немаловажными факторами прокалики являются гранулометрический состав сырья, отношение объема подачи материала к объему.

Печь прокаливания работает по принципу противотока – сырой кокс подается с одной стороны, а сжигание топлива производится с противоположной. В результате, образовавшиеся при горении топлива газы, движутся навстречу потоку материала, осуществляя непосредственно процесс теплообмена. Прокалка проходит при температурах 1250–1350 °С [3, 68 с.].

Печь прокалики в зависимости от протекающих процессов, условно можно разделить на следующие зоны:

- зона сушки и нагрева, до 1150 °С;
- зона выделения летучих веществ, 600–1150 °С;
- зона прокалики, 1250–1350 °С;
- зона охлаждения, 800–1200 °С.

Границы и длины зон в печи зависят от фракционного состава сырья, содержания влаги и летучих веществ, а также могут изменяться в зависимости от разряжения и объема подаваемого воздуха, объема топлива и скорости загрузки сырья [3, 89 с.].

Качество готового продукта зависит от длины зоны прокалики, температуры в печи и времени нахождения материала в ней. Производительность печи определяется соотношением параметров скорости вращения печи, объема подаваемого сырья и температуры, которые в совокупности позволяют получить прокаленный кокс, отвечающий требованиям истинной плотности 2,03–2,09 г/см<sup>3</sup>.

Динамика изменения истинной плотности нефтяного кокса приведена в графике на рисунке 1.

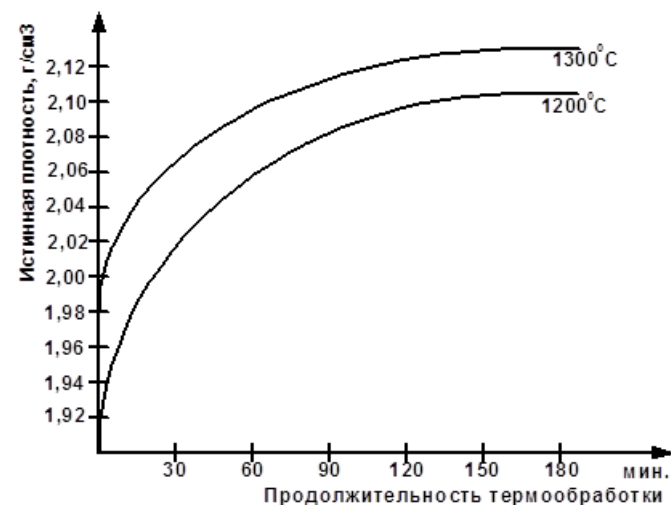


Рисунок 1 – динамика изменения действительной плотности нефтяного кокса

Основным требованием, предъявляемым к качеству прокаленных коксов для алюминиевого производства, является истинная плотность. Чем ниже удельное электрическое сопротивление материала, тем выше истинная плотность [3, 101 с.].

С целью обеспечения оптимальной глубины прокаливания всего материала, гранулометрический состав сырья не должен содержать кусков размером больше 50 мм. Содержание мелкой фракции и пыли должно быть ограничено, так как повышенное содержание будет увеличивать потерю материала за счет выноса из печи прокалики.

Прокаленный кокс, выходя из печи через разгрузочную головку, попадает во вращающийся барабанный холодильник, где охлаждается путем прямого орошения водой, до температуры менее 100 °С. Пар, образующийся в процессе охлаждения кокса, улавливается и вместе с мелкими частицами кокса направляется в печь дожига, предварительно проходя через циклонный пылеуловитель для осаждения пылевидной фракции. Охлажденный кокс, выходя из холодильника, по ленточным конвейерам поступает в силосный склад хранения готовой продукции [3, 123 с.].

Подводя итог выше сказанному, прокалка кокса является сложным физико-химическим процессом, проходящий под действием высоких температур и сопровождающийся параллельными и последовательными процессами разложения и уплотнения сырого нефтяного кокса. Управление и регулирование технологическими параметрами процесса напрямую зависит от температурных показателей печи. Корректировки в технологический режим вводятся относительно результатов анализа прокаленного кокса. Так же хотелось бы отметить, что не мало важную роль играет параметры сырого нефтяного кокса (гранулометрический и химический состав исходного сырья), который упрощают ведение технологического процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Каминский Э. Ф. Хавин В.А. Глубокая переработка нефти: технологические и экологические аспекты / Каминский Э.Ф –М.:2001. –157 с.

2 Ахметов С. А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа [Текст] : учебник / С. А. Ахметов, Т. Р. Сериков, И. Р. Кузеев, М. И. Баязитов– Санкт-Петербург : ООО ДизайнПолиграф Сервис, 2006. – 692 с : ил.ISBN.

3 Уильям Л. Леффлер «Переработка нефти», 2004 – 258 с.

#### МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРОПИЛЕНА

АХМЕТОВ А. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРУЗИНА И. А.

к.б.н., доцент ВАК, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Одним из методов удаления примесей и осушки пропилена является метод адсорбции. Адсорбция является одним из разновидностей массообменных процессов.

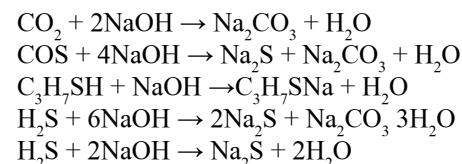
Массообменные процессы – это процесс перехода вещества из одной фазы в другую за счет разности концентраций во взаимодействующих фазах. Движущей силой является стремление системы к равновесию за счет разности концентраций противифаз.

Адсорбция – это процесс избирательного поглощения вещества твердым поглотителем из жидкой или газовой смеси.

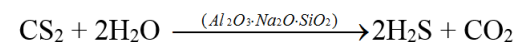
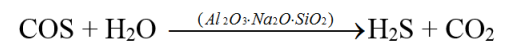
Задачей процесса тонкой очистки пропилена является удаление из пропилена органических и неорганических соединений серы, двуокиси

углерода, воды и кислорода с помощью различных адсорбентов и катализаторов.

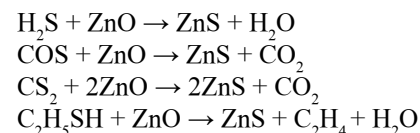
В колоннах Т-301/А,В, заполненных кристаллическим едким натром, происходит удаление двуокиси углерода и органических и неорганических соединений серы по следующим уравнениям реакций:



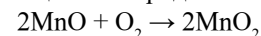
В колонне Т-302, заполненной гидролизным катализатором А-911, происходит гидролиз органических соединений серы по следующим уравнениям реакций:



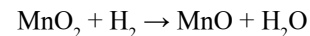
В колоннах Т-303/А,В, заполненных катализатором Z-919, происходит удаление органических и неорганических соединений серы по следующим уравнениям реакций:



Колонна Т-304/Г заполнена высокоэффективным марганцевым раскислителем НТ, предназначенный для удаления кислорода. Основным компонентом адсорбента это оксид марганца, который поглощая кислород окисляется до диоксида марганца:



При регенерации водородом, поступающим с водородной станции, окислитель восстанавливается обратно до оксида марганца:

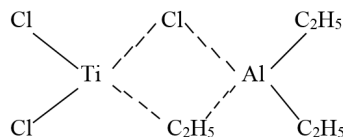


Механизм полимеризации обычно включает в себя ряд связанных стадий:

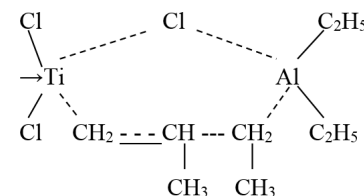
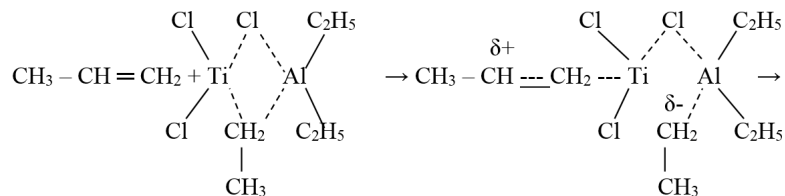
– инициирование цепи – образование активных центров полимеризаций;

- рост цепи – процесс последовательного присоединения молекул мономеров к активным центрам;
- передача цепи – переход активного центра на другую молекулу;
- обрыв цепи – дезактивация активных центров.

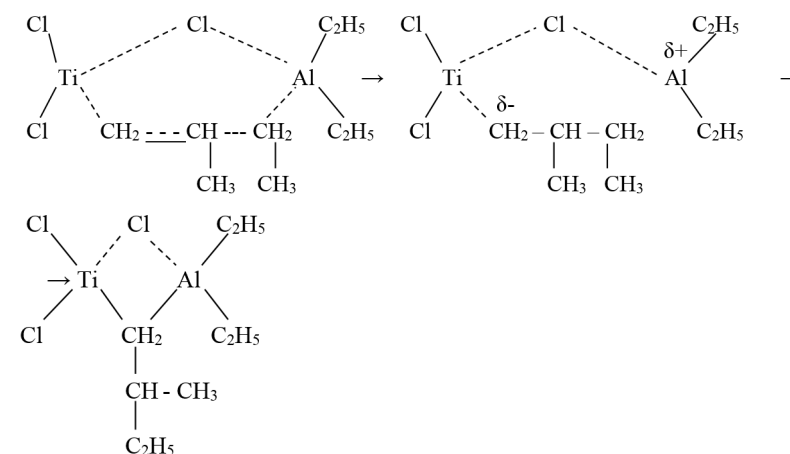
Изотактический полипропилен получают на гетерогенных каталитических системах, в которых переходные металлы находятся в нерастворимой, более или менее кристаллической форме, а металлоорганическое соединение растворимо в углеводородной среде. Активными центрами, инициирующими и управляющими стереоспецифическим ростом цепи, являются комплексы, одним из компонентов которых служит галогенид переходного металла –  $\text{TiCl}_3$ , а вторым – металлоорганическое соединение  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ . В образовании таких промежуточных комплексов участвуют молекулы мономера, до того, как они будут встроены в растущую полимерную цепь. Взаимодействие поверхности твердой фазы катализатора с компонентами, растворенными в углеводородной среде приводит к их адсорбции и, как следствие, к образованию активных центров полимеризации. Катализаторный комплекс, используемый для полимеризации, имеет следующее строение:



Образование активного центра происходит путем внедрения мономера по связи титан–углерод. При взаимодействии  $\pi$ -электрона мономера с 3d-электроном титана разрывается связь титан–углерод этильной группы и образуется координационная связь титан–углерод метильной группы мономера:

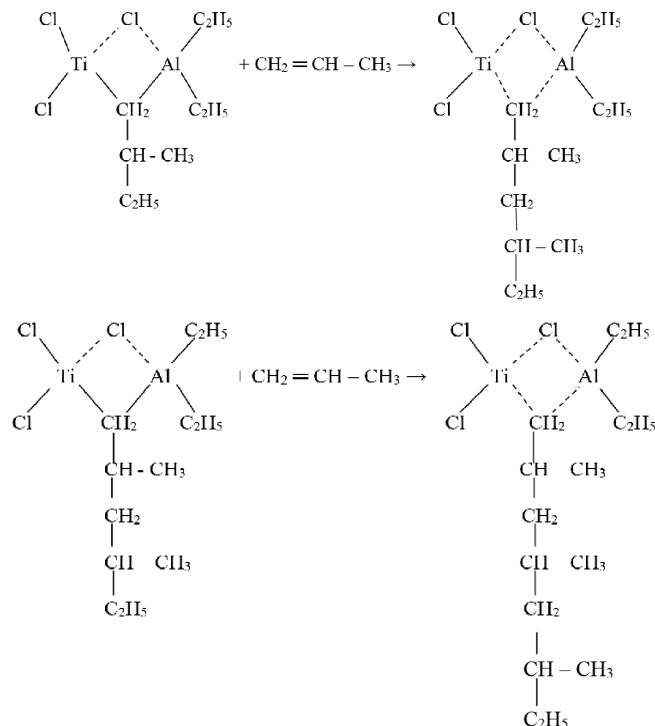


При раскрытии  $\pi$ -связи мономера и образовании  $\delta$ -связи с углеродом этильной группы катализатора разрывается координационная связь алюминий–углерод этильной группы и возникает связь алюминий–углерод мономера:



Образовавшийся комплекс является активным центром полимеризации.

Мономер присоединяется двумя своими функциями и при этом молекула принимает определенное пространственное расположение, которое сохраняется в процессе роста цепи. Благодаря этому, получаются стереорегулярные полимеры. Рост цепи, осуществляемый за счет внедрения молекул мономера по связи титан–углерод, происходит по следующей схеме:



Обрыв цепи происходит в результате передачи иона водорода каталитическому комплексу, в результате передачи цепи на мономер или на металл-алкил.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Технологический регламент установки полимеризации пропилена ТОО «Компания Нефтехим LTD», г. Павлодар, 2009. – 18 с.
- 2 Зефилов Н. С. Химическая энциклопедия: Большая Российская энциклопедия / Н. С. Зефилов. – М. : Академнига, 1998. – 35 с.
- 3 Травень В. Ф. Органическая химия: Учебник для вузов; в 2 т. / В. Ф. Травень. – М. : Академнига, 2004. – 500 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

АХМЕТОВА А. Н.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
МУСТАФИН А. Х.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В нашей стране бурными темпами развивается газовая промышленность, что способствует газификации городов, промышленных узлов и сельских населенных пунктов. В настоящее время газ стал одним из основных видов топлива, и удельный вес его в топливном балансе страны все время увеличивается. Если в 1960 г. доля газового топлива составляла 7,9 %, то в 1970 г. она увеличилась до 18 %. В 1975 г. удельный вес газового топлива достиг 22 %. Сейчас нет ни одной отрасли народного хозяйства, где бы не применяли газовое топливо. Наиболее широко газ используют для коммунально-бытовых целей и прежде всего для приготовления пищи и нагревания воды в квартирах, а также для отопления. Широко используют газ во многих отраслях промышленности: в металлургии, машиностроении, в производстве строительных материалов и др. Все более широкое применение находит газ в сельском хозяйстве для отопления теплиц и животноводческих помещений.

Большое количество природного газа сжигается в топках котлов электростанций для выработки энергии и нагревания воды. Газ является ценным сырьем для химической промышленности, в частности в производстве синтетических материалов. В практике газоснабжения используют различные газы, отличающиеся по происхождению, химическому составу и физическим свойствам. По происхождению горючие газы разделяют на естественные (природные) и искусственные, вырабатываемые из твердого и жидкого топлива. Природные газы добывают из скважин чисто газовых месторождений, а также газонефтяных месторождений попутно с нефтью.

Газы чисто газовых месторождений преимущественно состоят из метана с небольшим содержанием тяжелых углеводородов. В газах газонефтяных месторождений наряду с метаном содержится значительное количество тяжелых углеводородов (пропан, бутан). Природный газ не имеет запаха, в связи с этим до подачи в сеть его добавляют небольшое количество органических веществ (одорантов), обладающих резким запахом, что позволяет обнаруживать утечки [1, с. 12].

Для бытового и коммунального потребления газ подается по городским газопроводам низкого давления к местам потребления. Стальные гидроизолированные трубы, из которых монтируют газопроводы для подачи газа к потребителям, должны укладываться с подъемом к зданию не менее 0,002, а при влажном газе – не менее 0,003 для отвода влаги, выделяющейся из газа. Для сбора ее в пониженных частях газопровода устанавливают конденсационные горшки.

Вводы в здания прокладывают через стены и фундаменты в гильзах из труб большого диаметра. Это необходимо для предохранения газопровода от повреждений при осадке зданий [2, с. 39].

Техническими условиями рекомендуется вводы газопроводов в жилые дома делать в лестничные клетки или непосредственно в кухни квартир. Прокладка газопроводов в подвалах и под зданиями не допускается. От линий водопровода, канализации и водостоков газопровод должен быть удален на расстояние не меньше 2 м. В одних траншеях с другими подземными коммуникациями газопровод размещать нельзя.

Наружная газовая сеть прокладывается в земле на глубине ниже промерзания грунта, но не менее 0,7 м, что необходимо для предохранения газопроводов от повреждений.

Жидкий газ доставляется потребителям в стальных баллонах при давлении до 20 атм. Баллоны имеют емкость 50 л и окрашены в красный цвет. На местах потребления их устанавливают в железных шкафах, которые размещают во дворе (у наружной стены дома) поблизости от потребителей газа – плит или нагревателей.

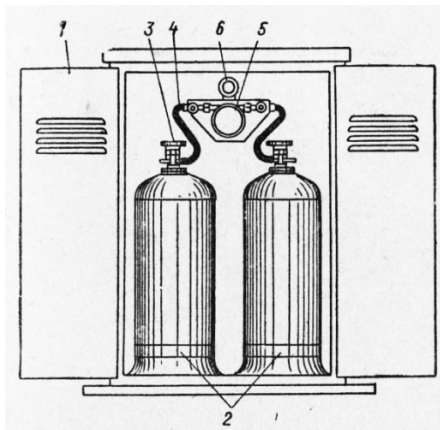
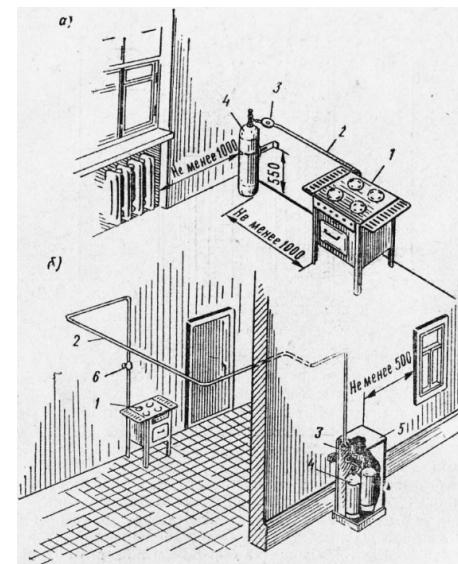


Рисунок 1 – Установка в шкафу баллонов с жидким газом

Установка состоит из железного шкафа и одного или двух баллонов. Баллоны имеют вентиль и соединены между собой и с газовой линией шлангами. Газ из баллона проходит через специальный редуктор, снижающий его давление до 60–80 мм вод. ст., которое необходимо для работы горелок. Давление газа показывает манометр.

Наружные шкафы для газовых баллонов изготавливают из листового железа и окрашивают масляной краской в синий или голубой цвет. Их рассчитывают на один или на два баллона.



а – с размещением баллонов в кухне;

б – с размещением баллонов в шкафу

Рисунок 2 – Индивидуальная газобаллонная установка с жидким газом

При газификации крупных зданий или группы жилых домов обычно применяют групповые установки с размещением нескольких баллонов в шкафу или используют подземные резервуары. Шкаф с баллонами должен быть удален от окон дома не менее чем на 0,5 м. В жилых зданиях высотой не более двух этажей применяют установки с размещением баллонов в кухне [3, с. 123].

Баллон должен быть установлен не ближе 1 м от газовой плиты и не ближе 1 м от нагревательных приборов центрального отопления.

На рисунке 2 показано оборудование кухни при баллонном газоснабжении: 1 – газовая плита; 2 – трубопровод от баллона к плите; 3 – газовый редуктор; 4 – баллон; 5 – шкаф; 6 – газовый кран.

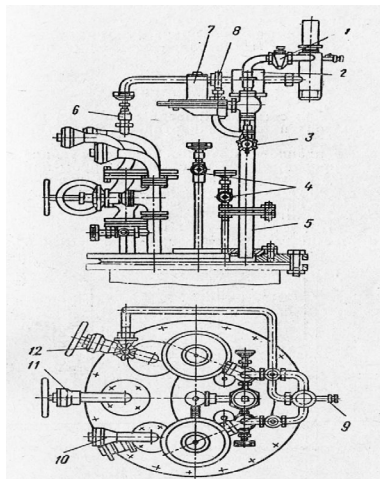


Рисунок 3 – Редукционная головка

В подземных резервуарах для хранения жидкого газа на фланце вертикальной горловины установлена редукционная головка, состоящая из контрольно-измерительных приборов и необходимой аппаратуры: пробочного крана, штуцера, вентилей, стойка, регулятора низкого давления, манометра, лабораторного крана, горловины паровой фазы, горловины для слива осадков и горловины для наполнения [4, с. 58].

Снижение стоимости и металлоемкости систем газоснабжения имеет большое народнохозяйственное значение. Вторая, не менее важная задача заключается в обеспечении полного и надежного газоснабжения всех предусмотренных потребителей. Именно скоординированное решение обеих задач позволяет достигнуть высокой эффективности использования газа. Эта проблема решается, начиная с проектирования, когда определяются основные параметры системы, и далее непрерывно в течение всего периода эксплуатации. Все достоинства газового топлива могут быть рационально использованы только специалистами, хорошо усвоившими основы газоснабжения и строго соблюдающими правила безопасности в газовом хозяйстве.

Неоспоримые достоинства газа и наличие его значительных запасов создают условия для дальнейшего развития газоснабжения страны.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 СНиП 42 – 01 – 2002 Газораспределительные системы.
- 2 Ионин А. А. Газоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2-е, пераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975.
- 3 Пешехонов Н. И. Проектирование газоснабжения – Киев: Будивельник, 1970.
- 4 Шанин Б. В., Кочев А. Г. Газоснабжение района города. Метод. указания к курсовому проекту – Горький: 1988.

## ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

ЭЛЖАН Ә. Ж.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
КУАНБАЕВА Л. К.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
АХМЕДЬЯНОВ Е. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
АХМЕДЬЯНОВА Г. К.

ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
МУСТАФИН А. Х.

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

Известно, что при переработке нефти в условиях конденсации влаги интенсивному коррозионному разрушению подвергаются дистиллятные линии и конденсационно-холодильное оборудование атмосферных колонн установок первичной переработки нефти.

Из уровня техники известно, что наиболее эффективным способом химико-технологической защиты дистиллятных линий и конденсационно-холодильного оборудования атмосферных колонн установок первичной переработки нефти является введение в шлемовый трубопровод атмосферных колонн различных нейтрализаторов коррозии или аммиачной воды и пленкообразующих ингибиторов коррозии [1, с. 12]. Однако этот способ помимо его неоспоримых достоинств имеет ряд недостатков:

– защитное действие (защитный эффект) современных ингибиторов коррозии имеет селективное действие и зависит от физических условий и состава среды и может составлять 0–90 %, т.е. может находиться вне диапазона требуемых значений;



– по химической природе ингибиторы коррозии являются сложными гетероатомными органическими соединениями различных классов. Их получение включает несколько стадий, базируется на дефицитных реагентах, поэтому они являются достаточно дорогими продуктами;

– большинство ингибиторов коррозии растворимы в нефтепродуктах и, следовательно, вместе с ними при последовательной переработке поступают на установки вторичной переработки, как например установки риформинга, где способны вызывать отравление катализаторов;

– функциональные свойства большинства ингибиторов коррозии, нашедших широкое практическое применение, связаны с процессом специфической адсорбции и пленкообразованием, поэтому они применимы обязательно совместно с нейтрализаторами, поддерживающими pH среды в области оптимальных значений для адсорбции ингибитора коррозии. В качестве нейтрализаторов используются различные виды органических аминов или аммиачная вода. Применение последней приводит к образованию отложений – хлорида аммония и снижению эффективности действия ингибитора [2, с. 36].

Известен способ, где в качестве ингибитора коррозии используют 1-(2-окси-этил)-2-алкилимидазолина, где алкил содержит 21 атом углерода и выше. Этот ингибитор коррозии вводят в количестве 5–10 г на 1 т бензинового дистиллята, что обеспечивает высокий защитный эффект [3, с. 203]. Показателями высокой эффективности защиты являются: скорость коррозии углеродистой стали не более 0,1 мм/год; защитный эффект не менее 90 %; отсутствие коррозионных поражений локального характера [4, с. 3].

К недостаткам этого способа можно отнести:

– использование в качестве ингибитора коррозии алкилимидазолина (сложного, труднодоступного и дорогого продукта) связано с увеличением содержания органического азота в бензиновых дистиллятах. При этом алкилимидазолин характеризуется низкой конверсией при реакциях гидрогенолиза в условиях процесса гидроочистки бензиновых фракций, что усиливает риск отравления катализаторов процессов вторичной переработки изомеризации и каталитического риформинга бензиновых фракций [5, с. 100];

– достижение с помощью данного способа высокой эффективности антикоррозионной защиты требует дополнительно подачи сопутствующего нейтрализатора, в частности метоксипропиламина

или аммиачной воды, который необходим для приведения к узкому диапазону значений pH конденсационных дренажных вод колонн атмосферной дистилляции от 5,5 до 6,5, что значительно усложняет ведение способа химико-технологической защиты;

– при хранении ингибитор коррозии, используемый в способе, проявляет агрегативную неустойчивость, выражающуюся в образовании осадка, расслоение продукта, ухудшение его растворимости в бензиновых дистиллятах, что приводит к потере его первоначальной эффективности антикоррозионной защиты [6, с. 9].

Наиболее близким к предлагаемому способу по технической сущности и достигаемому эффекту (прототип) является способ защиты, где в качестве ингибитора коррозии используют полигексаметиленгуанидин гидрат, где число полимеризации 10–100. Этот ингибитор коррозии предложен к использованию в виде 20–25 % масс.рабочего водного раствора. При его удельном расходе 5–20 мг на 1 кг коррозионной среды (или 5–20 г на 1 т) обеспечивается высокая эффективность защиты. Недостатками предложенного способа являются:

– сложность производства и обусловленная этим высокая стоимость и труднодоступность применяемого в качестве ингибитора коррозии продукта

– полигексаметиленгуанидин гидрата;

– хранение водного рабочего раствора ингибитора коррозии, предложенного в прототипе, сопряжено со старением его коллоидной структуры и изменением агрегативной устойчивости – гелеобразованием, что на практике неизбежно приводит к ряду технологических осложнений и сопровождается потерей первоначальной эффективности антикоррозионной защиты.

Существенным признаком прототипа является использование ингибитора коррозии – полигексаметиленгуанидин гидрата, являющегося одновременно и нейтрализатором коррозии. Введение осуществляют путем приготовления и хранения водного рабочего раствора с последующим его распылением под давлением в шлемовый трубопровод атмосферных колонн (впрыска).

Задачей предлагаемого изобретения является создание способа химико-технологической защиты от коррозии оборудования установок первичной переработки нефти с улучшенными технологическими и экологическими характеристиками, с минимизацией материальных затрат, без сложного аппаратного оформления при сохранении и обеспечении высокого уровня антикоррозионного защитного эффекта и лишенного вышеуказанных недостатков прототипа.

Технический результат заявляемого изобретения заключается:

- в расширении арсенала средств антикоррозионной защиты шлемовых линий атмосферных колонн и конденсационно-холодильного оборудования установок первичной переработки нефти;

- в упрощении и удешевлении способа химико-технологической защиты, обеспечивающего высокую эффективность антикоррозионной защиты оборудования с одновременным экологическим эффектом.

Указанный технический результат достигается тем, что в качестве средства защиты используют фенольную воду. Фенольная вода является побочным продуктом (кубовым остатком), выделяемым на установках очистки фенольно-сульфидных вод (технологических конденсатов) установок каталитического крекинга и замедленного коксования от сульфидной серы и аммонийного азота методом отпарки-ректификации.

Фенольная вода помимо свойств ингибитора коррозии обладает и нейтрализующими свойствами, традиционно вводится путем распыливания под давлением в шлемовый трубопровод атмосферных колонн в количестве 0,1–9 кг на 1 кг конденсационной дренажной воды колонн атмосферной дистилляции.

В соответствии с заявляемым способом фенольная вода утилизируется как продукт целевого назначения в процессе первичной переработки нефти для защиты от коррозии шлемовых трубопроводов и конденсационно-холодильного оборудования атмосферных колонн, что приводит к значительному удешевлению, упрощению способа защиты и снижению совокупной экологической нагрузки нефтеперерабатывающего завода.

Сопоставительный анализ прототипа и заявляемого способа показывает, что общими существенными признаками являются:

- высокая эффективность защиты (скорость коррозии не более 0,1 мм/год, защитный эффект не менее 90 %, отсутствие коррозионных поражений локального характера);

- использование в способе антикоррозионной защиты ингибитора коррозии, обладающего одновременно и нейтрализующими свойствами;

- органические соединения фенольной воды являются водорастворимыми, отводятся с дренажной водой и в малом количестве растворяются в бензиновой фракции, снижая риск влияния на вторичные процессы переработки.

Отличительными признаками заявляемого способа являются:

- использование в качестве ингибитора и нейтрализатора коррозии фенольной воды, выделяемой в процессах каталитического крекинга

или замедленного коксования и очищенной от сульфидной серы методом отпарки-ректификации;

- обеспечение постоянного уровня эффективности защиты, минуя стадии приобретения средства защиты (ингибитора коррозии) и приготовления и хранения его рабочего раствора;

- использование фенольной воды, очищенной от сульфидной серы методом отпарки-ректификации, для антикоррозионной защиты оборудования процессов первичной переработки нефти из расчета 0,1–9 кг на 1 кг конденсационной дренажной воды колонн атмосферной дистилляции;

- степень конверсии для компонентов фенольной воды при реакциях гидрогенолиза в условиях процесса гидроочистки топливных фракций значительно выше, тем самым значительно снижаются риски снижения активности катализаторов целевых процессов (изомеризации, риформинга) [7, с. 268].

## ЛИТЕРАТУРА

1 Лялин В. А. и др. Опыт борьбы с коррозией на установках первичной переработки нефти. Эксплуатация, модернизация и ремонт оборудования. – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1975, С. 26.

2 Козловский Я. Б. и др. Состояние и перспективы защиты от коррозии оборудования установок первичной переработки нефти и систем оборотного водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов. Тематический обзор. – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1986, С. 55.

3 Бурлов В. В. и др. Защита от коррозии оборудования НПЗ. – СПб. : Изд-во «ХИМИЗДАТ», 2005, С. 248

4 РТМ 26-02-39-84. Методы защиты от коррозии и выбор материалов для основного оборудования и трубопроводов установок подготовки и первичной переработки нефти (ЭЛОУ, АВТ, АТ, ЭЛОУ-АВТ). – Введен 1985-01-01

5 Коррозия и защита химической аппаратуры. Справочное руководство, т.9 / Под ред. А. М. Сухотина и др. Л. : Химия, 1974. – 119 с.;

6 Палатик Г. Ф. Особенности поведения промышленных амидоимидазолиновых ингибиторов коррозии в водно-углеводородных средах: автореф. дис. на соискание кандидата хим. наук (05.17.03); Пермь, 2004. – 20 с.

7 Магарил Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. М. : Изд-во КДУ, 2008. – 280 с.

## ВЛИЯНИЕ ПРИСАДОК НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ОКИСЛЕННЫХ БИТУМОВ

БИРЮКОВА О. В.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НЕСМЕЯНОВА Р. М.

к.х.н., ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Использование высококачественного окисленного битума еще не дает гарантии получения долговечного дорожного покрытия. Качество асфальтобетонного покрытия зависит от множества факторов, а именно: состав и свойства органического вяжущего, тип минерального наполнителя, технология получения асфальтобетонной смеси и условия эксплуатации дорожного полотна. В результате недостаточной величины адгезии минеральных материалов и битумного вяжущего происходит преждевременное разрушение дорожного покрытия.

Битум в составе асфальтобетона является клеем, который соединяет частицы минерального наполнителя определенного гранулометрического состава. Образуя прочный монолит, запечатывает дорожное покрытие, тем самым защищая его от перепада температур, осадков и повышенных нагрузок. Потому битум должен обладать следующими свойствами: хорошей смачиваемостью к минеральному наполнителю, высокой адгезией, обеспечивать износоустойчивость и прочность асфальтобетона. Добавки, повышающие сцепление битумного вяжущего с минеральными компонентами асфальтобетонных смесей или адгезионные добавки, применяют для повышения энергии взаимодействия минерального компонента и органического вяжущего в результате которого снижается или полностью прекращается отслаивание битума от поверхности заполнителя.

В качестве присадок применяют ПАВ, которые снижают поверхностное натяжение органического вяжущего, способствуя тем самым повышению его адгезии к минеральному заполнителю. Количество добавки, вводимое в состав битумного вяжущего, зависит и от свойств самого вяжущего, и от состава и свойств минеральных компонентов асфальтобетонной смеси.

Молекулы ПАВ обладают амфотерными свойствами и состоят из двух групп – полярной и неполярной. Различают ионогенные и неионогенные добавки. Ионогенные ПАВ подразделяют на катионоактивные и анионоактивные.

ПАВ анионная – добавка несет отрицательный заряд и состоит из высокомолекулярных кислот, мылонафтов, солей нафтенных

кислот (мыла), производных карбоновых кислот, фенолов и др. ПАВ катионные – добавки, в которых углеводородная часть молекул входит в состав катиона. Катионоактивная добавка несет положительный заряд и состоит из алкиламиновой, солей аминов, и четырехзамещенных аммониевых оснований. Алкиламинами называют группу ПАВ катионного типа, воздействующих на поверхностное натяжение битума. Различают диамины, полиамины, амидоамины и др. При использовании этих веществ в результате химической реакции на поверхности минерала возникает трудно смываемая (водостойкая) пленка, состоящая из аниона материала и аминного катиона добавки. Амины закрепляются на поверхности кислых минеральных материалов в результате электростатической адсорбции ионов.

Достижение высокой величины адгезии битума и минерала обеспечивается способностью битума к смачиванию поверхности этого минерала. Смачивание и адсорбция сопровождаются ориентацией молекул ПАВ, полярная часть которых, благодаря возникновению водородных связей, своими функциональными группами соединяется с поверхностью каменного материала, а углеводородными радикалами за счет сил Ван-дер-Ваальса с битумом. При модификации битума ПАВ данного типа возникает химическое взаимодействие между органическим вяжущим и горной породой, слагающей минеральный каркас асфальтобетона. Прочность такого взаимодействия согласно нормативно-технической документации принято оценивать по способности удерживаться пленки вяжущего на поверхности образца минерального материала при длительном кипячении его в воде. При химической адсорбции пленка вяжущего с поверхности испытуемого материала практически не смывается. Если на поверхности контакта битума с минеральным материалом отсутствует химическое взаимодействие и имеет место лишь физическая адсорбция, то битум может частично или полностью вытесняться кипящей водой (особенно подсоленной водой) с поверхности минерала.

Модификация битума комплексной присадкой двойного действия позволяет направленно улучшить сцепление модифицированного ею битума, как с минералами основного характера, так и с кислыми, составляющими, присутствующими в зёрнах щебня.

Особенностью применения адгезионных присадок катионного типа или комплексных присадок, содержащих катионоактивную составляющую, является необходимость модификации битума присадкой непосредственно на АБЗ в процессе производства

асфальтобетонной смеси. Это вызвано невысокой термостабильностью смеси битума и присадки.

Целью исследования стало влияние адгезионных присадок на эксплуатационные свойства окисленных битумов. Объекты исследования: битум дорожный ТОО «ПНХЗ» по ГОСТ 33133-2014 (БНД 100/130), присадка адгезионная комплексная двойного действия БП-КСП, присадка адгезионная катионная БП-3М. Окисление битума проводилось в реакторе непрерывного действия при температуре 230 °С, расходе воздуха 100 м³ на 1 м³ сырья. Характеристики окисленного битума без присадки указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели битума ТОО «ПНХЗ» БНД 100/130

№ п/п	Наименование показателей	Ед-цы измерения	Метод испытания	Требования ГОСТ	Фактические данные
1.	Глубина проникания иглы при 25°С	0,1 мм	ГОСТ 33136	101-130	103
2.	Температура размягчения по кольцу и шару	°С	ГОСТ 33142	не ниже 45	46
3.	Температура хрупкости	°С	ГОСТ 33143	не выше -20	-25
4.	Сцепление с мрамором и песком	-	ГОСТ 11508	-	№ 2, не соответствует образцу

Катионная адгезионная присадка БП-КСП представляет собой продукт поликонденсации полиаминов с жирными кислотами растительного происхождения. Присадку БП-КСП вводят в битум в количестве 0,5–1,0 % от массы вяжущего. Рабочая концентрация присадки зависит от свойств вяжущего и применяемых минеральных материалов.

Катионная адгезионная присадка БП-3М. Присадка представляет собой продукт взаимодействия высокомолекулярных органических кислот с высшими полиэтиленполиаминными. Присадку БП-3М вводят в битум в количестве 0,5–1,0 % от массы вяжущего.

Для окисленных битумов с добавлением вышеуказанных присадок определялись следующие показатели: сцепление с мрамором и песком, температура хрупкости, температура размягчения по кольцу и шару, пенетрация.

Температура размягчения косвенно характеризует эксплуатационные свойства битума при высоких температурах. Битумы с низкой температурой размягчения обладают низкой прочностью при повышенной температуре. Температура размягчения должна на 35 % превышать максимальную температуру воздуха в летний период в районе потребления. В ходе проведения испытаний по методу КиШ были получены следующие данные, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Температура размягчения смесей битум + модификаторы

Наименование показателя	1% БП-3М + битум	0,5% БП-3М + битум	1% БП-КСП + битум	0,7% БП-КСП + битум	0,5% БП-КСП + битум
Температура размягчения по Кольцу и Шару, °С	47	47	44	45	45

Смесь 1 % присадки БП-КСП с битумом показала худший результат, который является ниже нормативного предела. Наилучшие результаты оказались у смесей битума с 1 % и 0,5 % присадки БП-3М, т.е. такие битумы и смеси на основе них более прочные при повышенных температурах в летнее время.

Пенетрация косвенно характеризует такие эксплуатационные качества битума, как твердость, прочность и теплостойкость. Чем выше пенетрация битума при заданной температуре размягчения и при заданной пенетрации : температура размягчения битума, тем выше его теплостойкость. Экспериментальные данные глубины проникания иглы битума с добавлением присадок указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Пенетрация смесей битум + модификаторы

Наименование показателя	1% БП-3М + битум	0,5% БП-3М + битум	1% БП-КСП + битум	0,7% БП-КСП + битум	0,5% БП-КСП + битум
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	107	103	130	111	107

Из таблицы 3 видно, что добавление 1 % присадки БП-КСП отрицательно влияет на эксплуатационные свойства битума, показатели пенетрации выходят за пределы нормы, т.е. битум становится недостаточно теплостоек и тверд при 25 °С. Это объясняется жидкой

консистенцией присадки. 1 % присадки БП-3М и 0,5 % присадки БП-КСП значительно улучшили прочностные свойства битума по сравнению с битумом без добавления присадки. Оптимальным вариантом стало добавление 0,7 % присадки БП-КСП.

Температура хрупкости – важный показатель качества дорожных битумов, характеризующий работу битумсодержащих материалов при низких температурах. Очевидно, желательна более низкая температура хрупкости битума, так как такой битум имеет лучшие пластичные свойства, а битумное покрытие лучше работает в условиях сурового климата и холодной погоды. Покрытие из битума с высокой температурой хрупкости при низких температурах выкрашивается, дает трещины и быстро разрушается. Значение температуры хрупкости должно быть не менее 3/4 минимальной годовой температуры района, в котором эксплуатируется дорожное покрытие. В ходе определения температуры хрупкости были получены следующие данные, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Температура хрупкости смесей битум + модификаторы

Наименование показателя	1% БП-3М + битум	0,5% БП-3М + битум	1% БП-КСП + битум	0,7% БП-КСП + битум	0,5% БП-КСП + битум
Температура хрупкости, °С	-25	-24	-29	-29	-28

Присадка БП-3М не значительно повлияла на хрупкостные характеристики битума. Отличный результат дало добавление присадки БП-КСП, причем даже в малом количестве, тем самым улучшив трещиностойкость при низких температурах. Температура хрупкости понизилась на 4 0С, при первоначальной температуре хрупкости битума без присадки – 25 °С.

Дорожный битум должен обладать высокой клеящей способностью в широком диапазоне температур, чтобы прочно удерживать щебень от выкрашивания под воздействием колес автомобилей. Он должен связывать и удерживать частицы минерального наполнителя, а также не терять свои свойства в процессе эксплуатации (например, под действием атмосферной влаги, осадков, колебаний температуры), обеспечивать сопротивление покрытия воздействию многократно повторяющихся нагрузок.

Экспериментально были получены следующие результаты сцепления. Без присадки песок с битумом не соответствует контрольным образцам, мрамор с битумом соответствует контрольному образцу № 2. Битум с добавлением 1 % и 0,5 % присадки БП-3М соответствует

контрольным образцам № 1. Смесь битума и 0,5 % присадки БП-КСП соответствуют контрольным образцам № 2, как с мрамором, так и с песком. Смесей битума с 1 % и 0,7 % присадки БП-КСП соответствуют контрольным образцам № 1.

Внесение избыточного количества ПАВ для достижения необходимого сцепления приводит к повышению пластичности битума, изменению его товарных свойств. Это недопустимо в связи со строгой регламентацией марки дорожного битума. Таким образом, варьируя добавлением присадок в определенном диапазоне, в зависимости от производственных задач, можно получить битум с улучшенными адгезионными свойствами, при этом, не повлиять и даже повысить прочие эксплуатационные характеристики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пустынников А.Ю., Рябов В.Г., Туманян Б.П., Нечаев А.Н., Питиримов В.С. // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – № 3. – С. 16.
- 2 Сибгатуллина Р.И., Абдуллин А.И., Емельянычева Е.А. – (Нефтегазохимия) // нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2016. - № 4. – С. 45-47.
- 3 Аминов Ш.Х., Теляшев Э.Г., Кутын Ю.А. // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т.18, № 4.- С. 264-267.
- 4 Аминов Ш.Х., Кутын Ю.А., Струговец И.Б., Теляшев Э.Г. Современные битумные вяжущие и асфальтобетоны на их основе. – СПб: «Недра», 2007. – 336 с.
- 5 Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов - Москва: Химия, 1983. - 192 с.
- 6 Гун Р.Б. Нефтяные битумы / Р.Б. Гун. – М.: Химия, 1983. – 504 с.

#### ПОЛИГЛИКОЛЬМАЛЕИНАТТАР МЕН КАНЫҚПАҒАН КАРБОН ҚЫШҚЫЛДАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРЛІ КОМПЛЕКСТЕРДІҢ СИНТЕЗІ МЕН ҚОЛДАНЫЛУЫ

БУРКЕЕВ М. Ж., БИАРЫСТАНОВ М. А.,  
ИМАНБЕКОВА Ж. Қ., ХАМИТОВА, Т. О., ҚОЖАБЕКОВА Г. Е.  
С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.  
Е. А. Бокетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университет, Қарағанды

Республикада нанокатализаторлардың жаңа туындыларын жасау мәселесі қолға алынды. Қолданылып жүрген каталитикалық

жүйелермен салыстырғанда бұл катализаторлардың эффективділігі мен селективтілігі біршама жоғары келеді. Нанокатализаторларды синтездеудің жаңа заманауи жетілдірілген технологиясын қолданысқа енгізу арқылы нарықта жоғары сұранысқа ие жаңа сапалы өнімдерді алуға септігін тигізеді. Химиялық үрдістерде нанокатализаторларды қолдану арқылы реакция жылдамдығын жоғарлатуға, энергетикалық шығынын азайтуға және жылдық өнімдердің шығымын арттырып, жаңа қасиетке ие өнімдердерді жасап шығару мүмкіндігі туады. Сондай-ақ, қанықпаған полиэфирлі шайырлардың қасиеттері мен олардың негізіндегі гидрогельдер металл нанобөлшектерінің арзан және қолжетімді тасымалдаушы болып табылады. Қазіргі таңда өнеркәсіпте металл-полимерлік композицияларды алу үшін араластыра отырып полимер балқымасына енгізетін ірі бөлшекті металл ұнтақтарын қолданылады. Ал осы зерттеу жұмысында металл-полимер композициясын синтездеуде никель және кобальт металдарын таңдап алынды, өйткені бұл металдар жоғары коррозиялық және ауа, су, сілті мен бірқатар қышқыл ерітінділерінде тұрақтылығымен, активтілігімен ерекшеленеді [1-4].

#### Тәжірибелік бөлім

Этилен(пропилен)гликольмалеинат малеин қышқылы мен этиленгликоль(пропилен) негізінде поликонденсация әдісімен алынды. Нәтижесінде тұтқыр балға ұқсас ақшыл-сары түсті өнім алынды. Одан алынған қанықпаған шайыр өнімін гександа тұндырып, вакуумда кептірді, өнім шығымы 91-92 % құрады.

Өрі қарай қанықпаған полиэфирлі шайырлардың акрил қышқылымен сополимеризациясы жүргізілді. П-ЭГМ және п-ПГМ акрил қышқылымен сополимерлері радикалды сополимеризация арқылы 70 °С температурада 6 сағат аралығында алынды.

Полиэтилен(пропилен)гликольмалеинат(п-ЭГМ, п-ЭГМ) негізіндегі металл-полимерлі комплекстерді алуда полимерлі матрица ретінде п-ЭГМ, п-ЭГМ-пен акрил қышқылы (АҚ) сополимерлері қолданылды. Ал металдық никель мен кобальт ерітіндіде тотықсыздандырғыш көмегімен  $\text{Na}(\text{H}_2\text{PO}_2)$  нолваленттік жағдайға дейін тотықсызданады [5].

Қанықтырғаннан кейін гелдің үлгілерін тұрақтандырғыш натрийдің гипофосфиті ерітіндісіне орналастырады, тұрақтандырғыштың катализаторы ретінде күміс хлоридінің аммиакты ерітіндісі қолданылады.

0,81478 г полимер үлгісін 30 мл никель және кобальт хлоридтерінің 0,1 н ерітінділеріне енгізеді, содан соң гел мен ерітінді арасында

бірдей таралу орнағанша (3 тәулік) ұстайды. Қанықтырғаннан кейін гелдің үлгілерін 2,0727 мл 0,1 н натрийдің гипофосфиті ерітіндісіне тотықсыздандырады. Катализатор ретінде 0,006 г күміс хлоридінің аммиакты ерітіндісі қолданылады. Тұрақтандыруды бөлме температурасында екі сағат бойы жүргізеді. Алынған нанокатализаторды тұрақты массаға дейін бөлме температурасында кептіреді.

Металлды полимер ортасында тұрақтандыру жылдамдығы ерітіндідегі жылдамдыққа қарағанда төменірек болды. Реакция нәтижесінде полимер сұр түсті болып, салмағы көбейді. Бұл металдардың полимер құрамына енуін дәлелдейді.

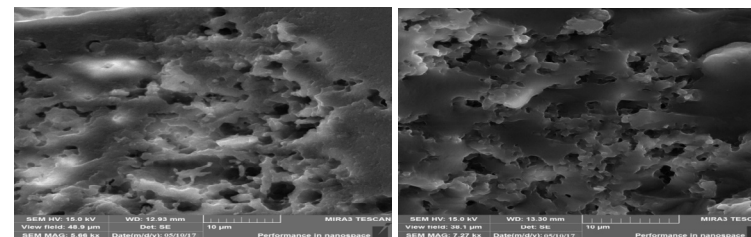
Полимер-металды комплекстің каталитикалық белсенділігін зерттеу үшін және белгілі қаңқалы катализатормен салыстыру мақсатында пиридиннің электрокаталитикалық тотықсыздандыруын өткіздік. Эксперименттер 25 °С температурада әртүрлі ток күшінде 1-3 А жүргізілді. Температура термостаттың көмегімен реттеліп отырды.

Пиридиннің электрокаталитикалық гидрленуі катализаторсыз, полимер-металлды комплекс және қаңқалы катализатор қатысында жүзеге асырылды.

#### Нәтижелер мен оларды талдау

Полиэтилен(пропилен)гликольмалеинат құрамына карбоксил тобы бар буындарды (карбон қышқылдарымен (АҚ) сополимеризация арқылы) енгізу нәтижесінде алынған сополимерлер жоғары сорбциялайтын қасиетке ие болады.

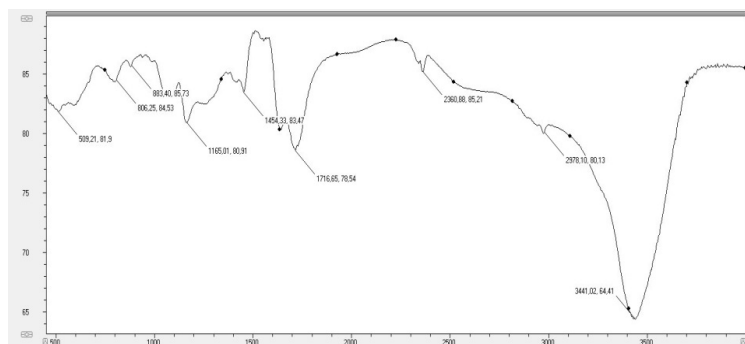
Сополимеризация нәтижесінде ерімейтін, құрылымы торлы болатын полимерлер түзіледі. Гидрогельдердің бұл құрамдық мәліметтері және құрылымы электронды-расторлық микроскоп арқылы зерттеліп, дәлелденді (сурет 1).



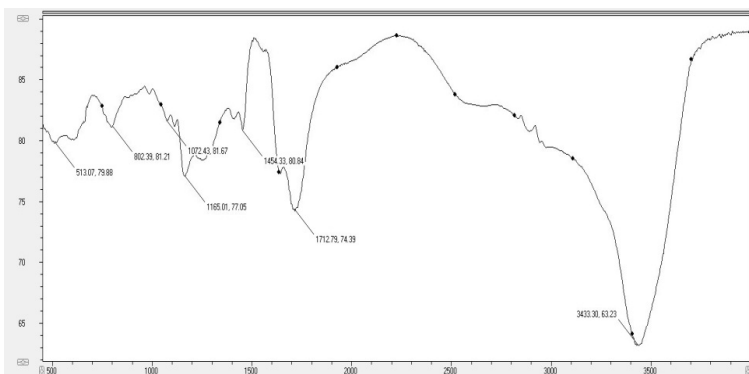
Сурет 1 – п-ЭГМ:АҚ (1) и п-ПГМ:АҚ (2) сополимерлерінің электронды-расторлық микроскоптық бейнелері

Сополимерлердің құрамы сәйкес функционалды топтардың валентті ауытқулары бар ИҚ-спектроскопия мәліметтерімен анықталды.

ИҚ спектріндегі жұтылудың арнайы жолақтары көптеген материалдардың, соның ішінде п-ЭГМ(ПГМ)-АҚ негізіндегі тігілген сополимерлердің құрамдық дәлелдемесі болып табылады. Төменде көрсетілген суретте сополимерлердің ИҚ спектрінде 1670 см<sup>-1</sup>-дегі эфир байланысының қатысуымен С-О-С- топтарына тән толқындық жолақтар анықталған. Сонымен қатар, ісінуге жауап беретін –СООН топтары 1716 см<sup>-1</sup> аумағында, ал метилдік топтары 2978 см<sup>-1</sup> гидроксил топтары 3441 см<sup>-1</sup> ауытқуларында анықталған.



Сурет 2 – п-ЭГМ-АҚ сополимерінің функционалды топтардың валентті ауытқуларын көрсететін ИҚ-спектроскопиясы

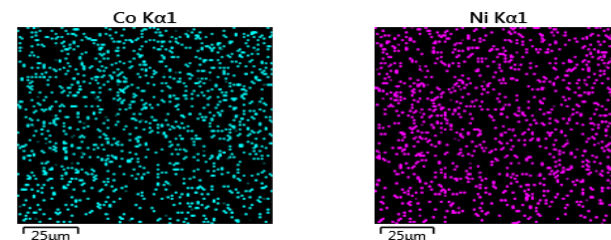


Сурет 3 – ПГМ-АҚ сополимерінің функционалды топтардың валентті ауытқуларын көрсететін ИҚ-спектроскопиясы

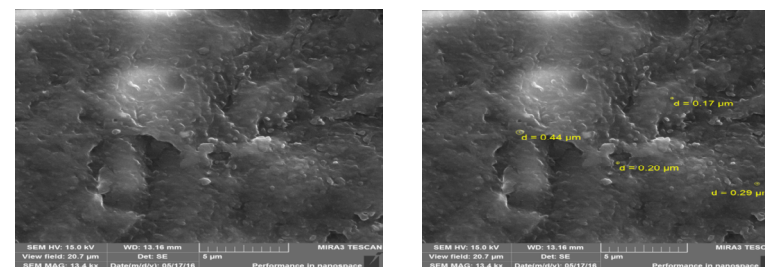
Жұмыстарымыздың жалғасы ретінде полиэтилен- және полипропиленгликольмалеинат (п-ЭГМ, п-ПГМ) пен акрил қышқылы (АҚ) гидрогельдері негізіндегі жаңа металл-полимерлі комплекстер (МПК) алынған.

Зерттеу жұмыстары алынған металл-полимерлі комплекстердің қасиеттерін кеңінен зерттеумен және оларды органикалық қосылыстарды алуда қолданумен жалғасын тапты.

Зерттелетін үлгілердің құрылымы электронды сканерлеуші TESCAN фирмасының MIRA 3 микроскопының («Oxford Instruments», Англия) көмегімен микроструктуралық анализімен анықталды. Микрофотография анализі алынған синтезделген металл-полимерлі нанокөміртердің құрамында Со пен Ni таралуы біркелкі екенін көрсетті. Сондай-ақ, бұл мәліметтер рентгено-фазалық анализ нәтижелерінде де дәлелденді.



Сурет 4 – Металл-полимерлі нанокөміртер құрамында Со және Ni металлдарының таралуы



Сурет 5 – п-ЭГМ:АК (15,07:84,93 масс.%) негізіндегі нанокатализатордың электронды микроскоп суреттері (MIRA 3, TESCAN «Oxford Instruments», Англия)

Суретте Ni-Co металл нанобөлшектерінің өлшемдері көрсетілген. Гидрогельдер көлемінде диспергирленген металл бөлшектерінің өлшемдері 125,93 нм аралығында екені байқалды.

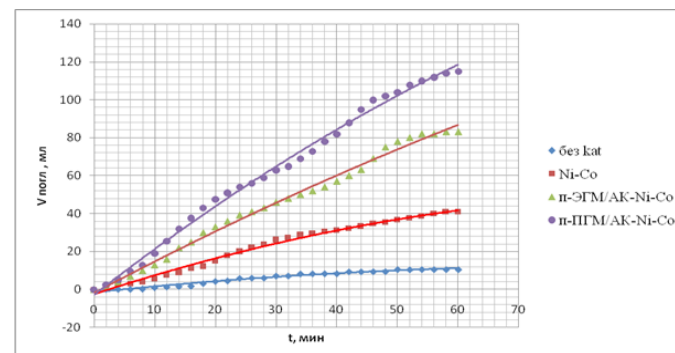
Нанокөмпазиттердің химиялық құрамын анықтайтын сандық және сапалық анализдер лазерлі-эмиссионды спектрометр (Laes matrix spectrometer, «Спектроскопические системы» фирмасы, Россия) көмегімен жүргізілді.

Металл-полимерлі комплекс құрамына кобальт және никель тұздарын енгізу арқылы металлдардың пайыздық құрамы анықталды. Нәтижесінде п-ЭГМ:АК құрамында (14,8:85,2), п-ПГМ:АК - (15,1:84,9) масс. % металл бөлшектері бар екені байқалды. Нақты нәтижелер келесі кестеде көрсетілген 1-кесте.

Кесте 1 – МПК құрамындағы металлдардың мөлшері

Металл	p-EGM-AA (14,8:85,2)		p-PGM-AA (15,1:84,9)	
	$\Gamma$	%	$\varepsilon$	%
Ni	0,0022	52,38	0,0019	48,72
Co	0,0020	47,62	0,0020	51,28

Полимер-металды комплекстің каталитикалық белсенділігін зерттеу үшін және белгілі қаңқалы катализатормен салыстыру мақсатында пиридиннің электрокаталитикалық тотықсыздандыруын өткіздік. Жоғарыда аталып кеткендей полимерлердің ісінуіне температура айтарлықтай әсер ететіндіктен, нанокатализаторлардың қатысында гидрлеу реакциясы әртүрлі температураларда жүргізілді. Пиридиннің электрокаталитикалық гидрленуі катализаторсыз, полимер-металды комплекс және қаңқалы катализатор қатысында жүзеге асырылды. Тәжірибелерді 1-3А ток күшінде, катализатордың 0,006 г мөлшерінде, 25 °С, температурасында жүргіздік. Пиридиннің мөлшері – 0,1175 г 100 мл сіңірілген сутекке Фарадей заңы бойынша есептелінді.



Сурет 6 – Уақыттың (t, мин) сутегінің жұтылу көлеміне (V жұт, мл) тәуелділігі, t–25 °C, I–1А.

6-суретте көрсетілген сулы-сілтілі ортада пиридинді 25 °C температурада әртүрлі полимерлер қатынастарында алынған полимер-металды комплекс катализаторларының қатысында электрокаталитикалық гидрлеудің қорытындылары көрсетілген. Көрсетілген мәліметтер ток күшінің арттыру зерттелініп отырған гетероциклді қосылыстың гидрлену жылдамдығының артуына әкеледі. Мұның себебі полимердің ісінуі нәтижесінде макромолекулалық тор ұлғаяды, мұның нәтижесінде элементарлы никель және кобальт пиридинмен жақсы беттеседі. Мәселен, ЭГМ:АК құрамында 14,8:85,2, ал п-ПГМ: АҚ – 15,1:84,9 % қатынаста алынған полимер негізіндегі ПМК басқа қатынастарға қарағанда жақсы ісінетін болғандықтан, бұл сополимердің негізіндегі полимер-металды комплекс қатысында процесс жылдамдайды. Сутектің жұтылу дәрежесі барлық жүргізілген зерттеулерде 60-79 %, гидрлеу жылдамдығы алғашқы уақыт бөлігінде максималды болса, содан соң біртіндеп азая бастады.

Пиридиннің электрокаталитикалық гидрленуін катализаторсыз, ПМК және қаңқалы никель мен кобальт қатысында жүргізу нәтижесінде қаңқалы никель мен кобальтке қарағанда синтезделген полимер-металды комплекс жақсы қасиеттерге ие, бұл ісінген сополимерлердің полимерлік торларының ұяшықтарындағы наноөлшемді никельмен жанасу аумағының ұлғаюымен түсіндіріледі.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Bond G. C., Wells P. B. The mechanism of the hydrogenation of unsaturated hydrocarbons on transition metal catalysts //Advances in Catalysis. – 1965. – Т. 15. – С. 91-226.



2 Ибраева Ж.Е., Кудайбергенов С.Е., Бектуров Е.А. Наночастицы меди, кобальта, никеля, стабилизированные гидрофильными полимерами // Известия НТО КАХАК. – 2012. – С.18-27.

3 Sulman E., Sulman M., Tyamina I. Adsorption Processes for the Synthesis of Catalytically Active Metal Nanoparticles in Polymeric Matrices // Chemical Engineering & Technology.-2014.- Vol.38(4).- P.683-689.

4 Shao Z. et al. Facile and Controlled Route to Prepare an Eggshell Pd Catalyst for Selective Hydrogenation of Phenylacetylene // ChemCatChem. – 2010. – Т. 2. – №. 12. – С. 1555-1558.

5 Tazhbayev Y.M., Kazhymuratova A.T., Zhumagalyieva T.S., Tolendi Zh.A., Kozhabekova G.Y. Creation of a polymeric matrix on the basis of polyester resins for an immobilization of metals nanoparticles // Bulletin of Karaganda University. Chemistry Series.-2016. – №3 (86).-P 55-59.

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ «ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ АППАРАТ – КОЛОННА ОКИСЛЕНИЯ»

ЕДЕЛЬБАЕВА Г. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МУРЗАГУЛОВА К. Б.

д.х.н., профессор, ФК «Ромат», г. Павлодар

Одной из главных проблем процесса производства битумов является неконтролируемый разброс показателей качества поступающего на установку сырья, что приводят к невозможности производства стабильных битумов высокого качества. А тем временем дорожно-строительными организациями предъявляются возросшие требования к качеству дорожного битума.

С целью улучшения процесса производства битумов широко используются следующие основные направления работ:

- совершенствование технологии процесса окисления;
- модификация битумов вводом пластифицирующих добавок;
- изменение аппаратного оформления процесса окисления;
- компаундирование битумов.

Технологические возможности интенсификации процесса окисления ограничены, по существу, двумя параметрами – температурой процесса и расходом воздуха. Это позволяет снизить капитальные затраты на строительство дополнительных колонн окисления на установке, однако значительно увеличивает энергетические затраты на сжатый воздух.

Для производства нефтяных дорожных битумов используют два основных процесса: вакуумную перегонку и окисление. Товарные битумы получают как непосредственный продукт того или иного процесса или компаундированием продуктов разных процессов либо одного и того же процесса. Также на практике часто применяют модифицирование свойств дорожных битумов вводом различных добавок.

Известно, что в настоящее время дорожные битумы производятся преимущественно путем окисления остаточного сырья с использованием разного рода окислительных аппаратов, в качестве которых на данный момент эксплуатируются:

- куб периодического действия;
- трубчатый реактор;
- реактор бескомпрессорного действия;
- пустотелая колонна.

Наиболее известным типом реакторов был куб, который представляет собой пустотелый реактор периодического действия, используемый на старых установках, при малотоннажном производстве, для доокисления после других типов реакторов или для получения специальной марки битума. Распределение воздуха по сечению аппарата осуществляют посредством перфорированных труб, расположенных по дну аппарата. Недостатки куба является малая степень использования кислорода воздуха и более высокая, чем в других реакторах, температура окисления в жидкой фазе. Кроме того, необходимо большое количество энергии для обогрева коммуникаций в момент работы установки, равно как и перед заполнением и опорожнением куба.

В реакторах трубчатого типа окисление сырья протекает в пенной системе, создаваемой одновременной подачей воздуха и сырья. К основным элементам этой системы относятся, кроме смесителя, сам трубчатый реактор, представляющий собой змеевик из вертикально установленных труб, испаритель, где происходит отделение жидкой фазы от газообразной, и сепаратор, в котором происходит отделение воды и жидких нефтепродуктов от углеводородных газов. Недостатком трубчатого реактора можно считать высокую металлоемкость. Реактор требует дополнительных затрат энергии вначале на нагрев сырья, а потом на охлаждение реагирующих фаз.

Наиболее распространение в промышленности получили окислительные аппараты колонного типа. В первые время их использовали в качестве дополнительного аппарата к кубам или к трубчатым реакторам, но благодаря окислительные колонны стали

проектировать и строить, а качестве основных аппаратов на установках производства битума.

Приступая к разработке основ системы «ГДА – колонна окисления» для производства высококачественных окисленных битумов, минимально зависящих от качества сырья, следует решить несколько задач:

- проведение процесса окисления в таких условиях, при которых нестабильность поступающего на установку сырья не оказывала бы значимого влияния на качество производимых битумов;
- интенсификация процесса производства битумов при обязательном получении высококачественных битумов из нестабильного сырья;
- уменьшение содержания парафиновых углеводородов в битуме, которые обуславливают снижение пластичных свойств товарных битумов, их долговечности и других важнейших эксплуатационных характеристик.

Как известно, компаундирование обычно создает условия для производства высококачественных битумов путем смешения переоxygenенного битума с утяжеленным гудроном. Такое смешение производится в отдельном блоке компаундирования, что требует дополнительных средств по его созданию и наличия реально действующей технологии получения утяжеленного гудрона с температурой размягчения 40–42 °С и пенетрацией при 25 °С выше 250.

Также известно, что компаундирование в отдельном блоке переоxygenенного битума с температурой размягчения до 65 °С с недоокисленным битумом (с температурой размягчения примерно 42 °С) обеспечивает получение товарного битума с наилучшей тепло и морозостойкостью, высокой дуктильностью, а также улучшает показатели пенетрации и температуры хрупкости. Такой же процесс компаундирования может быть организован и в самой колонне окисления с использованием системы «ГДА – колонна окисления» так, чтобы в нижней части колонны окисления происходило компаундирование переоxygenенного битума с окисленным нефтяным остатком. При этом будет обеспечиваться высокое качество производимых битумов и целесообразность организованного таким образом процесса окисления.

С целью улучшения циркуляции газожидкостной смеси в колонну предложено установить центральную трубу, а впоследствии и увеличить верхнюю газовую часть реактора. В центральной трубе гудрон при помощи воздуха превращается в пену, которая под напором вводимого воздуха поднимается вверх по трубе до газового сепаратора. Однако направления движения пены и газовых пузырьков совпадают,

что сокращает время контакта фаз. Еще одним существенным недостатком пенной системы является то, что воздух контактирует только с малой частью сырья, засасываемого через отверстия в нижней части центральной трубы.

Таким образом, отдельные усовершенствования колонны окисления не привели к улучшению качеств производимого битума, что и привело конструкторов к созданию дополнительных аппаратов. В настоящее время предложены следующие типы аппаратов:

- диспергаторы;
- кавитационные аппараты;
- ультразвуковые аппараты;
- прочие аппараты с использованием высоких энергий.

Пытаясь решить проблему более полного использования воздуха в процессе окисления, многие авторы предлагают использовать выносные и внутренние аппараты для улучшения диспергирования и уменьшения размера пузырьков воздуха.

Зона барботажного окисления: подогретое сырье поступает в верхнюю часть колонны окисления под уровень жидкой фазы. Перфорированные трубы подачи воздуха в колонну заканчиваются на высоте, обеспечивающей получение окисленного битума с температурой окисления не более 42 °С.

Зона термической стабилизации: окисленное в зоне барботажного окисления сырье поступает в зону термостабилизации, где происходят процессы, обеспечивающие повышение термической стабильности готового сырья в системе «жидкость – газ», где «газ» представляет собой высокодиспергированный воздух, поступающий из диспергирующего аппарата. При этом, как установлено ранее, скорость увеличения температуры размягчения битума в этой зоне не уменьшается.

Зона переоxygenения: диспергирующий аппарат образует за счет перекачивания потока циркуляционный контур с нижней частью колонны. Вход циркулирующего потока в ГДА осуществляется с низа колонны окисления (из линии откачки товарного продукта). Выход циркулирующего потока из ГДА заканчивается входом в окислительную колонну на высоте уровня подачи воздуха через барботер в колонну окисления.

В ГДА поступает товарный битум с низа колонны окисления, при этом в ГДА дополнительно подается воздух из общей воздушной линии. Соотношение производительности ГДА и колонны окисления по готовому битуму составляет примерно 1:1 – 1:4 по массе. Соотношение объема воздуха, подаваемого в ГДА, и объема обрабатываемой

в ГДА жидкой фазы составляет 1:1–3:1. При обработке в ГДА циркулирующего битума с воздухом увеличивается температура размягчения битума, являющегося жидкой частью перекачиваемой ГДА эмульсии «жидкость-газ».

Зона смешения: в нижней части окислительной колонны, образованной плоскостью выхода товарного битума из колонны и плоскостью ввода в колонну из ГДА высокодисперсной эмульсии «жидкость-газ» происходит компаундирование окисленного битума, поступившего из зоны термической стабилизации, с переокисленным битумом, поступающим из ГДА в виде жидкой части эмульсии «жидкость-газ» с образованием битума, часть которого поступает в ГДА на переокисление.

Компаундирование окисленного и переокисленного битумов, происходящее в зоне смешения, проходит параллельно с доокислением этих смешивающихся компонентов за счет высокодиспергированного воздуха, поступающего из ГДА в эту зону колонны в виде газовой части эмульсии «жидкость-газ», образующейся в ГДА. При этом образуется товарный битум, часть которого поступает в ГДА на переокисление, а затем снова в колонну.

Исследования процессов, протекающих в окислительной колонне, показывают, что барботаж воздуха через слой жидкости приводит к ее практически полному перемешиванию, что подтверждается равенством температур по всей высоте зоны реакции и одинаковым свойствами продукта. Таким образом, по структуре потока жидкой фазы, колонна близка к аппарату идеального смешения.

Анализ работы реакторов окисления позволил заменить следующий факт: кислород в процессе окисления потребляется неравномерно. Интенсивное потребление кислорода идет на первой стадии окисления, в процессе реакции потребление кислорода уменьшается, это хорошо заметно в реакторах трубчатого типа.

Экспериментальным путем установлены оптимальные размеры элементов конструкции гидродинамического аппарата, позволяющие повысить эксплуатационные характеристики производимых дорожных битумов, по сравнению с существующими технологиями, за счет суммарного эффекта элементов его конструкции: системы роторно-статорных колец, прямоугольной и тороидальной камер.

С целью определения эффективности работы системы «ГДА – колонна» разработана формальная методика расчета компаундирования в окислительной колонне при одновременном доокислении продуктов

компаундирования с последующей проверкой этой методики при опытно-промышленных испытаниях.

Разработанный гидродинамический аппарат объединен в колонной окисления в единую систему. Процесс производства битумов в системе «гидродинамический аппарат – колонна окисления», являясь непрерывным, проводится в несколько этапов. Загружаемое в колонну окисления сырье окисляется кислородом воздуха до температуры размягчения по КиШ около 42 °С. Продукт окисления проходит зону термостабилизации в условиях пониженного расхода воздуха и воздействия температуры. Часть продукта зоны термостабилизации попадает в циркуляционный контур с гидродинамическим аппаратом, где переокисляется. Переокисленный битум поступает в колонну окисления, смешиваясь с продуктом зоны термостабилизации, выводится из колонны как товарный битум.

В ходе пилотных исследований системы «гидродинамический аппарат – колонна окисления» установлено, что производимые таким образом дорожные битумы значительно превосходят по своим эксплуатационным характеристикам требования ГОСТ 22245-90.

Приведенные исследования показали, что в системе «гидродинамический аппарат – колонна окисления» снижается чувствительность процесса к вязкости сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ахметов С. А., Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / С.А.Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672с.
- 2 Гуреев А. А., Чернышева Е. А., Коновалов А. А., Кожевникова Ю. В. Производство нефтяных битумов М. Изд. Нефть и газ, 2007. – 425 с.
- 3 Гун Р. Б. Новое в производстве улучшенных битумов. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1971. – 322 с.
- 4 Грудников И. Б., Ипполитов Е. В., Грудникова Ю. И. Технология производства битума // Химия и технология топлив и масел, 2004. – 345 с.

## КАЗАХСТАНСКИЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ СТАНДАРТЫ НА ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

ЖАПАРГАЗИНОВА К. Х.  
к.х.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ХУСАИН А.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Дизельное топливо – продукт повсеместного и масштабного спроса, бесперебойное обеспечение которым создает нормальные условия для жизни населения и развития общества, социально-экономической и военно-политической стабильности государства. В силу этого дизельное топливо играет важную роль в ресурсном обеспечении экономики Казахстана.

В Казахстане существуют и действуют 2 стандарта на дизельное топливо: ГОСТ 305-82 и ГОСТ Р 52368-2005. Последний стандарт соответствует требованиям европейского стандарта [1, с. 2]. За рубежом для характеристики воспламеняемости дизельных топлив обычно применяется показатель «дизельный индекс» (ДИ), поэтому он включен в технические требования ТУ 38.401-58-110-94 на экспортные летние ДЛЭ и зимние ДЗЭ топлива [2, с. 5].

В чем отличие казахстанских и зарубежных стандартов на дизельное топливо?

Самое главное различие между ними – содержание серы в топливе. Если для обычного дизтоплива допускается до 0,2 процента, то в EURO 4 – не более 0,005. Высокое содержание серы в топливе это не только колоссальный удар по экологии, но и по двигателю. Из-за серы увеличивается износ деталей двигателя, сокращается срок службы масла, ускоряется выход из строя деталей, ответственных за выброс вредных веществ. Продукты сгорания при взаимодействии с водой образуют серную и сернистую кислоты, которые в свою очередь провоцируют коррозию металла.

Так же для дизельных топлив одним из важнейших показателей является цетановое число. Цетановое число определяет промежуток времени от впрыска топлива в цилиндр до начала его горения. Чем оно выше, тем более спокойно и плавно горит топливная смесь и тем лучше работает двигатель.

Согласно стандарту ГОСТ 305-82, цетановое число должно быть не менее 45 пунктов. А вот для топлива с приставкой «евро», оно уже должно быть не ниже 51 единиц.

На территории РК действует также национальный стандарт ГОСТ Р 52368. Показатели качества этого стандарта соответствуют европейской нормали EN 590. Исключение составляет содержание серы – 0,035 % для дизельных топлив Евро-3 [3, с. 10].

Требования к дизельным топливам в соответствии с казахстанскими нормативными документами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Казахстанские нормативные документы на дизельное топливо

Стандарт	Содержание серы, %	Содержание ПАУ, %	Смазывающая способность, мкм	Цетановое число
ГОСТ 305	0.02 0.05	Не нормируется	Не норм. Не более 460	Не менее 45
ГОСТ Р (EN 590)	0.035 0.005 0.001	Не более 11	Не более 460	Не менее 51

Применение дизельных топлив с ЦЧ ниже 40 ед. приводит к жесткой работе двигателя. При этом возникают ударные нагрузки на поршень, увеличивается давление на подшипники, вызывая их повышенный износ или разрушение. Возможна также деформация или поломка поршневых колец и прорыв в картер большого количества газов. Согласно европейскому стандарту EN 590:1999 ЦЧ топлив должно быть не менее 51 (требуются промоторы воспламенения) [2, с. 8].

Европейский стандарт EN-590:2000 устанавливает ЦЧ топлива не менее 51 [2, с. 10]. За последние годы существенно изменен Европейский стандарт EN 590: содержание серы снижено с 0,5 до 0,035 %, цетановое число увеличено с 45 до 51 ед., введены ограничения на плотность и вязкость 2,0-4,0 мм<sup>2</sup>/с при 40 °С, что соответствует 2,7-6,5 мм<sup>2</sup>/с при 20 °С. Введены новые показатели содержания полициклических ароматических углеводородов, смазывающая способность, окислительная стабильность и установлены нормы на эти показатели, таблица 2 [4, с. 20].

Таблица 2 – Требования к качеству дизельных топлив по EN590

Показатели	EN590		
	1993-1996 гг.	1996-1999 гг.	Действующий с 2000 г.
Массовая доля серы, %, не более	0.5	0.3	0.035
Цетановое число, не менее	45	49	51
Плотность при 15°C, кг/м³	820-860	820-860	820-845
Кинематическая вязкость при 40° С, мм²/с	2.0-4.5	2.0-4.5	2.0-4.5
Фракционный состав: 95% перегоняется до, °С	370	370	360
Содержание полициклических ароматических углеводородов, %, не более	Не норм.	Не норм.	11
Смазывающая способность, мкм, не более	Не норм.	Не норм.	460
Окислительная стабильность, г/м³, не более	Не норм.	Не норм.	25

Удивительный факт: налоговая политика в нашей стране такова, что чем выше цетановое число дизельного топлива (и октановое - бензина), тем выше акцизный сбор, т. е. ситуация парадоксальная - государство не поощряет промышленность к производству высококачественного топлива. Если же предприятие все таки производит высокоцетановое топливо, стоимость его для потребителей резко возрастает по сравнению с низкокачественным топливом [5, с. 25].

Основная доля в общем балансе производства дизельных топлив в Казахстане приходится на выработку летнего сорта (до 90 %). Потребность в зимних сортах дизельных топлив удовлетворяется лишь на 40 % [6, с. 30]. Среди эксплуатационных характеристик дизельных топлив применительно к климатическим условиям Казахстана большое значение имеют показатели, характеризующие их низкотемпературные свойства (температуры застывания, помутнения, предельной фильтруемости) [7, 8, с. 10].

Иногда, чтобы улучшить низкотемпературные качества, дизельное топливо разбавляют керосином, т. е. более легкими фракциями черного золота, имеющими более низкую температуру кипения. Использование

разбавленного керосином топлива приводит к повышенному затратам и снижению мощности, двигатели работают жестче, сокращается их ресурс. Особенно чувствительны к такому топливу турбодизели с непосредственным впрыском [5].

В настоящее время техническая политика нефтяных компаний направлена на организацию производства современных дизельных топлив Евро-4 и 5. Основными стимулами увеличения выработки таких топлив являются требования покупателей (50 % вырабатываемого дизельного топлива поставляется на экспорт), а также введение в действие технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», устанавливающего конкретные сроки выпуска топлив Евро-4 и -5: с содержанием серы 0,035 % - до 31.12.2011 г.; с содержанием серы до 0,005 % – до 31.12.2014 г. и далее только топливо с содержанием серы 10 ppm [3, с. 12].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Меньшикова Т.С. Актуальность проблемы разработки цетано-повышающих присадок к дизельному топливу. /Т.С. Меньшикова, Д.А. Халикова // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 14, №2. С. 110-112.
2. Капустин ВМ. Нефтяные и альтернативные топлив с присадками и добавками. / В.М. Капустин. -М.:Колос, 2008. 232 с.
3. Митусова Т.Н. Современное состояние производства дизельных топлив. / Т.Н. Митусова// Мир нефтепродуктов. – 2009. – № 9-10. – С.6-11
4. Митусова Т.Н. Современные дизельные топлива и присадки к ним. / Т.Н. Митусова, Е.В. Полин, М.В. Калинина. М.: Техника, 2002.- 64 с.
5. www.forexaw.com
6. Коновальчиков О.Д. Каталитические свойства катализаторов содержащих фтористый алюминий, в конверсии углеводородов/О.Д. Коновальчиков, Д.Ф. Поезд//. «Нефтепереработка и нефтехимия» №6. 1999г. С18-23
7. Гуляева Л. А./ Нефтепереработка и нефтехимия. / Л. А. Гуляева, В.А. Хавкин, Э.Ф. Каминский .- 1999.-№6-18-23с
8. Николаев, В. Ф. Рефракто-магнитооптический метод оценки эксплуатационных и теплофизических характеристик реактивных и дизельных топлив/ В.Ф. Николаев, И.Р. Кутушев, А.К. Хамедзянов // Вестник Казан. технол. ун-та. 2003. №2. С. 102-106.

## КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГПА И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

ЖУМАБЕКОВ А. Е.  
магистрант ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ДЮСОВА Р. М.  
м.т.н., преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
РЫНДИН В. В.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На газоперекачивающих агрегатах предусмотрено измерение большого числа параметров: температуры, давления, разности давлений, оборотов, уровня. Основная часть параметров измеряется дистанционно с помощью преобразования текущего значения в аналоговый электрический сигнал, который передаётся на измерительный прибор, установленный на главном щите управления компрессорным цехом. Из числа дистанционно измеряемых выделяется семь наиболее важных параметров, определяющих режим агрегата:

- температура продуктов сгорания перед ТВД и за ТНД;
- частоты вращения валов ТВД и ТНД;
- давление газа до и после нагнетателя;
- давление воздуха после компрессора;
- перепад давления “масло-газ” в системе уплотнения нагнетателя.

Для измерения этих параметров на устройстве представления информации установки централизованного контроля и управления А-705-15-03 имеются индивидуальные показывающие и регистрирующие приборы. Измерение остальных параметров в установке А-705-15-03 осуществляется преобразованием всех дистанционно измеряемых параметров в аналоговый сигнал с представлением на многошкальном приборе по вызову.

Часть параметров, текущие значения которых изредка могут заинтересовать оператора при нормальной эксплуатации агрегата, измеряются приборами, установленными в машзале вблизи агрегата. Обычно эти приборы одновременно выполняют роль датчиков в цепях управления и защиты, преобразуя измеряемый параметр в дискретный электрический сигнал. В таблице 1 приведены контролируемые параметры ГПА и соответствующие измерительные приборы [1].

Таблица 1 – Контролируемые параметры ГПА

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения	Применяемые СИ, их метрологические характеристики	Измерительные приборы
1	2	3	4	5
Температура подшипника турбодетандера	70±10	°C	ТТ (0-100) ц.д.=1°	
Температура подшипников ОК, ТВД, ТНД, нагнетателя	70±10	°C	ТСМ-50М ГОСТ 6651-84 кл.д. В (0-100)БН кл.т. 0,5;(0-100)	А-511 кл.т. 0,5 (0-100)
Температура воздуха перед регенераторами	150±10	°C	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.д. В (0-100)БН кл.т. 0,5(0-400)	А-511 кл.т. 0,5 (0-100)
Температура воздуха в трубопроводах послерегенераторов №1,2	360±10	°C	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.д. С (0-1100)БН кл.т. 0,5; (0-400)	А-511 кл.т. 0,5 (0-400)
Температура продуктов сгорания в трубопроводах после ТНД	480±10	°C	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.т.В (0-1100)БН кл.т. 0,5 (0-600)	А-511 кл.т. 0,5 (0-400)
Температура масла в трубопроводе передмаслоохладителем	60±5	°C	ТСМ-50М кл.д. С ГОСТ 6651-84(0-100) БН кл.т. 0,5(0-100)	А-511 кл.т. 0,5 (-50-100)
Температура масла в трубопроводе после маслоохладителя	50±5	°C	ТСМ-50М кл.д. С ГОСТ 6651-84 (0-100)БН кл.т. 0,5(0-100)	А-511 кл.т. 0,5 (0-100)
Осевые сдвиги ОУП, ТНД, ТВД, нагнетателя	1,5±0,5 0,15±0,05	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷10)(0÷1,0)	
Скорость вращения роторов	4800±200	об/мин	Тахометр 435.155.009 кл.т.1,0(0-600) «Турбина» кл.т.(0-600)	А-501 кл.т.1,0 (0-600)
Давление газа после кр №12	15±1 1,5±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25)(0÷2,5)	
Давление газа на турбодетандере после кр №11	15±1 1,5±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25)(0÷2,5)	
Давление воздуха перед камерой сгорания	0,005±0,001	кгс/см <sup>2</sup>	ДТ-250-21 (0,0025-0,25) кл.т. 1,0	
Давление воздуха после СК	3±0,5 0,3±0,05	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МТИ кл.т.0,6 (0÷6)(0÷0,6)	
Давление продуктов сгорания перед ТВД	3±0,5 0,3±0,05	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МП4У2 кл.т.1,5 (0÷4)(0÷0,4)	
Давление масла после импеллера	9±1 0,9±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МОШ 160 кл.т. 1,5(0÷16) (0÷1,6)	
Давление масла на смазку подшипников нагнетателя	3±1 0,3±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷1,0)(0÷10)	

Давление газа перед нагнетателем	52±5 5,2±0,5	кгс/см <sup>2</sup> МПа	(0÷100)МТ100Р кл.т. 0,5(0÷10,0) БН кл.т. 0,5(0÷100)	А-511 кл.т. 0,5 (0÷100)
Давление газа после нагнетателя	70±5 7,0±0,5	кгс/см <sup>2</sup> МПа	(0÷100)(0÷10) МТ100Р кл.т. 0,5 БН кл.т.0,5(0-100)	А-511 кл.т. 0,5 (0÷100)
Перепад давления газа на кр. №1	2±1 0,2±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	СПД 10/120г кл.т. 2,0(1÷6,3)	
Перепад давления в маслопроводе высокого давления в полости нагнетателя	3±0,5 0,3±0,05	кгс/см <sup>2</sup> МПа	СПД 10/120г кл.т. 2,0 (1÷6,3)	А-542 кл.т. 0,5 (0-6,3)
Давление масла высокого давления	54±5 5,4±0,5	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ВЭ 16РБ кл.т. 1,5; (0-100)	
Давление масла перед маслоохлаждением	6±1 0,6±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷10)	
Давление масла на смазку подшипников турбины	1,5±0,2 0,15±0,02	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷2,5)	
Давление масла передклапаном	12±1 1,2±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МТП160 кл.т. 1,5(0÷16)	
Давление масла посленинжектора	1,0±0,2 0,1±0,02	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МОШ160 кл.т.1,5(0÷16)	
Давление масла после газомасляного насоса	1,1±0,2 11±2	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25) кгс/см2	
Давление проточного воздуха	0,1±0,02 1,0±0,2	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷2,5)	
Давление воздуха предельной защиты	1,45±0,1 0,145±0,01	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷2,5)	
Давление воздуха постоянного давления	1,4±0,05 0,14±0,005	кгс/см <sup>2</sup> МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷2,5)	
Давление воздуха в цеховом коллекторе	0,25±0,05 2,5±0,5	кгс/см <sup>2</sup> МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷10)	
Температура газа на выходе нагнетателя	30±5	°С	ТСМ-50М кл.д. С (0-100)БН кл.т. 0,5 (0-100)	А-511 кл.т. 0,5 (0-100)
Контроль содержания СН в воздухе	(0÷1,0) ±0,003	%	ДМГ2-45 (0÷1,5)% кл.т. 0,2	ГАЗ1М (0÷1,5)% кл.т. 0,2
Расход топливного газа	4730	м <sup>3</sup> / 2	ДМЗ585М(0÷5000) Кл.т. 1,5ΔР=0,4 кгс/см2 ДК25-80Dc.y= 40мм	А-511 кл.т. 0,5 (0÷5000)

Измерение температуры. Для измерения температуры вкладышей подшипников, масла и воздуха используются термопреобразователи сопротивления. В этих датчиках использовано свойство проводника, из которого изготовлен чувствительный элемент, изменять свое сопротивление в зависимости от температуры. Сопротивление измеряется вторичным прибором, где преобразуется в аналоговый сигнал электрического тока или в перемещение указателя прибора.

Термопреобразователи сопротивления различаются по типу чувствительного элемента (медные или платиновые), по конструктивному исполнению, инертности и некоторым другим характеристикам. Термопреобразователи типа ТСР-5071 и ТСМ-5071 используются на ГПА для контроля температуры жидких и газообразных сред.

Инертность термопреобразователей такого типа лежит в пределах 20–40 с. В подшипниках агрегата устанавливаются преобразователи типа ТСР-309, ТСМ-6095 или миниатюрные типа ТСР-410 и ТСМ-410, имеющие наружный диаметр 5 мм. В каждом опорном подшипнике установлено два термопреобразователя, а в каждом упорном – четыре (два в установочных колодках и два в рабочих). Благодаря установке термопреобразователей в непосредственной близости от рабочих поверхностей подшипников их малой инерционности, измерение и защита осуществляются с большой точностью и быстродействием. В установке А-705-15-03 для каждого преобразователя предусмотрен отдельный канал измерения и защиты с формированием двух специальных сигналов по температуре – предупреждающего и аварийного.

К числу важнейших параметров, по которым судят о режиме агрегата, относится температура продуктов сгорания. Измерение этого параметра и защита от превышения температуры производится с помощью преобразователей термоэлектрических (термопар). Принцип действия термопар основан на явлении возникновения в контуре, составленном из двух различных проводников, электродвижущей силы (ЭДС), пропорциональной разности температуры холодного и горячего спаев проводников.

Проводники, составляющие термопару – термоэлектроды, соединены на одном конце, а место соединения – горячий спай – помещается в торцевой части корпуса термопары. Конструкция горячего спаи определяет инертность термопары. Торцевая часть корпуса изготавливается тонкостенной и заполняется теплопроводным сплавом, например серебряным припоем, что обеспечивает хороший тепловой контакт между корпусом термопары и ее горячим спаем.

Для измерения температуры продуктов сгорания в агрегате ГТК-10-4 применяются малоинерционные хромель-алюмелевые термопары ТХА-280М. Они измеряют температуру продуктов сгорания после ТНД. Для получения температуры перед ТВД производится пересчет в специальном вычислительном устройстве установки А-705-15-03.

В выхлопном патрубке ГТУ установлено равномерно по окружности восемь сдвоенных термопар.

Для измерения температуры воздуха до и после регенератора применяются термопары ТХА-0806. Эти термопары обладают большей инерцией, что в данном месте не имеет значения, зато отличаются надёжностью и долговечностью.

Для автоматического двухпозиционного регулирования температуры путем замыкания и размыкания контактов электрической цепи при изменении температуры контролируемой среды выше или ниже заданных настройкой пределов используются датчики-реле температуры ТР-ОМ5. Для измерения температуры масла применяется термометр манометрический, показывающий, сигнализирующий, электроконтактный – типа ТПП-СК.

Таблица 2 – Измерение температуры [2]

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения
Температура продуктов сгорания в трубопроводах после ТНД к регенераторам	480±10	°C
Температура подшипников ОК, ТВД, ТНД, нагнетателя	70±10	°C
Температура масла в трубопроводе перед маслоохладителем	60±5	°C
Температура воздуха перед регенераторами	150±10	°C

Измерение давления. Измерение давлений и перепада давлений производится манометрами и дифманометрами, которые устанавливаются на щите вблизи агрегата или по месту.

Для измерения перепада давления на сетке датчика образования льда используется сильфонный дифманометр типа ДСП-778-Н. Принцип действия сильфонного блока основан на зависимости между измеряемым перепадом давления и упругой деформацией винтовых цилиндрических пружин сильфона. Датчик образования льда представляет собой сетку, встроенную в инжектор. Инжектор установлен на наружной стороне камеры воздухоочистительного устройства после пылеулавливающих сеток. К инжектору подводится сжатый воздух из осевого компрессора, который, расширяясь, подсасывает воздух из камеры фильтров. При условиях, благоприятствующих образованию льда на лопатках входного направляющего аппарата осевого компрессора, на сетке

датчика образуется лёд, что сопровождается увеличением перепада давлений на сетке, который фиксируется дифманометром.

Подаётся предупредительный сигнал, что необходимо включить систему обогрева.

Для дистанционного измерения перепада давлений газа на конфузоре нагнетателя, преобразования его в электрический сигнал и передачи сигнала на вторичный прибор используется дифманометр мембранный типа ДМ.

Для контроля перепада давлений газа на кране 1, «масло-газ» в системе уплотнения нагнетателя, масла на фильтрах тонкой очистки и воздуха на фильтрах в системе регулирования используется реле давления дифференциальное типа РДД-1. Основная задача реле – выдать электрический сигнал при достижении установленного значения. Пределы настройки разности давлений, при которой срабатывает реле, от 0,03 до 0,63 МПа. Статическое давление рабочей среды не более 8,8 МПа.

Степень разрежения перед осевым компрессором определяется с помощью датчика тяги ДТ-250, принцип действия которого основан на уравнивании силы, создаваемой разрежением контролируемой среды на чувствительный элемент (мембрану), силами упругих деформаций винтовой пружины. Датчик изготавливается с зоной нечувствительности, направленной в сторону повышения (относительно установки) разрежения контролируемой среды. Установка производится по шкале датчика или по контрольному манометру при прямом срабатывании микропереключателя.

Защита по осевому сдвигу осуществляется с помощью двух электроконтактных манометров (осевой сдвиг ТНД – одним манометром), нормально разомкнутые контакты которых запараллелены и замыкаются в зависимости от направления смещения. Сдвига и увеличение давления при уменьшении зазора более заметны, чем уменьшение давления при увеличении зазора.

Для непрерывного преобразования давлений газа на входе и выходе нагнетателя в пропорциональный электрический сигнал используются взрывозащищённые манометры типа МП с выходным электрическим аналоговым сигналом 0-20 мА постоянного тока. Датчики построены на принципе электрической силовой компенсации и состоят из трех унифицированных блоков: измерительного блока, электросилового преобразователя и полупроводникового усилителя.

Для непрерывной выдачи информации о давлении масла смазки в виде унифицированного сигнала – взаимной индуктивности



0,10 мГ – используется манометр типа МЭД. Принцип действия датчика основан на деформации манометрической пружины при наличии избыточного давления.

Для контроля давления и перепадов давления используются также преобразователи тензорезисторные взрывозащищенные типа «Сапфир». Они обеспечивают непрерывное преобразование давления (избыточного или абсолютного) и разности давлений унифицированный выходной сигнал 0–20 мА. Преобразователи состоят из двух функциональных устройств: первичного преобразователя, блока питания и защиты.

Принцип действия преобразователя основан на использовании тензоэффекта в полупроводниках. Воздействие измеряемого параметра вызывает изменение сопротивления тензорезисторов, нанесенных на чувствительный элемент тензомодуля, который размещен внутри измерительного блока первичного преобразователя. Это изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется с помощью встроенного электронного устройства в пропорциональный токовый выходной сигнал первичного преобразователя. Указанный выходной сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 0–20 мА.

Таблица 3 – Измерение давления [3]

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения
Давление газа после кр. №12	15±1 (1,5±0,1)	кгс/см <sup>2</sup> (МПа)
Давление продуктов сгорания перед ТВД	3±0,5 0,3±0,05	кгс/см <sup>2</sup> МПа
Давление газа перед нагнетателем	52±5 (5,2±0,5)	кгс/см <sup>2</sup> (МПа)
Давление масла перед маслоохлаждением	6±1 0,6±0,1	кгс/см <sup>2</sup> МПа
Давление воздуха предельной защиты	1,45±0,1 (0,145±0,01)	кг/см <sup>2</sup> (МПа)

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Микаэлян Э. А. Техническое обслуживание газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. Методология, исследования, анализ, практика. РГУ нефти и газа им. Губкина И. Н. 1998. – 318 с.

2 Кунина П. С, Павленко П. П. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с центробежными нагнетателями. Ростов-на-Дону, изд-во РГУ, 2001. – 362 с.

3 Козаченко, А. Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов / А. Н. Козаченко. – М. : Нефть и газ, 1999. – 463 с.

## МОДИФИКАЦИЯ АЛКАНОВ В ТЯЖЕЛЫХ ОСТАТКАХ ВЫСОКОПАРАФИНИСТЫХ НЕФТЕЙ

ЖУМАЛИНОВ А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ДЮСЕНАЛИН Б. К.

к.х.н., ИНЕУ, г. Павлодар

Проблема получения битумов из высокопарафинистых нефтей в промышленном масштабе до настоящего времени не решена, представляется целесообразным расширить возможности получения битума из такого сырья, вовлекая в процесс сам парафин. Это можно достичь, превращая алканы в реакционноспособные соединения и получая в результате компоненты битума или более легкокипящие соединения, которые путем отгонки можно удалить из полученных продуктов [1].

При производстве дорожных битумов добавляют серу для улучшения пластических свойств. Поскольку сера является окислителем, она должна ускорять реакцию окисления n-алканов. В результате можно получить остатки, пригодные по своим характеристикам для получения битумов, а также дополнительное количество бензиновых и дизельных фракций.

С этой целью были проведены исследования по модификации алканов для увеличения содержания высокомолекулярных соединений в остатках для получения дорожных битумов.

Возможность химической модификации n-алканов изучали на модельном парафине с содержанием n-алканов 57 % масс. [1]. Существуют способы получения изомеров и окислов алканов путем их активации активаторами в водно-серноокислотных средах.

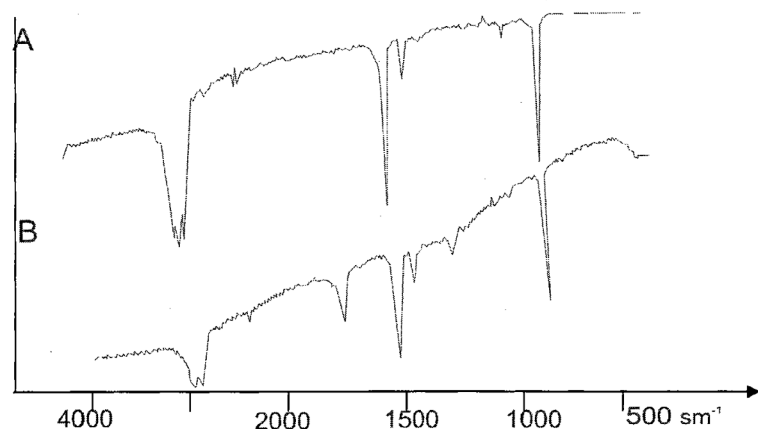
Реакции превращения проводили в смеси парафина и активатора с добавлением серы. В качестве активатора был испытан:  $K_2S_2O_8$ .

При добавлении в реакционную смесь в процессе окисления сырья сера может вступать в реакцию с радикалом алкана с образованием набора сернистых, кислородсодержащих соединений изомеров алканов и соединений, содержащих несколько гетероатомов.

Циклические структуры (кластеры) серы при температуре до 120 °С достаточно стабильны. При более высоких температурах происходит расщепление кластеров с образованием радикалов серы, и затем, в зависимости от природы сырья, либо присоединяться к углеводородам алкенового типа, либо дегидрогенизационно взаимодействовать с углеводородами, признаком которого является выделение сероводорода.

Была изучена модификация парафина серой в присутствии инициатора-окислителя. Для контроля прохождения реакции снимали УФ-спектры реакционной смеси. Было отмечено, что в ходе реакции в УФ-спектрах смеси появляется полоса поглощения в области 260 нм, интенсивность которой со временем растет в ходе реакции. Согласно УФ-спектрам сернистых соединений [2] в этой области поглощают алифатические длинноцепочечные дисульфиды.

В ИК-спектрах, приведенных на рис. 1, появляются полосы поглощения в 1180, 1200, 1300, 1600 см<sup>-1</sup>. Это позволяет предположить, что при модификации парафина серой в присутствии катализатора образуются группы сульфидов, сульфонов и появляются карбоксильные группы.



А – исходный парафин, В – парафин после модификации с серой

Рисунок 1 – ИК-спектр модельного парафина и продукта его модификации

Наличие полос поглощения 1300, 1050 см<sup>-1</sup> в ИК спектрах этой фракции указывает на наличие сульфонов, сульфонов и сульфоксидов. Кроме того, в продукте присутствуют карбонильные соединения (полосы поглощения 1790, 1780 см<sup>-1</sup>). Изменения соотношений интенсивностей полос поглощения 1380 см<sup>-1</sup> и 1470 см<sup>-1</sup> соответствующих колебаниям CH<sub>2</sub>- и CH<sub>3</sub>- групп соответственно, указывают, что в результате реакции сокращается средняя длина неразветвленных участков парафинов.

С помощью потенциометрического титрования показано, что в результате реакции образуются соединения сульфидного характера. Было обнаружено, что лишь 0,3 % масс. серы титруется как сульфидная, следовательно, при средней молекулярной массе около 500 а.е.м. приблизительно половина образовавшихся соединений имеют сульфидный характер.

Кроме того, с помощью потенциометрического титрования была оттитрована непрореагировавшая сера, количество которой составило 30–40 % масс. от массы введенной серы. Поскольку сера вводилась в реакционную смесь в стехиометрическом количестве, можно считать, что реакция идет на 60–70 %.

Количество непрореагировавшего парафина колеблется от 30 до 50 %. Таким образом, можно считать доказанным, что в присутствии катализатора-активатора надсернокислого калия в мягких условиях проходит реакция взаимодействия парафинов с серой с образованием различных сернистых соединений, преимущественно сульфидов. В таблице 1 показаны условия реакции и выход полученных продуктов после модификации парафина серой.

Как видно из данных (табл. 1) при 120 °С реакции парафинов с серой не происходит, а при температурах выше 150 °С сера взаимодействует с парафинами, в результате образуется до 65 % масс. серу с о держащих соединений.

При проведении реакции парафинов с серой в присутствии катализатора было отмечено повышение температуры плавления модифицированного парафина с 56 до 60 °С.

Проведенными экспериментами было показано, что можно модифицировать парафин серой в течение 8–10 часов в присутствии инициатора-окислителя в количестве 0,5–1 % от массы исходного парафина с выходом продукта до 65 %.

Таблица 1 – Условия реакции и выход полученных продуктов после модификации парафина серой

Инициатор-активатор	Количество, % масс.		Условия реакции		Выход продукта, %
	инициатора-активатора	серы	температура, °С	время, ч	
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	1	3	120	8	Отс.
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	1	3	150	8	60
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	1	3	170	8	64
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	0,5	14	170	8	62
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	0,5	14	170	10	63

Mg2S2O8	1	3	170	10	60
(NH4)2S2O8	1	3	170	10	65
K2S2O8	0,5	3	170	10	40

Осерненный продукт после модификации анализировали. Определяли элементный состав, молекулярную массу. Согласно полученным данным рассчитали общую формулу продукта: C<sub>28</sub>H<sub>56</sub>S<sub>4</sub> с ММ = 560 а.е.м. Кроме того, при проведении реакции в течение более 8 часов в спектре продукта взаимодействия парафина с серой появляются полосы поглощения кислородных соединений в областях 1190 и 1730 см<sup>-1</sup>, т.е. в результате реакции модификации парафина образуются соединения с кетонными и сложноэфирными группами.

Как следует из приведенных данных, оптимальными условиями проведения реакции являются: температура 170 °С, 1% масс. инициатора-окислителя и 3 % масс. серы, время 8 часов. Эти условия обеспечивают при постоянном перемешивании устойчивую гомогенность смеси и равномерное распределение в ней серы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Бабынин А.А., Смирнов В.К., Ванина К.М., Шайхетдинов, Р.Н. Ирисова К.Н., Талисман Е.Л. Превращения n-алканов в процессе гидрооблагораживания среднестиллятных фракций на цеолитсодержащих катализаторах // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2006. – №7. – С.10-14.

2 Кемалов А.Ф. Использование элементной серы в дорожном строительстве, тезисы, докл. // V Международная конференция, «Химия нефти и газа», Томск. 5-9 сентября 2003. – С. 511-512.

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ П. АКИЗТОГАЙ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ

ЗАХАРОВА Г. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

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

Согласно Концепции развития газового сектора Республики Казахстан до 2030 года, утвержденная Постановлением Правительства Республики Казахстан от 05 декабря 2014 года № 1275 газификация является важнейшей структурой нефтегазовой отрасли.

Сельские населенные пункты занимают важное место в социально-экономической структуре страны, обусловленное специфическими особенностями производственной и аграрной деятельности населения и социально-историческим развитием. В них проживает в настоящее время около трети населения страны. В то же время социально-бытовые условия и инженерное благоустройство сельских поселков существенно уступают достигнутому уровню в городах.

Важнейшим направлением развития инженерной инфраструктуры сельских населенных пунктов является широкое внедрение современных систем топливо-энергоснабжения и, в первую очередь, на базе сетевого природного газа.

В результате газификации населенных пунктов переход с твердого топлива на природный газ позволяет значительно улучшить санитарно-гигиенические условия прилегающей территории, за счет исключения содержания в воздушном бассейне золы, сажи, пыли, сернистого ангидрида и снижения содержания окиси азота.

Целью работы являлся проект газификация п. Акизтогай Атырауской области.

Основным мероприятием является обеспечение надежности и безопасности работы газопроводов и объектов газового хозяйства.

В ходе работы был произведен гидравлический расчет газопроводов среднего давления для варианта с полиэтиленовым газопроводом. По конечному давлению, приходящемуся на самый удаленный участок можно сказать, что подбор газопроводов среднего давления выполнен правильно, и изменение диаметров или толщины стенки на каких-либо участках не имеет смысла.

Гидравлический расчет газопровода низкого давления по всей области турбулентного движения газа произведен в соответствии с методикой, приведенной в строительных нормах.

Газопроводы среднего и низкого давления. Для газоснабжения приняты стальные трубы диаметром Ш 108х3,5 мм, Ш 57х3,5 мм, Ш 25х2,8 мм, запроектированные из труб по ГОСТ 10704-91/В-ВстЗсп2 ГОСТ 10705-80 и полиэтиленовые трубы ПЭ80 ГАЗ SDR11 110х10,0 мм, 63х5,8 мм, 32х3,0 мм, соответствующие ГОСТ Р 50838-95\* с коэффициентом запаса прочности не менее 2,5.

Общая протяженность газопроводов – 11974 м., диаметром РЕ110Х10,0 мм – 1260 м., в том числе: 23 м на укладку газопровода «змейкой»; 100 м на нахлесты при укладке «Навигатором», диаметром РЕ63х5, 8 мм – 7742 м., в том числе: 150 м на укладку газопровода «змейкой»; 110 м на нахлесты при укладке «Навигатором», диаметром

РЕ 32х3,0 мм – 1855 м., Ш 108х3,5 мм – 80 м., Ш 57х3,5 мм – 155 м., Ш 25х2,8 мм – 882 м.

Для определения местонахождения газопровода, по трассе устанавливаются таблички – указатели на стене здания. Для контроля и регистрации основных параметров процесса сварки сварочные установки оснащать регистрирующими приборами.

Газопроводы прокладываются подземно в грунте на глубине не менее 1,3 м до верха трубы.

Строительство полиэтиленовых газопроводов диаметром 110х10,0 мм и 63х5,8 мм осуществляется с барабана.

Земляные работы при строительстве газопроводов должны выполняться в соответствии СНиП РК 5.01-01-2013 Земляные (дренажные) сооружения.

Газовое топливо должно подаваться потребителям поселка Акизтогай под определенным давлением в зависимости от условий его использования (в частности, от принятого давления перед приборами, агрегатами и т.д.). Газорегуляторные пункты предназначены для снижения давления до рабочего и поддержания его на заданном уровне. Кроме того, на ГРП осуществляют очистку газа от механических примесей, контроль за входным и выходным давлением и температурой газа, учет расхода (в случае отсутствия специального пункта измерения расхода), предохранение от возможного повышения или понижения давления газа в контролируемой точке газопровода сверх допустимых пределов.

В соответствии с назначением в состав ГРП входят следующие элементы:

- регулятор давления, понижающий давление газа и поддерживающий его на заданном уровне независимо от расхода газа и изменения входного давления;

- предохранительное запорное устройство (ПЗУ), прекращающее подачу газа при повышении или понижении его давления после регулятора сверх заданного;

- предохранительное сбросное устройство (ПСУ), сбрасывающее излишки газа из газопровода после регулятора, чтобы давление газа не превысило заданного;

- фильтр для очистки газа от механических примесей;

- контрольно-измерительные приборы (КРШ) для измерения давления

- (манометры), перепада давления на фильтре (диафанометры), учета расхода газа (расходомеры), температуры газа (термометры);

- импульсный и сбросной трубопроводы;

- запорные устройства (задвижки, краны);

- обводной газопровод (байпас) для снабжения газом потребителей в период ревизии и ремонта. На байпасе следует предусматривать установку последовательно двух отключающих устройств. Для ГРП с входным давлением больше 0,6 МПа и пропускной способностью более 5000 м<sup>3</sup>/ч вместо байпаса можно устраивать дополнительную резервную нитку. Диаметр байпаса должен быть не менее диаметра седла РД.

В проекте предусмотрена установка пяти газорегуляторных пунктов шкафного типа для снижения давления со среднего до низкого. Система газоснабжения поселка Акизтогай – двухступенчатая:

- по газопроводам среднего давления;

- по газопроводам низкого давления.

В поселке Акизтогай, от существующего газопровода высокого давления, газ поступает в головной ГРП (ГТРП), в котором давление газа понижается до 0,3 МПа, далее по газопроводам среднего давления газ поступает на ГРПШ, где давление газа понижается до  $P_y - 3$  кПа и по газопроводам низкого давления газ поступает к потребителям.

Таблица 1 – Техническая характеристика всех ГРПШ-05-2У1 приведена в таблице

Наименование	Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч (пасп.) расчетная	Давление газа, МПа (изб.)		Тип регулятора давления
		На входе	На выходе	
ГРПШ-05-2У1	(500)115	0,4	0,003	РДНК-400 (2шт)
ГРПШ-05-2У1	(500)115	0,4	0,003	РДНК-400 (2шт)
ГРПШ-05-2У1	(500)149	0,4	0,003	РДНК-400 (2шт)
ГРПШ-05-2У1	(500)138	0,4	0,003	РДНК-400 (2шт)
ГРПШ-05-2У1	(500)133	0,4	0,003	РДНК-400 (2шт)

В экономической части рассчитаны капитальные вложения, чистая прибыль и срок окупаемости проекта по газоснабжению поселка Акизтогай природным газом.

Главными задачами проекта являются не только достижение надежной и бесперебойной эксплуатации системы газоснабжения поселка Акизтогай, но и обеспечение безубыточной работы системы в процессе ее функционирования, достижения минимума капитальных

вложений и эксплуатационных затрат в процессе строительства и эксплуатации.

Задачей экономической части являлся: расчет показателей производственной программы, расчет текущих затрат на оплату труда и отчислений на социальные нужды, определение суммарных капитальных вложений в строительство системы газоснабжения и амортизационных отчислений, расчет налогов.

Система снабжения п. Акизтогай природным газом имеет следующий состав объектов: система газопроводов общей протяженностью – 11974 м; ГРПШ для подачи газа к жилым домам – 5 шт.; котельная для отопления клуба.

Экономический расчет показал, что газоснабжение поселка Акизтогай природным газом является экономически выгодным. Так как вышеописанный проект полностью окупает себя, хоть и через значительный срок, и в дальнейшем будет приносить прибыль. В результате расчетов можно утверждать, что представленная система газоснабжения не только надежная и безопасная в эксплуатации, но и экономически спроектированная, а также удобна в обслуживании, возможность отключения отдельных элементов системы для производства ремонтных работ.

В работе предусмотрено использование природного газа на приготовление пищи, то есть установка четырехконфорочных газовых плит, установка водонагревательных приборов, трех котельных, что позволяет значительно улучшить санитарно-гигиенические условия в жилом районе и на прилегающей территории.

В заключение можно отметить, что в проекте были применены трубы из полиэтилена для подводящего газопровода, что в свою очередь повышает надежность трубопровода и долговечность – 50 лет. С применением полиэтиленовых труб снижаются затраты на эксплуатацию газопровода и уменьшаются затраты на капитальные вложения.

В дальнейшем расчет может быть использован для газификации других объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гиматулинов Ш. К. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Недр, 2007, 302 с.
- 2 Акульшин А. И. и др. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – М. : Недр, 2009, 480 с.

3 Алиев Р. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учеб. для вузов. – М. : Недр, 2011. – 368 с.

4 Коршак А. А. Трубопроводный транспорт нестабильного газового конденсата М. : ВНИИОЭНГ, 2003. – 156 с.

5 Моделирование задач эксплуатации систем трубопроводного транспорта (Яковлев Е. Н. и др.), М. : ВНИИОЭНГ, 1999. – 195 с.

### КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГТЕ КАТАЛИЗАТОРДЫҢ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

ИСКАКОВА Г. С.

студент, С. Торайгыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

ТУРТУБАЕВА М. О.

PhD, ассоц. профессор, С. Торайгыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Мұнай өнімдерінің өндіріс көлемін арттыру, олардың ассортиментін, яғни сұрыпталымын кеңейту және сапасын жақсарту – қазіргі таңда мұнай өңдеу өнеркәсібінің алдында қойылған негізгі мақсат болып табылады. Күкіртті және жоғары күкіртті, ал соңғы жылдары жоғары парафинді мұнайды қайта өңдеу үлесі тұрақты арту шарттарында берілген мақсаттарды орындау мұнай қайта өңдеу технологияларының өзгеруін қажет етті.

Қайталама және әсіресе каталитикалық процестер жоғары маңыздылыққа иемденді. Заманауи талаптарға сай жанармай өндірісі каталитикалық крекинг (мұнайды өңдеп бензин, мазут т.б. шығару) қолданусыз мүмкін емес.

Каталитикалық крекинг жоғарықайнағыш мұнай фракцияларын жоғары сапалы авиациялық және автомобиль жанармай бензин компоненттеріне және орташа дестилатты фракциялар – газойльдерді айналдыру заманауи процес.

Өнеркәсіптік процестер, бастапқы шикізат салмағының 40–50 % қайта айналымсыз жанармай және басқа да жеңіл өнімдерге айналатын сай шарттарда, шикізаттың белсенді катализаторлармен жанасуына негізделген.

Каталитикалық крекингтің негізгі міндеті – мұнайды вакуумдық немесе атмосфералық айдау кезінде бөлінетін ауыр дестилаттардан жоғары октанды бензин компоненттерін алу. Каталитикалық крекинг 470–550 °С температура барысында өтеді. Крекинг катализаторы ретінде әдетте алюмосиликатты қосылыстарды қолданады. Алдымен аморфты, ал кейінгі кездері кристаллды цеолит құрамды катализаторлар, сонымен

қатар сирек ұсатылған металлды катализаторлар қолданылады. Көмірсутекті қоспалар каталитикалық крекинг нәтижелері процес шарттарына тәуелді. Әсіресе процес нәтижесінде қолданылатын катализатор қасиеттері мен температура жоғары әсерін тигізеді.

Мұнай шикізатының каталитикалық крекинг нәтижесінде бастапқы шикізаттан физика-химиялық қасиеттері бойынша ерекшеленетін қосылыстар қалыптасады. Шикізат түріне, қолданылатын катализатор және процес параметрлеріне байланысты крекинг барысында жанармай шығысы шикізатқа 28–58 % (салмақ) дейін құрайды. Жанармаймен қатар басқа да сұйық өнімдер (жеңіл және ауыр газойль), сонымен қатар газ тәрізді және қатты (катализаторда бөлінетін кокс) өнімдер қалыптасады. Мұнай фракциялары, әсіресе 500 °C жоғары температураларда каталитикалық крекинг барысында, жанармай жоғарыоктанды компоненттерін немесе мұнайхимиялық процестері үшін шикізат ретінде өнімдерді өндіру үшін қолданылатын жанармай және газ тәрізді өнімдерге едәуір мөлшерде айналады. Жеңіл газойльдерді (350 °C дейін) қайта айналым және сонымен қатар дизель отыны компоненттері ретінде, ауыр газойльдерді (350 °C жоғары) құрым өндірісі шикізаты ретінде қолдануға болады. Ауыр газойльді сұрыптық мазут және қазандық отын өндірісі барысында сұйылтқыш (қату температурасы мен тұтқырлықты төмендету үшін) ретінде де жиі қолданады.

Каталитикалық крекингтің өнеркәсіптік құрылғыларының негізгі шикізаты мұнайдың бастапқы айыруының атмосфералық және вакуумды тура айданды дистилляттары, кейбір жағдайларда кокстеу дистилляттары, деасфальттар және май мен парафин өндірісінің жанама өнімдері болып табылады.

Фракциялық құрамы бойынша шикізатты төрт топқа бөлуге болады: жеңіл, ауыр дистиллятты, кең фракциялық құрамды және аралықты құрамды. Әдетте шикізатты екі топқа ажыратады: бірінші топ – азкүкіртті мұнайды атмосфералық айдау барысында және авияциялық жанармай компоненттерін алу үшін екі сатылы өңделетін жеңіл шикізат (керосинді-дизельдік фракция), екінші топ – қайнау шегі 350–500 °C, заңды түрде күкіртті мұнайды вакуумдық айдау барысында алынатын әдетте дистиллятты ауыр шикізат. Дегенмен мұндай шикізат көбінесе каталитикалық крекингті арту үшін жеткіліксіз, сондықтан да шикізаттың берілген тобына сонымен қоса қосымша процестер – кокстеу, деасфальттау және май-парафинді жанама өнімдері, ауыр дистилляттары да кіреді.

Крекинг үшін жақсы және икемді шикізат мұнай бастапқы айдау дистилляттары мен тез балқитын парафин болып есептеледі. Құндылығы төмендеу шикізат – қосымша процестер дистилляттары және әсіресе күрделі крекингтелетін хош иісті көмірсутектер құрамында жоғары болғандығынан талғамалы еріткіштермен май дистилляттарын тазарту кезінде алынатын сығындылар болып табылады.

Құрылғы жұмысының маңызды көрсеткіші крекинг тереңдігі, немесе шикізаттың жанармай, газ және коксқа айналған мөлшерін көрсететін шикізат түрлену тереңдігі болып табылады. Каталитикалық крекинг термиялық крекингпен салыстырғанда метан, этан және олефин аз бөлінуімен, C3 және C4 көмірсутектерінің көп мөлшерде бөлінуімен, сонымен қатар жоғары октан санымен жанармай (моторлық бойынша 82 дейін және этил сұйықтығысыз зерттеулік әдістер бойынша 93 дейін) шығуымен сипатталады. Осы айтылғандар каталитикалық крекингтің термиялық крекингтен басты артықшылығы мен ерекшелігі болып табылады.

Крекинг процесінде катализаторда оның белсенділігін күрт төмендететін, ал берілген жағдайда крекингтеуіш қабілетін төмендететін бұрыштық түзілімдер қалыптасады. Белсенділікті қалпына келтіру үшін катализаторды қайта түрлендіреді. Қозғалғыш ағында және жалған сұйық немесе қайнағыш қабатта айналдырғыш катализаторы бар құрылғылар кеңінен таралған.

Каталитикалық крекинг реакциялары катализатор бетінде ағады. Реакция бағыты катализатор, шикізат қасиеттеріне және крекингтеу шарттарына байланысты. Крекинг нәтижесінде катализатор бетінде кокс бөлініп шығады, сондықтан да каталитикалық крекинг маңызды ерекшелігі катализатордың жиі регенерациясы (коксты күйдіру) болып табылады.

Каталитикалық крекинг үшін алюмосиликатты катализаторлар қолданылады. Бұл ішкі қабаты қатты дамыған табиғи немесе жасанды түрде алынған қатты жоғары кеуекті заттар.

Зауыт тәжірибесінде ұнтақ, диаметрі 0,04–0,06 мм микросфералық бөлшектер немесе өлшемі 3–6 мм таблетка және шарик түрінде алюмосиликатты белсенді табиғи саз және синтетикалық алюмосиликатты белсенді катализаторлар қолданылады. Катализатор массасы сусымалы материал тәріздес және ауа ағыны немесе көмірсутек буларымен тасымалдауға өте қолайлы.

Крекинг құрылғыларында келесі алюмосиликатты катализаторлар қолданылады:

Бөлшектер өлшемі 1–150 мкм синтетикалық тозаң тәріздес катализаторлар;

Табиғи саздан (бетонит, боксит және басқалар) қышқылмен және термиялық өндеумен немесе тек термиялық өндеумен алынатын табиғи микросфералық немесе тозаң тәріздес катализаторлар;

Бөлшектер өлшемі 10–150 мкм микросфералық пішінделген синтетикалық катализатор;

Диаметрі 3–6 мм шыны тәрізді шариктар түрінде синтетикалық катализатор;

Бұрмаланған цилиндр пішінді бөлшектер өлшемі 3 – 4 мм табиғи және синтетикалық катализатор (шарик тәріздестермен салыстырғанда кішігірім беріктігімен сипатталады және жылжымайтын катализатормен құрылғыларында қолданылады);

Синтетикалық кристалл құрамында цеолит бар катализаторлар. Сонымен қатар оның құрамында хром тотығы (регенрация қасиетін арттырады), тотық, сирекжерлік металдар (катализатор іріктелгіштігін жақсартады және қасиетін жақсартумен жанармай шығысын арттырады) кездеседі. Олар бәсеңдетілген ағынды құрылғылар үшін түйіршіктеліп бөлінеді, ал қайнау қабатында құрылғылар үшін микросфералық түрде бөлінеді.

Каталитикалық крекинг процесінің басты мақсаты зерттеу әдісі бойынша октандық саны (таза күйінде) 90–92 болатын жоғары сапалы бензин алу болып табылады. Каталитикалық крекинг кезінде газдың, бутан-бутиленді фракцияның (бензин-алкилаттың жоғары октанды компонент өндірісінің шикізаты) үлкен мөлшері түзіледі.

Каталитикалық крекингтің қондырғылары химиялық өнеркәсібі үшін шикізатты жеткізушісі болып табылады: каталитикалық крекингтің газойльдерінен күйе шикізатты және нафталинді алады. Ауыр газойль жоғары сапалы инелі кокс өндірісінде шикізат ретінде қызмет етеді.

Каталитикалық крекинг терең мұнай өндеудің ең кең таралған процесі болып саналады. Каталитикалық крекингтің негізгі шикізаты атмосфералық және вакуумдық колонналарда алынатын, қайнау температурасы 350–600 °C болатын газойлді фракциялар болып табылады.

Сонымен катализаторлар крекинг процесінде ажырау температурасын төмендету үшін қолданылады. Бұл кокстың аз мөлшерде түзілуіне көмектеседі. Крекинг процесінде қолданылатын катализаторлар процестің басты құраушысы болып табылады. Себебі, процестің тиімділігі катализаторларға байланысты. Қазіргі кезде

негізінен алюмосиликатты және цеолитқұрамды катализаторлар қолданылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Суханов В. П. Каталитические процессы в нефтепереработке / В. П. Суханов – М. : Химия, 1979. – 344 б.

2 Суербаев Х. Технология нефтехимического синтеза / Х. Суербаев – Астана: Фолиант, 2001. – 312 б.

3 Леффлер Уильям Л. Переработка нефти / Уильям. Л. Леффлер – М. : Химия, 2004. – 224 б.

4 Сарданашвили А. Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа / А. Г. Сарданашвили, А. И. Львова – М. : Химия, 1980. – 256 б.

5 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин – М. : Химия, 1973. – 752 б.

#### ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

КАБЫЛДИНОВ Р. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МАСАКБАЕВА С. Р.

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

В настоящее время вопрос повышения энергоэффективности и рационального использования ресурсов в условиях промышленного производства признан одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники.

В современных условиях экономический успех предприятия, рентабельность и конкурентоспособность зависит от того, насколько эффективно реализуется цепочка: энергоемкость → энергоэффективность → техническое развитие → модернизация предприятия [1, 2].

Энергоэффективность являясь фундаментальным фактором достижения стабильной хозяйственной деятельности, и снижением энергетических затрат должно стать ключевым показателем результативной деятельности всех предприятий нефтеперерабатывающей отрасли. Учитывая продолжающийся рост спроса на энергоносители и все более ужесточающиеся экологические требования, реализация

инициатив по оптимизации энергоэффективности приобретает жизненную необходимость.

Нефтеперерабатывающие заводы (далее – НПЗ), в производственную задачу которых входит обеспечение углеводородным топливом различных сфер экономики, являются энергоемкими производствами и потребителями значительного количества топливно-энергетических ресурсов для собственных нужд. Себестоимость продукции в этой отрасли промышленности в значительной степени определяется уровнем энергозатрат. Энергия в нефтепереработке является самой высокой статьей расходов, сразу после стоимости сырья. Из общего количества, потребляемой на НПЗ энергии, 35–45 % приходится на тепловую и электрическую энергию, при том что на долю технологического сырья, непосредственно используемого для производства нефтепродуктов, приходится лишь оставшиеся 55–65 %

Существующие предприятия нефтепереработки проектировались и строились во времена, когда стоимость энергоресурсов была значительно ниже, чем сегодня, и поэтому к вопросам энергосбережения не уделялось должного внимания. По прошествии столь длительного времени от периода проектирования до настоящего времени технический уровень нефтеперерабатывающих заводов страны не достиг уровня мировых предприятий нефтепереработки. На сегодняшний день среднемировой уровень заводов выше как по качеству получаемой продукции, технологичности, безопасности так и автоматизации производства.

Исходя из вышесказанного актуальной на сегодняшний день является необходимость предусмотреть меры по повышении энергоэффективности нефтеперерабатывающих производств. В большинстве технологических процессов на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки уровень энергоэффективности подвержен существенным колебаниям, связанным с изменяющимися условиями технологического процесса, реализацией различных производственных стратегий, а также недостаточным уровнем контроля или невозможностью четкого выявления неэкономичных режимов работы.

Исходя из имеющихся вопросов, на данный момент можно отметить следующие наиболее приоритетные направления повышения эффективности энергосбережения нефтеперерабатывающих производств:

1) увеличение поверхностей контакта фаз в аппаратах, уменьшения времени протекания реакции, применение более активных катализаторов;

2) оптимизация технологического режима;

3) внедрение новых, более совершенных с точки зрения рациональности теплотехнологических схем, возможно, включающих подсистемы рекуперации вторичных энергоресурсов;

4) применение совмещенных процессов, которые позволяют сократить не только энергетические, но и капитальные затраты.

Эффективный план контроля энергопотребления должен быть подготовлен с учетом всех факторов и интегрирован во все области деятельности предприятия. Для получения положительных результатов энергоэффективности необходим четкий план действий, в котором основной упор будет сделан на эффективное управление энергопотреблением, постановку задач и временных рамок для их решения, определение роли персонала в эффективной реализации плана и обеспечение тщательного контроля технологических процессов.

Одним из важных критериев оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов служит контроль и регулирование энергопотребления на НПЗ. Необходимым шагом в этом направлении является внедрение распределенных систем управления (РСУ) нового поколения. Во время работы НПЗ функционирующие в режиме реального времени системы и ПО могут осуществлять мониторинг текущей работы завода и сравнивать фактические показатели с запланированными, выделяя на экране любые отклонения и своевременно рекомендуя действия по внесению оптимальных изменений с возможностью их внесения посредством удобного пользовательского интерфейса.

Актуальность внедрения систем ресурсосбережения и энергоэффективности на предприятиях нефтепереработки подтверждается тем, что в настоящее время на многих предприятиях данной отрасли, отнесенных к категории стратегических, вводятся стандарты в области энергосбережения [3–6].

На основе постепенного подхода к внедрению средств повышения энергоэффективности, предусматривающего использование комплексных мероприятий для оптимизации технологического процесса, компании получают возможность существенно снижать энергозатраты.

Таким образом эффективная экономия во всех подразделениях предприятия положительно повлияет на общую рентабельность завода,



а в условиях узких границ прибыльности может означать разницу между коммерческим успехом и коммерческим крахом предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гнедой Н. Энергоэффективность и определение потенциала энергосбережения в нефтепереработке. – Киев: Наукова думка, 2008. – 182 с. 2. Кузнецов Н.В., Дановская О.А. Энергоэффективность и энергетическое обследование промышленных предприятий // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 2. – С. 65–66.

2 Загидуллина Т.С. Энергоэффективность как фактор конкурентоспособности российских предприятий в условиях вступления в ВТО // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2013. – № 5 (17). – С. 50–55.

3 Черный Ю.И. Основные показатели развития мировой нефтеперерабатывающей промышленности в начале XXI века // Труды РГУ Нефти и газа им. Губкина. – 2011. – № 4 (265). – С. 236–244.

4 Нефедов Б.К. Пути развития и модернизации Российских НПЗ // Катализ в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 33–40.

5 Русских С.Б. Энергосбережение: от задачи до решения // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 7. – С. 31–32.

6 Worrell E., Galitsky C. Energy Efficiency Improvement in the Petroleum Refining Industry // Proceedings of the 2005 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. – West Point, New York, 2005. URL: <http://escholarship.org/uc/item/15w780mf> (дата обращения: 18.05.2014).

#### АНАЛИЗ И ВЫБОР УРОВНЕМЕРОВ

КАНИЕВА Д. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

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

На сегодняшнее время очень большой выбор уровнемеров, и на производстве остро стоит вопрос его выборе. В данной работе рассмотрены наиболее современные уровнемеры, принцип действия которых основан на различных методах измерения уровня. Самыми актуальными и распространенными уровнемерами в наше время, используемые в нефтяных отраслях, являются уровнемеры

магнитострикционные, акустические и радарные. Поэтому будем рассматривать уровнемеры с данными принципами действия.

Радарный уровнемер БАРС 352И (рисунок 1) предназначен для непрерывного бесконтактного высокоточного измерения уровня различных жидких сред: светлые нефтепродукты, нефть и темные нефтепродукты, любые жидкости, едкие химические реагенты, растворители, краски, в технологических и товарных резервуарах, в том числе и в емкостях, находящихся под избыточным давлением, как автономно, так и в составе систем коммерческого учета.



Рисунок 1 – Радарный уровнемер БАРС 352И

Уровнемер «ПМП-201» (рисунок 2) предназначен для измерения параметров жидких сред в системах автоматизации производственных объектов нефтяной, газовой, химической, пищевой и других отраслей промышленности.



Рисунок 2 – Магнитострикционный уровнемер ПМП – 201

Измеряемая среда:

- нефть и светлые нефтепродукты (бензин, дизельное топливо и др.);
- сжиженные углеводородные газы;
- пищевые среды (вода, молоко, растительное масло, этиловый спирт и др.);
- аммиак, двуокись углерода, кислоты, щелочи.

Уровнемер УР 203Ех (рисунок 3) предназначены для бесконтактного непрерывного измерения уровня жидких, сыпучих и кусковых продуктов, в технологических резервуарах, танках, силосах, бункерах, стационарных объектах, а также для обмена информацией с другими техническими средствами автоматизированных систем управления (АСУ).



Рисунок 3 – Радарный уровнемер УР203Ех

Работает вне зависимости от изменений температуры и давления, в условиях, когда невозможно использование других методов.

Уровнемер акустический ЭХО – АС – 01 (рисунок 4) предназначен для бесконтактного автоматического дистанционного измерения уровня жидких сред (в том числе взрывоопасных, агрессивных, вязких, неоднородных, выпадающих в осадок) и сыпучих материалов.



Рисунок 4 – Уровнемер акустический ЭХО – АС – 01

Радарный уровнемер Rosemount 5600 – это интеллектуальный прибор для бесконтактных измерений уровня различных продуктов в резервуарах различного типа и размеров. Общий вид уровнемера Rosemount 5600 на рисунке 5.



Рисунок 5 – Радарный уровнемер Rosemount 5600

Благодаря высокой чувствительности уровнемер серии 5600 обеспечивает надежные и точные измерения в сложных условиях технологического процесса и может применяться для измерений уровня продуктов с низкой диэлектрической проницаемостью, работать в широком диапазоне значений температур и давлений, а также обеспечивают высокую гибкость измерений благодаря широкому выбору антенн и материалов. Уровнемеры серии 5600 просты в обслуживании и управлении, что в совокупности снижает затраты на ввод в эксплуатацию и обслуживание.

Все основные характеристики рассмотренных уровнемеров сведем в одну таблицу.

Таблица 1 – Сводная таблица основных характеристик уровнемеров

Характеристика	Тип уровнемера				
	БАРС 352И	ПМП – 201.	УР203Ех.	ЭХО – АС – 01	Rosemount 5600
Предел измерения, м	0...30	0...23	0...30	0,1...20	0...50
Температура измеряемой среды, °С	-40...+100	-50...+60	-40...+150	-30...+120	-40...+40

Погрешность измерения, мм	±1	±2	±1	±3	±5
Средний срок службы, лет	14	12	14	12	15
Стоимость, тг.	543 950	138 600	206 250	125 400	495 000

Из таблицы видно, что из всех уровнемеров БАРС352И и Rosemount 5600 самые дорогие, следовательно, они не подходят. Из трёх оставшихся наилучшим будет радарный уровнемер УР203Ех фирмы «Ольвия», он обладает рядом преимуществ перед магнитострикционным уровнемером ПМП – 201 и акустическим ЭХО – АС – 01.

Данный уровнемер повысит эффективность контроля и регулирования параметров технологического объекта, обеспечит наиболее точным определением уровня нефтепродуктов в резервуарах.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО РЫНКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МАРИНОВ С. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРУЗИНА И. А.

к.х.н., ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Роль информационных технологий в автоматизации технологических процессов сложно переоценить – практически невозможно представить современное производство без интегрированных ИТ-систем класса ERP, MES и Распределенных систем управления (PCY) / Distributed Control System (DCS). Изменения рыночной ситуации во многих отраслях – общее насыщение рынка и усиление конкуренции, введение новых экологических норм и стандартов, общее удорожание стоимости производства, высокие цены на энергоносители – все эти и другие причины диктуют необходимость дальнейшего развития автоматизации на производстве, в частности, переход к оптимальному управлению, прежде всего, по технико-экономическим показателям производства. Класс систем, реализующих это на практике, носит название APC (Advanced Process Control). Ключевые цели внедрения APC – снижение потерь и увеличение прибыли производства путем вывода всей цепочки технологических процессов на оптимальный режим работы [1].

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) – комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённый продукт [2]. В зарубежной литературе можно встретить довольно интересную классификацию АСУ ТП, в соответствие с которой все АСУ ТП делятся на три глобальных класса:

- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). На русский язык этот термин можно перевести как «система телемеханики», «система телеметрии» или «система диспетчерского управления».

- PLC (Programmable Logic Controller). На русский язык переводится как «программируемый логический контроллер» (или сокращенно ПЛК). Под термином ПЛК часто подразумевается аппаратный модуль для реализации алгоритмов автоматизированного управления. Тем не менее, термин ПЛК имеет и более общее значение и часто используется для обозначения целого класса систем.

- DCS (Distributed Control System). По-русски распределенная система управления (PCY). Справедливости ради надо отметить, что если в начале 90-х такая классификация не вызывала споров, то сейчас многие эксперты считают ее весьма условной. Это связано с тем, что в последние годы внедряются гибридные системы, которые по ряду характерных признаков можно отнести как к одному классу, так и к другому [3]. Распределенные системы управления PCY (DCS) – наиболее комплексный и самый интересный класс АСУ ТП. PCY, как правило, применяются для управления непрерывными технологическими процессами (хотя, строго говоря, сфера применения PCY только этим не ограничена). К непрерывным процессам можно отнести те, которые должны проходить днями и ночами, месяцами и даже годами, при этом останов процесса, даже кратковременный, недопустим. Под непрерывными процессами подразумеваются те, останов которых может привести к порче изготавливаемой продукции, поломке технологического оборудования и даже несчастным случаям, а также те, возобновление которых после останова связано с большими издержками. Это сильно отличается от конвейера (применение систем PLC), который можно остановить и запустить заново достаточно быстро, при этом без каких-либо глобальных затрат.

Сферы применения PCY бесчисленны:

- 1 Химия и нефтехимия;
- 2 Нефтепереработка и нефтедобыча;
- 3 Стекольная промышленность;
- 4 Пищевая промышленность: молочная, сахарная, пивная;
- 5 Газодобыча и газопереработка;
- 6 Металлургия;
- 7 Энергоснабжение и т.д.

Из вышесказанного вытекает главное требование к PCY – отказоустойчивость. Для PCY отказ, а соответственно и останов технологического процесса, недопустим. Высокая отказоустойчивость достигается путем резервирования (как правило, дублирования) аппаратных и программных компонентов системы, использования компонентов повышенной надежности, внедрения развитых средств диагностики, а также за счет технического обслуживания и непрерывного контроля со стороны человека [2].

PCY чрезвычайно функциональны и масштабируемы: на их базе автоматизируются технологические установки, производственные цехи, а иногда и целые заводы. Для характеристики масштаба PCY часто используют специальный термин «количество параметров ввода/вывода». Один параметр ввода/вывода – это либо сигнал измерения, получаемый с датчика (текущее давление пара в котле), либо управляющий сигнал, воздействующий на исполнительный механизм (команда пуска насоса, например). Современные PCY способны обрабатывать до 50000 параметров ввода/вывода, что соответствует большому химическому заводу. Из самого названия «распределенная система управления» становится очевидным, что подобные системы могут охватывать множество территориально распределенных объектов. В действительности расстояние между технологическими установками, объединенными в одну систему управления, порой достигает нескольких километров. Система может покрывать большие площади. Это стало возможным за счет применения современных сетей и шин передачи данных, таких как: всем известный Ethernet или, например, специальная промышленная шина Profibus DP.

Первые инструментальные средства для создания DCS были представлены на рынок в 1975 году компаниями Honeywell (система TDC 2000) и Yokogawa (система CENTUM) [4].

На рынке представлены несколько ключевых производителей программного обеспечения для APC: Honeywell, США; Schneider

Electric, Франция; Emerson, США; Yokogawa, Япония; Invensys, Великобритания; Siemens AG, Германия и т.д.

Данный спектр APC вендоров позволяет сделать выбор правильного решения с учетом работающего оборудования, технологических процессов, существующих PCY и прочее. Важно отметить, что на современном этапе развития технологии APC, производители решений все более оптимизируют модели управления для обеспечения наиболее оптимального управления процессом не только за счет уточнения прогнозирующих моделей, но также за счет построения нелинейных моделей управления и собственных запатентованных многопараметрических алгоритмов. Наряду с универсальными решениями развивается ряд специализированных APC-решений для определенных отраслей и/или оптимизационных задач [1].

Honeywell International, Inc. – крупная американская корпорация, производящая электронные системы управления и автоматизации. В 2003 г. фирма закончила разработку и начала внедрение новой распределенной системы управления Experion PKS (Process Knowledge System – система знаний о процессе), базирующейся:

- на анализе работы автоматизируемого объекта в нормальном и нештатных режимах работы;
- на моделировании процессов, происходящих в объекте;
- на учете опыта операторов и технологов по управлению объектом.

Основные особенности системы, характеризующие свойства системы Experion PKS.

• Широкая масштабируемость, достигаемая использованием специальной архитектуры распределенной системы, при которой несколько отдельных систем Experion PKS работают как единый комплекс, обеспечивая прямой доступ от любой рабочей станции к любому контроллеру и к историческим данным любой системы. Благодаря этому систему Experion PKS можно использовать как для управления отдельным технологическим процессом, так и для автоматизации всего производства в комплексе.

• Объединение всех данных различных средств системы в единой базе данных, что позволяет иметь одноразовый ввод информации из любого средства и многократное использование ее разными пользователями на различных уровнях управления.

• Непосредственная доступность всей информации, вырабатываемой системой, через средства Интернет/Инtranет, поскольку построение всех программных средств верхнего уровня системы базируется на запатентованной фирмой технологии HMIWeb, реализующей

человеко-машинный интерфейс (HMI) с форматированием данных (их гипертекстовой разметкой) на языке XML.

- Экономное функционирование сетей благодаря принятому способу передачи сигналов от любых средств нижнего уровня (датчиков и контроллеров): сигналы передаются только тогда, когда происходят изменения их значений. Это существенно снижает загрузку сетей и повышает быстродействие системы.

- Наследование линии предыдущих систем автоматизации фирмы Honeywell и реализация непосредственной связи и интеграции с существующими на предприятиях системами, комплексами, контроллерами производства фирмы Honeywell. Система имеет 3 сетевых уровня, каждый из которых может быть реализован разными вариантами типовых сетей. На верхнем информационном уровне, формирующем связи рабочих станций друг с другом, с серверами, с корпоративной сетью предприятия, используется типовая сеть Ethernet в двух вариантах. Основным контроллером системы Exregion PKS является контроллер C200, который поддерживает работу в резервированной и нерезервируемой конфигурации. Еще одна система производства Honeywell – это PCY TDC-3000. Основные функции системы: контроль и управление непрерывными и периодическими процессами; отображение и печать трендов; создание базы данных; сигнализация и блокировка; контроль состояния оборудования и диагностика системы. Архитектура TDC-3000 предусматривает резервирование на нескольких уровнях: резервирование модулей ввода/вывода, модулей интерфейсов сети и шлюза, операторских станций [5].

Emerson (Эмерсон) (NYSE: EMR) – крупная транснациональная корпорация, головной офис в городке Фергюсон, штат Миссури, (США). DeltaV – распределенная система управления (PCY) производства компании EMERSON PROCESS MANAGEMETN для непрерывных или периодических химико-технологических процессов. Основные преимущества DeltaV являются:

- Превосходная точность измерительных каналов: 0,1 % от шкалы во всем рабочем температурном диапазоне -40 до +70 °C.

- Малые габариты и пониженное энергопотребление, соответственно нет необходимости в дополнительной вентиляции и кондиционировании помещения контроллерной.

- Одноранговая сеть управления. Нет узких мест, все операторские станции взаимозаменяемые.

- 100 % резервирование всех компонентов системы управления, при необходимости, включая модули входов-выходов. On-line замена

любого компонента системы управления. On-line наращивание и конфигурирование без ограничений.

- Максимальное использование общепромышленных компонентов для уменьшения стоимости и повышения ремонтпригодности: операторских станций на базе PC, сетевых коммутаторов, блоков питания 24VDC.

- Минимальное количество компонентов в системе управления по сравнению с конкурентами для повышения надежности и упрощения эксплуатации.

- Уникальная гибкая система лицензирования, позволяющая создавать на одной платформе сверхмалые бюджетные системы управления на 50 входов-выходов и сверхбольшие системы на 300 000 входов-выходов с одинаковой функциональностью.

- Первая в мире PCY изначально спроектированная на применение полевых цифровых шин управления к приборам КИП и исполнительным устройствам. Поддерживаются практически все известные полевые шины управления (HART, Foundation FieldBus, Profibus, AS-i, DeviceNet, Wireless и т.д.) включая специальное программное обеспечение AMS Device Manager для удаленного конфигурирования и on-line диагностирования полевого оборудования.

- Богатейшая библиотека функциональных блоков и шаблонов для конфигурирования контроллера.

- Продвинутое возможности по управлению технологическим процессом. Помимо ПИД- регулятора вы можете использовать FUZZI-logic регуляторы и регуляторы, работающие по математической модели регулируемого параметра.

- Встроенный программный анализатор эффективности использования автоматического управления технологическим объектом.

- Богатейший набор дополнительных программных надстроек для организации оптимального управления вашим технологическим процессом, включая подсистемы прогнозирования степени деградации технологического и динамического оборудования для предупреждения аварийных остановок и оптимального планирования вывода оборудования в ремонт [6].

Invensysplc. – крупный британский промышленный концерн, один из ведущих производителей средств автоматизации, систем управления и безопасности для зданий и сооружений. Система серии интеллектуальной автоматики (Intelligent Automation, I/A Series) является открытой промышленной системой (OIS), которая интегрирует и автоматизирует производственные операции. Это расширяемая

распределенная система, которая позволяет технологической установке методом приращений адаптировать эту систему к требованиям технологического процесса. Модули, которые образуют систему I/A Series, осуществляют связь друг с другом, несмотря на то, что они могут располагаться в разных местах в зависимости от условий и компоновки конкретной технологической установки.

Другим преимуществом распределенной системы является то, что каждый модуль имеет конкретные задачи и самостоятельно их выполняет вне зависимости от состояния других модулей. Система I/A Series представляет набор устройств, каждое из которых называется модулем. Каждый модуль запрограммирован для выполнения конкретных задач, связанных с мониторингом и управлением производственными процессами.

Актуальность этого исследования обусловлена обширным применением РСУ на современных предприятиях химической, нефтехимической и многих других отраслей промышленности. Широкое применение этих систем связано с их главной отличительной особенностью от других типов АСУТП – отказоустойчивостью, которая достигается за счет резервирования ключевых компонентов системы. Очевидно, что роль распределенных систем управления в общем множестве процессов автоматизации чрезвычайно велика, так как именно РСУ отвечает таким требованиям, как простота разработки и конфигурирования, поддержка территориально распределённой архитектуры, единая конфигурационная база данных, развитый человеко-машинный интерфейс.

Доминирующее положение на рынке современных РСУ занимают США и Япония. Среди европейских производителей можно выделить британский Invensys, французский Schneider Electric и конечно немецкий Siemens.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 MESEngineering [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mes-eng.ru/service/apc.php>, свободный.

2 Автоматизация промышленных производств [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://app2003.ru/ru/products/29-control/25-info.html>, свободный.

3 Официальный сайт Производственной компании Контэл [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.kontel.ru/article\\_14.html](http://www.kontel.ru/article_14.html), свободный.

4. PRODCS [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://kazanets.narod.ru/DCSIntro.htm>, свободный.

5. Распределенная система управления нового поколения Experion PKS фирмы Honeywell. Промышленные АСУ и контроллеры, М. : Научтехлитиздат, № 9, 2005, – 112 с.

6. Официальный сайт EMERSON Process Management [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www2.emersonprocess.com/ruru/brands/ovation/products/pages/index.aspx>, свободный.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ СЕРООЧИСТКИ, ДЕМЕРКАПТАНИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

МУРЗАГУЛОВА К. Б.

д.х.н., профессор, г. Павлодар

ЖАСУЛАНОВ Д. М.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Увеличение объемов добычи и переработки высокосернистого нефтегазового сырья требует поиска новых способов его очистки от сернистых соединений. Если процессы очистки углеводородных газов от сероводорода достаточно хорошо изучены и успешно реализуются на промышленных предприятиях в различных вариантах, то извлечение из нефтегазового сырья органических соединений серы, в первую очередь, меркаптанов и сульфидов, представляет собой гораздо более сложную задачу.

В процессе технологической переработки углеводородного сырья одной из основных задач является удаление из газовых и жидких углеводородных фракций сероводорода и гетероорганических соединений серы, значительную часть из которых составляют меркаптаны.

Необходимость очистки углеводородного сырья от меркаптанов вызвана тем, что наличие этих летучих, токсичных компонентов создает серьезные экологические проблемы, вызывает ускоренную коррозию трубопроводов, приводит к ускоренному износу оборудования и отрицательно влияет на качество товарной продукции.

В настоящее время известны разнообразные способы обессеривания углеводородного сырья: гидроочистка, сорбционные методы, окисление сернистых соединений, их нейтрализация, а также различные комбинации этих и других процессов.

Согласно используемой в ТОО «ПНХЗ» технологии, освобождение углеводородного сырья от меркаптанов происходит путем их превращения в меркаптиды при контакте с водным раствором щелочи. Однако щелочная очистка позволяет извлечь из перерабатываемых углеводородных фракций только простейшие, наиболее легкие первичные меркаптаны. С ростом молекулярной массы и понижением растворимости меркаптанов в водном растворе щелочи эффективность щелочной очистки быстро снижается.

Одним из наиболее экономичных способов удаления меркаптанов из углеводородного сырья является щелочная очистка (защелачивание). В результате обработки щелочью меркаптаны превращаются в растворимые в воде меркаптиды натрия, которые затем при регенерации раствора щелочи окисляются до дисульфидов.

При экстракции меркаптанов, содержащихся в качестве примесей в смеси углеводородов, водной щелочью процесс протекает в гетерогенной среде, поскольку растворимость в воде большинства меркаптанов, кроме простейших, ничтожно мала. В силу этого щелочная экстракция сернистых примесей протекает только на границе контакта водной и органической фаз.

В табл. 1 приведены значения коэффициента распределения  $K_p$  для ряда меркаптанов между водной щелочью и углеводородами.

Таблица 1 – Коэффициенты распределения меркаптанов между щелочной и углеводородной фазами

Формула меркаптана	K	Формула меркаптана	KP
CN38H	98,800	n-C4H98H	3,570
C2H58H	77,900	H-C5H118H	0,834
i-C3H78H	15,600	i-C5H118H	0,753

Из данных таблицы видно, что лучше других в процессе щелочной очистки экстрагируются меркаптаны  $C_1$ - $C_3$ . Меркаптаны с числом углеродных атомов от четырех и более практически не извлекаются водной щелочью.

В связи с этим был проведен поиск по современным методам очистки газообразных и жидких углеводородов от примесей сернистых соединений.

В настоящее время известны разнообразные способы обессеривания нефти, газовых конденсатов и отдельных углеводородных фракций: гидроочистка, сорбционные методы, окисление сернистых

соединений, их нейтрализация, а также различные комбинации этих и других процессов.

Наиболее эффективным и универсальным способом обессеривания светлых дистиллятов является гидроочистка. Этот процесс позволяет снизить содержание общей серы до минимума за счет очистки от всех видов сернистых примесей. В мировой практике процессы гидрообессеривания углеводородного сырья проводят, как правило, в области температур 340–420 °С, при давлении от 0,7 до 3,15 МПа, объемной скорости подачи сырья от 0,7 до 5 м<sup>3</sup>/(м<sup>3</sup>-ч) и циркуляции водорода 300–600 м<sup>3</sup>/(м<sup>3</sup>-ч). В качестве катализаторов гидроочистки традиционно используют алюмокобальт или алюмоникельмолибденовые катализаторы. Степень гидроочистки сырья при этих условиях достигает 94–96 %. В патентно-технической литературе последних лет достаточно большое внимание уделяется модификации существующих и поиску новых катализаторов гидроочистки [3, с. 45–47].

Несмотря на весьма широкое распространение метода гидроочистки углеводородного сырья, этот процесс обладает рядом серьезных недостатков. Во-первых, он требует высоких энергозатрат и потребляет большие количества водорода. Во-вторых, установки гидроочистки являются громоздкими, металлоемкими и дорогостоящими аппаратами. В-третьих, органические соединения серы, являющиеся перспективным источником ценных химических соединений, в результате гидроочистки превращаются не только в наименее ценный, но и во многих отношениях нежелательный продукт - сероводород. Все это позволяет констатировать, что способ гидроочистки углеводородов является наиболее сложным и дорогостоящим среди других известных способов.

В значительной степени лишен указанных недостатков метод адсорбционной очистки. Эффективную адсорбцию серосодержащих соединений из нефтяных дистиллятов обеспечивают различные системы: оксиды металлов и неметаллов, ионообменные смолы, синтетические и природные цеолиты и т.д. Особенно эффективны для очистки нефтепродуктов от меркаптанов и сульфидов цеолиты. Эти адсорбенты способны удалять практически все соединения серы из углеводородного сырья – сероводород, меркаптаны, сульфиды и дисульфиды, а также элементную серу.

Вместе с тем в литературе отмечается, что наряду с несомненными достоинствами адсорбционного метода – мягкие условия технологического процесса (низкая температура и небольшое давление), простота аппаратурного оформления – он обладает и существенными недостатками. Многие адсорбенты, в том числе и цеолиты, особенно импортные, все

еще являются достаточно дорогими и дефицитными. Низкая адсорбционная емкость адсорбентов требует применения больших их количеств с частой регенерацией. После нескольких циклов регенерации адсорбенты частично закоксовываются и подвергаются механическому разрушению. Это вызывает необходимость в периодической полной замене адсорбентов. Поэтому применение метода адсорбционной очистки ограничено достаточно узкой областью – очисткой легких углеводородов с низкой концентрацией сернистых соединений.

Абсорбционная очистка нефти и нефтепродуктов основана на поглощении серосодержащих примесей жидкими средами, представляющими собой растворы одного или нескольких компонентов в подходящем растворителе.

Абсорбционные методы сероочистки углеводородных фракций были разработаны сравнительно давно и получили весьма широкое распространение. Наиболее известными из них являются аминная и щелочная очистка.

Аминная очистка углеводородного сырья производится с применением алканолламинов: моноэтаноламина, диэтаноламина, триэтаноламина и метилдиэтаноламина. Главный ее недостаток – неэффективность в отношении меркаптанов.

В методе щелочной очистки поглощение примесей происходит при контакте углеводородного сырья с водным раствором щелочи. При этом из нефтепродуктов удаляются сернистые и кислородсодержащие соединения: сероводород, меркаптаны, фенолы, нафтеновые кислоты. Поскольку кислотные свойства выражены сильнее у первичных алифатических меркаптанов, слабее у вторичных и весьма слабо у третичных, то щелочной очисткой достигается лишь частичное удаление меркаптанов, главным образом, первичных. Кроме того, результативность щелочной очистки падает с ростом молекулярной массы меркаптанов и понижением их растворимости в воде.

В последние годы в мировую нефтехимическую практику стали внедряться реагенты-нейтрализаторы, обеспечивающие быструю очистку нефтей и газоконденсатов от сероводорода и низкомолекулярных меркаптанов. Нейтрализаторы переводят легколетучие сернистые примеси в высококипящие термостабильные соединения серы. Однако в настоящее время эти реагенты не нашли еще широкого применения в связи с их недостаточной технологичностью и низкой активностью по отношению к меркаптанам. Кроме того, некоторые нейтрализаторы являются токсичными, а их использование требует большою расхода реагентов.

Более 40 лет известна и успешно применяется для очистки бензиновых и керосиновых дистиллятов, а также газовых конденсатов окислительная демеркаптанизация. Этот метод основан на способности меркаптанов окисляться с образованием дисульфидов. Для проведения процесса окисления с достаточно высокой скоростью необходимо присутствие щелочи, которая переводит молекулу меркаптана в анион, обладающий более высокой реакционной способностью.

Наиболее простым и дешевым вариантом окислительной демеркаптанизации в качестве окислителя используется кислород воздуха. Как правило, реакцию проводят в присутствии катализаторов, в качестве которых часто используют оксиды и соли переходных металлов, хелатные комплексы на основе двухосновных кислот и фталоцианиновые комплексы металлов. В качестве окислителей сернистых примесей предлагается раствор хромата щелочного металла [1], который регенерируют электролизом при анодной плотности тока, равной 500–1000 А/м; дисульфитоферроат щелочного металла с концентрацией 0.025–0,7 моль/л [2]; водный раствор серной кислоты, содержащий ванадий, находящийся в степени окисления, превышающей его минимальную степень окисления [3]: 50–100 % азотную кислоту [4].

Значительный интерес в патентно-технической литературе проявляется к использованию в качестве окислителя сернистых соединений пероксида водорода.

В статье рассматривается процесс окисления сероорганических соединений водным раствором пероксида водорода в присутствии каталитических количеств серной кислоты. Этот метод был наиболее разработан для промышленной реализации, но не нашел применения в связи с образованием большого количества смол и кислых стоков [5].

Описан безотходный одностадийный процесс окисления сульфидов пероксидом водорода с использованием водорастворимого катализатора – органических соединений молибдена, который обеспечил достаточную глубину и селективность реакции. Достоинством этого процесса следует считать отсутствие коррозии оборудования и возможность многократного использования катализатора по замкнутому циклу. Недостаток данного способа связан с отсутствием промышленного производства катализатора.

Для экспериментальной проверки выбранных технических решений был проведен ряд экспериментов по окислительной демеркаптанизации с использованием кислорода воздуха и пероксида водорода. Во всех экспериментах в качестве модельной системы



использовался бензин тазовый стабильный БГС-3 с содержанием общей серы 0.192 мас. %.

В первой серии экспериментов обессеривание БГС-3 проводили пероксидом водорода при совместном присутствии молибдата аммония и ацетона в качестве катализаторов. Процесс проводили при температуре 20 °С и атмосферном давлении путем перемешивания компонентов в течение 30 мин.

Во второй серии экспериментов очистку проводили 1 % раствором щелочи в присутствии 1 % раствора пероксида водорода и фталоцианинового катализатора «ИВКАЗ» в количестве 1, 2 и 5 ppm при температуре 20 °С и атмосферном давлении. Окисление примесей проводили при перемешивании компонентов в течение 30 мин.

В третьей серии экспериментов окисление примесей проводили кислородом воздуха в щелочной среде в присутствии фталоцианинового катализатора, этаноламина и промотирующей добавки - комплекса меди с трилоном Б. Как и в предыдущих сериях, процесс проводили при температуре 20 °С и атмосферном давлении путем барботирования воздуха через смесь компонентов в течение 30 мин.

Результаты проведенных экспериментов по очистке углеводородных фракций от сернистых примесей представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность различных методов сероочистки

Номер серии	Окислительная система	Содержание серы до окисления, масс. %	Содержание серы после окисления, масс. %
1	Раствор молибдата аммония в перексиде водорода - 1,2 моль на моль серы.	0,192	0.099
2	NaOH – 1 масс. %, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - 1масс. %, ИВКАЗ – 1ppm	0,192	0.089
3	NaOH – 10 масс. %, МЭА – 3масс.%, комплекса меди с трилоном Б – 0,0073 масс.%, Воздух.	0,192	0.061
4	NaOH – 1 масс. %, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - 1масс. %, ИВКАЗ – 5ppm	0.192	0.039

В условиях эксперимента наилучшие результаты получены при окислении сернистых соединений пероксидом водорода в присутствии катализатора «ИВКАЗ», причем степень очистки увеличивалась пропорционально количеству вводимого в систему катализатора.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Галанин И.А., Зиновьева Л.М., Гриценко А.И., Способ очистки газа от меркаптанов, РФ, 10.01.1999 г.
- 2 Зосимов А.В., Лунин В.В., Максимов Ю.М., Способ очистки углеводородного сырья от сераорганических соединений, Москва, 20.04.1999 г.
- 3 Харлампики Х.Э., Сераорганические соединения нефти, методы очистки и модификации// Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 7. С. 42–46.
- 4 Борисенкова С.Л., Вильданов Л.Ф., Мазгаров А.М. Современные проблемы обессеривания нефтей и нефтепродуктов // Рос. хим. жури. – 1995. – Т. XXXIX. № 5. – С. 87-100.
- 5 Уханов С.Е., Рябов В.Г., Галата С.С. Применение поверхностно-активных веществ в процессе демеркаптанзации углеводородного сырья // Технологии нефти и газа. – 2011. – № 2. – С. 21-25.

#### ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

ОРАЛТАЕВА А. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЕЛУБАЙ М. А.

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

Вопросы переработки тяжелой высокосернистой, смолистой нефти с целью получения высококачественного моторного топлива и сырья нефтехимического синтеза требуют создания новых высокоэффективных технологий и новых стабильных и активных каталитических систем.

В мировом масштабе происходит большая реконструкция НПЗ. Обновление и реконструкция нефтеперерабатывающих заводов должна базироваться не только на внедрении нового оборудования, реакторов и установок, но и совершенно необходим переход к применению новейших катализаторов. Над проблемой синтеза новых и

усовершенствования существующих цеолитсодержащих катализаторов работают ученые многих стран мира

Наряду с металлическими и оксидными нанесенными на носитель катализаторами в последние годы существенно расширилось производство и потребление цеолитсодержащих катализаторов. Цеолитсодержащие катализаторы используются более чем на 80 % в процессах нефтепереработки и нефтехимического синтеза. Они более стойки к отравлениям серо-и азотсодержащими соединениями нефти. [При гидроочистке дизельных дистиллятов для снижения содержания в них серы менее 0,10 % (масс.) приходится резко уменьшать объемную скорость и повышать температуру процесса, что сокращает срок службы катализатора и ограничивает возможность производства экологически чистых дизельных топлив, содержащих менее 0,05 процентов (500 ppm) серы;

Из-за недостаточно высокой гидрирующей активности невозможно снизить содержание в дизельных дистиллятах ароматических углеводородов до 20 % (об.) Даже на более активном в этом процессе алюмоникельмолибденовом катализаторе.

В процессах гидропереработки нефтяного сырья могут быть использованы любые сероустойчивые гидрирующие катализаторы, в частности представляющие собой сочетание оксидов и сульфидов кобальта или никеля с оксидами и сульфидами молибдена или вольфрама, а именно молибдатов кобальта или никеля, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

- обладать высокой активностью при гидрогенолизе серо и азотсодержащих органических соединений без расщепления углеводородов;
- обеспечивать высокий выход целевого продукта и, следовательно, обладать высокой селективностью;
- длительно работать при минимальном расходе водорода;
- иметь низкую насыпную плотность и высокую механическую прочность;
- частично проводить гидрирование алкенов и ароматических углеводородов;
- быть стойкими к отравлению ядами металлов, содержащихся в сырье.

Этим требованиям отвечают алюмоникельмолибденовые (АНМ) и алюмокобальтмолибденовые (АКМ) катализаторы, содержащие в своем составе от 2 до 5 % (масс.) оксида кобальта (CoO) или оксида никеля (NiO), от 10 до 15 % (масс.) триоксида молибдена (MoO<sub>3</sub>) и

γ-оксида алюминия (γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), в некоторых случаях применяют также алюмоникельмолибденсиликатный катализатор (АНМС).

Введение в композицию катализатора от 5 до 7 процентов диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) позволяет увеличить механическую прочность и повысить термическую стабильность контакта [3].

Гидрирующие металлы вводят либо пропиткой прокаленных гранул носителя, либо в катализаторную массу при замесе, с последующей сушкой при температуре от 100 до 120 °С и прокаливанием гранул катализатора при температуре от 500 до 550 °С [1].

Сроки службы данных катализаторов составляют от 36 до 48 месяцев, однако их производительность различна, поскольку гидроочистку каждого вида сырья ведут с разной объемной скоростью.

Широкое применение данных катализаторов в нефтеперерабатывающей промышленности, обуславливает большой интерес исследователей к изучению свойств катализаторов и их изменений в процессе эксплуатации, а также подбору новых и улучшению существующих.

Эти проблемы частично решают катализаторы, содержащие в своем составе до 5 % (масс.) оксида фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в алюмоникельмолибденовой матрице (оксид никеля от 2 до 4 процентов, триоксид молибдена от 10 до 14 процентов, оксид алюминия – остальное) [2]. Катализатор активен в процессе гидроочистки вакуумного дистиллята при температуре 360 °С, давлении 5 МПа, объемной скорости подачи сырья не менее 1 ч-1. Однако глубина гидрообессеривания вакуумного газойля составляет не менее 80,0 процентов, а дизельной фракции не менее 90,0 процентов.

С целью увеличения глубины удаления серы применялся процесс гидроочистки вакуумного газойля на катализаторе, содержащем от 1 до 8 % (масс.) оксида никеля, от 5 до 30 % (масс.) триоксида молибдена, от 6 до 38 % (масс.) оксида фосфора и до 100 % (масс.) оксида алюминия. Процесс осуществлялся при температуре от 380 до 400 °С, давление 5,2 МПа, объемной скорости подачи сырья 0,7 ч-1. Катализатор сохранял активность в течение 6 месяцев и обеспечивал степень обессеривания 88 процентов. Недостатком данного катализатора являлась его недостаточная гидрообессеривающая активность.

Для увеличения срока службы катализатора и повышения его активности используют катализаторы на основе оксида алюминия, содержащие от 8 до 20 процентов металлов VI-VIII групп Периодической системы (кобальт-молибден, никель-молибден), промотированные металлом IV группы Периодической системы – титаном в количестве от 2,5 до 8 процентов. Гидроочистку проводят при давлении от 7

до 21 МПа, при температуре от 343 до 427 °С, объемной скорости циркуляции водорода от 360 до 1780 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> и мольном соотношении водорода к сырью, равном от 4 до 80 к 1. Глубина гидрообессеривания вакуумного газойля в таком процессе составляет не менее 89,0 процентов, а дизельной фракции до 96 процентов.

Недостатком данного способа является то, что при давлении менее 4,5 МПа и объемной скорости более 2,0 ч<sup>-1</sup> не обеспечивается получение гидрогенизата с содержанием сернистых соединений менее 0,05 процентов. С целью получения нужной глубины удаления серы процесс проводят при высоком давлении и пониженной объемной скорости.

К настоящему времени низкотемпературное ДТ получают тремя способами:

- добавлением легких фракций в ДТ. Этот способ не является рациональным, так как снижается выработка топлива и уменьшается температура вспышки.

- добавлением депрессорных присадок. Эти присадки способны снизить температуру застывания, но не температуру помутнения.

- температуру застывания, помутнения и фильтруемость снижают, изменяя углеводородный состав ДТ. Особенно эффективным способом понижения низкотемпературных свойств дизельных топлив является депарафинизация.

Климатические условия Казахстана обуславливают большую потребность в высококачественных низкозастывающих дизельных топливах, которая на сегодняшний день обеспечивается менее чем наполовину. Учитывая особые требования в северных регионах Казахстана к низкотемпературным характеристикам моторных топлив, задача производства низкозастывающих дизельных топлив, удовлетворяющих современным и перспективным экологическим требованиям, особенно актуальна.

Повышенный интерес к развитию процессов гидроочистки/депарафинизации средних дистиллятов в последние годы, связан с увеличением объема переработки сернистых, высокосернистых, парафиновых нефтей и широкой дизелезацией транспортных средств. В настоящее время гидроочистки/депарафинизации подвергают более 80 % дизельных фракций.

В последнее время большую популярность приобретают автомобили с дизельными двигателями, а также индивидуальные импортные и дорогостоящие отопительные системы, работающие преимущественно на жидком топливе (дизельное и печное). Для их

эффективной эксплуатации необходимо высококачественное топливо, отвечающее мировым стандартам.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Радченко Е. Д. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки / Е. Д. Радченко, Б. К. Нефедов, Р. Р. Алиев. – М. : Химия, 1987. – 312 с

2 Калечиц И. В. Химия гидрогенизационных процессов в переработке топлив / И. В. Калечиц. – М. : Химия, 1973. – 280 с.

3 Суханов В. П. Каталитические процессы в нефтепереработке / В. П. Суханов. – М. : Химия, 1979. – 344 с.

4 Гуреев А. А. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов / А. А. Гуреев, Б. И. Бондаренко. – М. : Химия, 1978. – 424 с.

5 Соркин Я. Г. Особенности переработки сернистых нефтей и охрана окружающей среды / Я. Г. Соркин. – М. : Химия, 1975. – 295 с.

6 Регламент цеха № 1 секции 300 гидроочистки дизельного топлива.

7 Танатаров М. А. Проектирование установок первичной переработки нефти / М. А. Танатаров. – М. : Химия, 1976. – 200 с.

8 Рудин М. Г. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов / М. Г. Рудин, Г. Ф. Смирнов. – Ленинград : Химия, 1984. – 297 с.

9 Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1983. – 272 с.

10 Ластовкин В. А. Справочник нефтепереработчика / В. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудина. – Ленинград : Химия, 1986. – 648 с.

11 Итинская Н. И. Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям / Н. И. Итинская, Н. Кузнецов. – М. : Колос, 1982. – 208 с.

12 Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа / А. К. Мановян. – М. : Химия, 2001. – 568 с.

13 Кузьмин С. Т. Промышленные приборы и средства автоматизации в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / С. Т. Кузьмин. – М. : Химия, 1987. – 272 с.

14 Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Н. Н. Лебедев. – М. : Химия, 1971. – 840 с.

15 Эрих В. Н. Химия и технология нефти и газа / В. Н. Эрих, М. Г. Расина. – Ленинград : Химия, 1977. – 424 с.

16 Шицкова А. П. Охрана окружающей среды в нефтеперерабатывающей промышленности / Ю. В. Новиков, Л.С. Гурвич. – М. : Химия, 1980. – 176 с.

17 Чечевицына Л. Н. Экономика предприятия: учеб. пособие / Л. Н. Чечевицына. – Ростов н/Д : Феникс, 2001. – 381 с.

18 Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. М. : 1980 – 256с.

19 Регламент цеха № 1 секции 300-1 гидроочистки дизельного топлива.

20 Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топливо, масла и технические жидкости. М.:ВО «Агропромиздат», 1989 г.- 304с.

21 Эмирджанов Р.Т., Лемберанский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. М.: «Химия», 1989г.

22 Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Под общей ред. В.Н. Соколова. Л.: «Машиностроение», 1982г.

23 Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / С. А. Ахметов, Т. П. Сериков, И. Р. Кузеев, М. И. Баязитов; Под ред. С. А. Ахметова. — СПб.: Недра, 2006. — 868 с.;

## МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

РУБАХИНА К. А.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ХАЛЫГОВ Э. И.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АХМЕДЬЯНОВ Е. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АХМЕДЬЯНОВА Г. К.

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

МУСТАФИН А. Х.

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

Металл технологического оборудования установок первичной переработки нефти в процессе эксплуатации подвергается совокупному воздействию различных факторов (высоких температур и давлений, коррозионно-агрессивных сред, механических нагрузок и т.д.), приводящих к ухудшению механических свойств и коррозионной стойкости и, как следствие, к внезапному разрушению оборудования.

Учесть влияние всех параметров, которые играют существенную роль в механизмах процессов, происходящих в таких системах,

чрезвычайно сложно, а чаще всего невозможно. Однако, учитывая материальное исполнение и условия эксплуатации оборудования, можно с большой вероятностью определить аппараты и трубопроводы, склонные к коррозионному разрушению и, в связи с этим, требующие пристального внимания при эксплуатации.

Объективная, достоверная и своевременная информация о состоянии оборудования жизненно необходима для обеспечения безопасных условий эксплуатации производственных объектов. С этой целью на нефтеперерабатывающих предприятиях проводится мониторинг состояния оборудования, важнейшей составляющей которого является коррозионный мониторинг – основа для разработки программ по защите от коррозии [1, с. 256].

В последние годы проблема локальных коррозионных поражений металла установок нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) значительно обострилась. Это связано с увеличением коррозионной агрессивности перерабатываемой нефти, длительным сроком эксплуатации основного оборудования (для большинства установок – более 30 лет), неритмичной загрузкой установок, а также с применением двухслойных сталей - плакирующих слоев, комбинаций различных металлов и т.д.

Необходимо отметить, что при исследовании причин локальных коррозионных поражений оборудования НПЗ традиционно учитываются агрессивность технологических сред в рабочем технологическом режиме. Однако общая коррозионная стойкость оборудования определяется суммарным воздействием сред и условий на всех этапах его эксплуатации.

В связи с этим особое значение приобретает мониторинг компонентного состава перерабатываемой продукции и химико-аналитический контроль, позволяющий оценить тенденции изменения коррозионной активности сред в контролируемой системе.

Пропаривание аппаратов и трубопроводов, осуществляемое перед проведением ремонтных работ, приводит к образованию коррозионно-агрессивных конденсатов – водных растворов электролитов, содержащих в высоких концентрациях хлорид-, сульфат-, тиосульфат-, сульфид-, сульфит- и др. ионы. Остающиеся на стенках после пропаривания конденсаты и отложения, образовавшиеся в рабочем режиме, удалить которые полностью при пропаривании никогда не удастся, в результате их взаимодействия с атмосферной влагой и кислородом воздуха в период ремонта и при простоях по другим причинам, усугубляют коррозионные проблемы. Все это увеличивает вероятность возникновения и развития локальных коррозионных поражений оборудования [2, с. 36].

Высокая агрессивность конденсатов пропаривания и вероятность возникновения локальных коррозионных поражений конструкционных металлов в период пропаривания и их дальнейшего развития в рабочем режиме эксплуатации определяют настоятельную необходимость разработки системы ингибиторной защиты при пропаривании и промывке оборудования в период подготовки к ремонтам.

С другой стороны, надежность и работоспособность установок зависит не только от коррозионных факторов при эксплуатации, но и от правильного выбора материалов при проектировании и качества работ при строительстве. Промышленный опыт эксплуатации установок первичной переработки нефти свидетельствует о необходимости существенных корректировок проектных нормативов в части выбора конструкционных материалов: склонность металла к локальным видам коррозии необходимо считать определяющим фактором в сравнении с величиной общей коррозии.

Опыт эксплуатации оборудования с плакирующими слоями свидетельствует о настоятельной необходимости поиска конструкционных металлов с высокой питтингостойкостью в качестве материала плакирующих слоев колонного и др. оборудования.

Указанные руководящие технические материалы (РТМ) в значительной степени устарели, в них практически не уделяется внимание локальным видам коррозии – питтингообразованию и коррозионному растрескиванию основного металла, плакирующих слоев, сварных швов и околошовных зон. Данные о возможности появления питтинговой и язвенной коррозии на конструкционных металлах в РТМ либо отсутствуют, либо наоборот, завышены. Рекомендации, приведенные в РТМ, в значительной степени носят общий характер, в то время как коррозионная агрессивность сред, и, следовательно, коррозионная стойкость оборудования на различных НПЗ значительно отличаются. В действующих РТМ полностью отсутствуют сведения о составе и агрессивности отложений в аппаратуре и конденсаторах пропаривания, которые играют важную роль в инициировании и интенсификации как общей, так и локальной коррозии.

Достоверная информация о фактическом коррозионном состоянии эксплуатирующегося оборудования позволяет правильно выбирать и своевременно осуществлять эффективную программу по его ремонту и противокоррозионной защите.

Действующая на отечественных установках первичной переработки нефти система химико-технологической защиты от коррозии применяется на многих заводах по усеченной схеме – сырая

нефть обрабатывается щелочью (или смесью щелочи и соды), верхние погоны атмосферной колонны – аммиачной водой без введения ингибиторов. Традиционная схема ингибиторной защиты установок первичной переработки нефти в рабочем режиме предусматривает введение ингибиторов только в шлемовые линии эвапорационной и атмосферной колонн. При такой схеме может быть обеспечена защита лишь конденсационно-холодильного оборудования по верхнему тракту колонн и в малой степени – верхней части колонн.

Применение на заводе системы непрерывного мониторинга позволило реализовать технологию ресурсосберегающей эксплуатации и сокращение фундаментальных причин отказов сосудов и аппаратов [3, с. 111].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Нефтеперерабатывающая промышленность: Справочник / Под ред. Арчакова Ю.И., Сухотина А.М. – Л.: Химия, 1990. – 400 с.

2 Кузеев И. Р., Захаров Г.И., Евдокимов Г.И. Повреждаемость колонных аппаратов нефтепереработки и нефтехимии. – Уфа: УГНТУ, 1997. – 53 с.

3 Кузеев И.Р. Нефтеперерабатывающая промышленность: технологии, оборудование, материалы на рубеже тысячелетия. – Уфа: Изд-во ЦГНТУ, 2000. – 149 с.

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

РЫНДИН В. В.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
СМАИЛОВА А. Д.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Эксплуатация магистрального нефтепровода характеризуется определенным режимом работы. Под режимом работы предполагается совокупность значений технологических параметров: производительности (расход) и давления в трубопроводной системе.

Исходя из анализа классификаций можно выделить основные факторы, непосредственно влияющих на изменение нагрузки на рабочих колесах центробежных насосов:

- ритмичность работы поставщиков и потребителей нефти;
- колебания плотности и вязкости при перекачке нефтей различных месторождений и разнотипных нефтепродуктов, а также вызванные сезонными изменениями температуры грунта в зонах залегания трубопровода;
- уменьшение внутреннего диаметра трубопровода в результате отложения парафиновой корки;
- изменение схемы включения насосов, подключения резервуаров;
- ремонтные планово-предупредительные и внеплановые работы, связанные с аварийными ситуациями на нефтеперекачивающих станциях и линейной части магистрального трубопровода;
- пропуск очистных устройств.

Такая классификация наиболее полно отражает факторы, которые возникают в период эксплуатации трубопроводной системы и влияют на режим ее работы. В зависимости от этих факторов изменяется режим течения нефти по трубопроводу, что приводит к смещению рабочей точки системы «НПС-нефтепровод» и к необходимости её регулировки для поддержания рабочей точки в зоне высоких КПД магистральных насосных агрегатов.

Исходя из анализа причин изменения технологических параметров магистральных нефтепроводов, можно заключить, что при эксплуатации систем трубопроводного транспорта существует неравномерность режима работы данных систем, выраженная в изменении расхода и давления в нефтепроводе во времени.

При проектировании магистрального нефтепровода на основании технико-экономического обоснования выбирается метод регулирования режима работы магистрального нефтепровода. Необходимость регулирования режима работы системы «нефтеперекачивающие станции – магистральный нефтепровод» обусловлена экономией энергии на перекачку единицы объема (массы) нефти по магистральному нефтепроводу.

Смысл регулирования состоит в том, чтобы  $H-Q$  характеристики магистрального нефтепровода и нефтеперекачивающих станций пересеклись в рабочей точке оптимального КПД. Данная точка системы определяет рабочие точки отдельных насосов, входящих в систему.

Описание методов регулирования режима работы магистрального нефтепровода приводится во многих трудах, связанных с исследованием и описанием систем трубопроводного транспорта [1–6].

В частности, существует классификация методов регулирования режима работы НПС, способы их осуществления и анализ эффективности их применения в конкретных условиях эксплуатации.

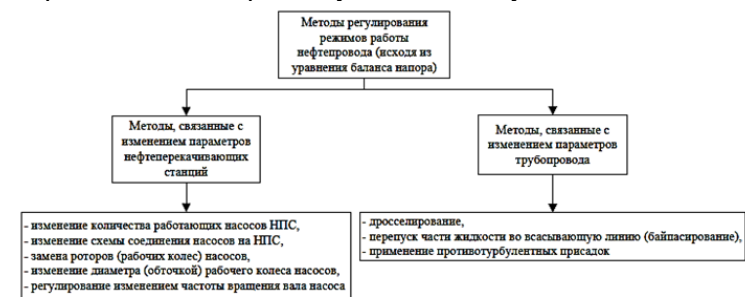


Рисунок 1 – Методы регулирования режимов работы нефтепровода

Исходя из уравнения баланса напоров, для магистральных нефтепроводов, методы регулирования можно разделить на: методы, связанные с изменением параметров НПС и методы, связанные с изменением параметров магистрального трубопровода (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1 методы, связанные с изменением параметров нефтеперекачивающих станций основываются на регулировании характеристик магистрального насосного оборудования нефтеперекачивающих станций.



Рисунок 2 – Методы регулирования режимов работы нефтепровода

Также данные методы можно классифицировать по степени плавности регулирования неравномерности: на методы ступенчатого (дискретного) регулирования и методы плавного регулирования – последние постоянно во времени корректируют рабочую точку системы «НПС-нефтепровод» на установленный расчетом оптимальный режим,

то есть обеспечивают постоянное сглаживание изменения подачи (рисунок 2).

**Изменение количества работающих насосов и изменение схемы соединения насосов на НПС.** Данные методы являются ступенчатыми и задают варианты строго дискретного изменения расхода и давления. Для вариантов включения работающих магистральных насосов рассчитываются рабочие режимы. Кроме этого, необходимо учитывать крутизну гидравлических характеристик участков магистральных нефтепроводов, работающих при такой схеме регулирования.

Если рассматривать геодезические условия трассы магистрального нефтепровода, то для равнинного расположения магистрального нефтепровода и НПС наиболее приемлемым, с точки зрения энергоэффективности, является последовательное соединение центробежных насосов, а на НПС перед участком с большим статическим перепадом следует устанавливать полнонапорные насосы, включённые параллельно.

Данный метод управления характерен высокими потерями электроэнергии на переключение между режимами и относительно низким КПД ввиду того, что производительность насосов, равная производительности трубопровода, далека от значения номинальной производительности, при которой достигается максимальный КПД насоса.

**Замена и изменение диаметра (обточкой) рабочего колеса насосов.** Большинство магистральных центробежных насосов укомплектовано сменными рабочими колесами на 0,5; 0,7 и 1,25 от номинальной подачи, которые имеют различные гидравлические характеристики. Такой метод регулирования насосов нельзя считать плавным, так как частая смена колес насосов практически невозможна.

Метод регулирования обточкой рабочих колес центробежных насосов заключается в уменьшении (обточкой) наружного диаметра рабочих колес.

Данный метод имеет большой недостаток – нельзя вернуть прежний диаметр рабочего колеса, кроме того, обточка не допускается более чем на 20 %, при этом КПД падает не более чем на 1–3 %.

**Дросселирование.** Регулирование режима работы НПС дросселированием состоит в изменении сопротивления потоку жидкости путем сужения площади его поперечного сечения при помощи регуляторов давления, установленных на узлах регулирования НПС.

Дросселирование осуществляют в напорном трубопроводе, так как дросселирование во всасывающем трубопроводе связано с возможностью возникновения кавитации [1].

Данный метод регулирования неэкономичен, т.к. НПС непроизводительно развивает излишний напор, что увеличивает стоимость транспорта нефти. Потери при дросселировании могут достигать 15–20 % от мощности затраченной электроэнергии на привод насосов.

Метод дросселирования целесообразно применять для насосов, имеющих пологую напорную характеристику, причем потери энергии на дросселирование не должны превышать 2 % энергозатрат на перекачку [2].

**Перепуск части жидкости во всасывающую линию (байпасирование).** Метод регулирования перепуском (метод байпасирования) состоит в перепуске части жидкости с выхода насоса вновь на его вход. При этом происходит изменение характеристики трубопроводной системы, на которую работает насос и изменяется месторасположение рабочей точки НПС. Это влечёт за собой изменение режима работы нефтепровода и дополнительные потери энергии. При этом производительность нефтепровода всегда только снижается.

В практике эксплуатации систем магистральных нефтепроводов данный метод применяется редко, и обычно приемлем на головных НПС, где пропуск осуществляется через резервуары [3].

**Применение противотурбулентных присадок.** Уменьшить гидравлическое сопротивление магистрального нефтепровода за счет гашения турбулентных пульсаций. Но при прохождении через центробежные насосы НПС структура противотурбулентных присадок разрушается.

**Регулирование изменением частоты вращения вала насоса.** Одним из наиболее эффективных и прогрессивных методов регулирования режима работы НПС является метод, основанный на регулировании скорости вращения рабочих колес нефтяных магистральных центробежных насосов. Метод изменения частоты вращения основан на теории подобия центробежных машин:

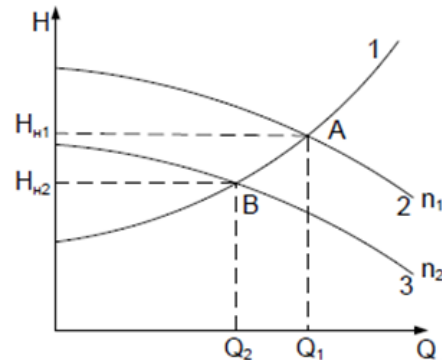
$$\frac{Q_{H1}}{Q_{H2}} = \frac{n_1(w_1)}{n_2(w_2)}; \frac{H_{H1}}{H_{H2}} = \left(\frac{n_1(w_1)}{n_2(w_2)}\right)^2; \frac{N_{H1}}{N_{H2}} = \left(\frac{n_1(w_1)}{n_2(w_2)}\right)^3 \quad (1)$$

где  $Q_{H1}$ ,  $H_{H1}$  и  $N_{H1}$  – подача, напор и потребляемая мощность магистрального насоса, соответствующая частоте вращения рабочего колеса  $n_1$  (угловой скорости  $\omega_1$ );



$Q_{n2}$ ,  $H_{n2}$  и  $N_{n2}$  – то же при частоте вращения рабочего колеса  $n_2$  (угловой скорости  $\omega_2$ ).

При уменьшении частоты вращения характеристика насоса изменится и рабочая точка сместится из положения  $A$  в  $B$  (рисунок 3).



- 1 – линия подобных режимов; 2 – напорная характеристика магистрального насоса при частоте вращения  $n_1$ ;  
3 – то же при частоте вращения  $n_2$ .

Рисунок 3 – Совмещенная характеристика нефтепровода и насоса при изменении частоты вращения вала рабочего колеса

При регулировании режима работы НПС изменением частоты вращения рабочего колеса насосов происходит изменение  $H$ - $Q$  характеристик ЦН без изменения КПД. Точнее, при смещении напорной характеристики центробежного насоса пропорционально смещается характеристика КПД. Поэтому этот метод более экономичный, но его реализация требует дополнительных капитальных затрат на приобретение и монтаж оборудования, с помощью которого можно менять частоту вращения рабочего колеса.

Применение данного метода на НПС систем магистральных нефтепроводов позволяет облегчить синхронизацию работы станций и избежать гидравлических ударов в нефтепроводе.

Изменение частоты вращения рабочего колеса центробежного насоса возможно осуществить в следующих трех случаях:

- применение двигателей с изменяемой частотой вращения (газовая турбина);
- установка на валу насосов специальных муфт с регулируемым коэффициентом проскальзывания (гидравлических, электромагнитных, токовых);

– применение преобразователей частоты переменного тока электродвигателей.

В настоящее время преобразователи частоты могут управлять электродвигателями по двум каналам, путем изменения частоты и напряжения. Напряжение может регулироваться двумя способами: амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ) напряжения в звене постоянного тока и широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выпрямленного напряжения с помощью ключей инвертора.

Исследования в области возможности эксплуатации частотно-регулируемого привода (ЧРП) магистральных насосных агрегатов (МНА) и практика их применения позволяют выделить ряд особенностей и преимуществ применения данного типа привода. Эти преимущества выражаются в следующем:

1 При отсутствии ЧРП МНА в большинстве случаев на НПС регулируют использованием метода дросселирования, что подразумевает необходимость установки специального узла дросселирующих заслонок, а при процессе дросселирования часть напора, создаваемого МНА, «уничтожается» этим процессом. Применение ЧРП дает возможность ликвидации узла дросселирования, и агрегаты подстраиваются под необходимый режим работы, без создания превышения давления для дальнейшей регулировки. Изменение частоты с ЧРП осуществляется в широком диапазоне без существенного снижения КПД МНА. Экономия затрат при применении ЧРП МНА существенна по сравнению с дросселированием.

2 Пуск и останов МНА, оборудованных ЧРП, происходит в плавном режиме, при котором отсутствует импульсный характер нагрузки на электросети, МНА, ЗРА и трубопроводную обвязку.

3 Плавный выход на стационарный режим перекачки увеличивает остаточный ресурс магистрального нефтепровода.

4 Применение частотно-регулируемого привода в магистральных насосных агрегатах целесообразно при большой неравномерности перекачки нефти по трубопроводу.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Адоевский, А. В. Моделирование работы нефтепроводов, оборудованных системами сглаживания волн давления: автореф. дис. канд. техн. наук: 25.00.19 / А. В. Адоевский. – М., 2011. – 23 с.
- 2 Богданов, Р. М. Диагностика потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти [Электронный ресурс] / Р.М. Богданов // Нефтегазовое дело. – 2012. №3.



3 Караев, М. А. Работа центробежных насосов на вязких жидкостях / М.А. Караев. – Баку: АГНА, 2005. – 175 с.

4 Бувалый Г.Е. Как управлять транспортировкой нефти / Е.Г. Бувалый // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2007. – 84–85 с.

5 Вайншток, С. М. Трубопроводный транспорт нефти, в 2 т. / С.М. Вайншток. – М.: Недра, 2002. – 1 т. – 407 с.

### **СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЛОКУЛЯНТОВ И ЖИДКИХ КОМПОЗИТНЫХ КОАГУЛЯНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ПАВЛОДАРСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

СМАГУЛОВ Р. С.

к.х.н., ведущий инженер-технолог сектора энергосбережения и энергоэффективности, ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар

СМАИЛОВ К. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Очистка сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе производится в два этапа:

1 Механическая очистка сточных вод предназначена для выделения нерастворенных минеральных и органических примесей методом отстаивания сточных вод. При этом загрязнение сточных вод, поступающих с завода, уменьшается до величины, при которой можно производить физико-химическую очистку.

2 Физико-химическая очистка предназначена для удаления из сточной воды, прошедшей механическую очистку, мелкодисперсных и коллоидных частиц нефтепродуктов и механических примесей. Она сочетает в себе два метода:

- укрепление агрегатов частиц коллоидной системы при помощи введения в сточные воды коагулянта алюминия сернокислого;
- флотация сточной воды после коагулирования, при которой происходит вынос агрегатов частиц загрязнений, прилипших к разделу фаз пузырьков воздуха и сточной воды.

Сточные воды по характеру загрязнений подразделяются на промливневые сточные воды и стоки ЭЛОУ. Соответственно на сооружениях механической очистки предусмотрено разделение сточной воды на две, несвязанные между собой системы:

Производительность I системы – 470 м<sup>3</sup>/час

II системы – 230 м<sup>3</sup>/час.

I система канализации (I ск) – нейтральные стоки, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями от установки ЛК-6У, комплекса КТ-1, установки производства водорода, установки производства серы, установки производства битумов, промывочно-пропарочной станции, товарно-сырьевых парков, ливневые воды с территории завода.

II система канализации (II ск) – сточная вода от блока подготовки нефти (ЭЛОУ) установки ЛК-6У, сернисто-щелочные стоки с блоков зашлакачивания комплекса КТ-1, дренажные стоки с площадок ПНХЗ, сточная вода после смыва с эстакад налива, сточная вода после промывочно-пропарочной станции, технологический конденсат.

Очищенная физико-химическим методом сточная вода подается для доочистки на биологические очистные сооружения.

Стадия механической очистки необходима для удаления примесей из сточной воды, в том числе, тяжелых нефтепродуктов, которые не могут быть удалены на следующей: стадии биологической очистки из-за сложности разложения тяжелых нефтепродуктов микроорганизмами и относительно небольшого времени нахождения воды на стадии биологической очистки. В настоящее время на стадии флотации применяется реагент сульфат алюминия. Использование сульфата алюминия влечёт за собой некоторые негативные последствия:

При дозировании сульфата алюминия в сточную воду, он (сульфат алюминия) гидролизует по следующим реакциям:



При гидролизе сульфата алюминия в воду поступает значительное количество сульфатов, что, при высокой степени повторного использования воды в качестве подпитки для блока оборотного водоснабжения приводит к значительному повышению солесодержания как подпитывающей, так и оборотной воды, что препятствует более эффективному её использованию. При гидролизе сульфата алюминия наблюдается значительное снижение pH воды, что приводит к увеличению коррозионной активности воды после флотаторов, и как следствие, подпитывающей и оборотной воды, что снижает срок службы трубопроводов и оборудования.

2 Остаточная гидроокись алюминия попадает на следующую стадию очистки – биологическую очистку как отчетливо видно на фото 2. Гидроокись алюминия биологически не разлагаема и накапливается в активном иле. Рост концентрации гидроокиси алюминия в активном иле негативно сказывается на ферментативной активности микроорганизмов, что снижает эффективность очистки на данной стадии.

3 Флотпена, образуемая от применяемого ныне сульфата алюминия не подвергается разделению на трикантере установки «Флотвега», что приводит к её накоплению в аварийных амбарах.

В данной работе рассмотрим замену сульфата алюминия на более прогрессивные реагенты иностранного производства, принципиальная схема приведена на рисунке 1, далее будут приведены результаты опытно промышленных испытаний проведённых на заводе:

Жидкий высокомолекулярный полностью органический катионный флокулянт;

Композиционный коагулянт;

Сульфат Алюминия;

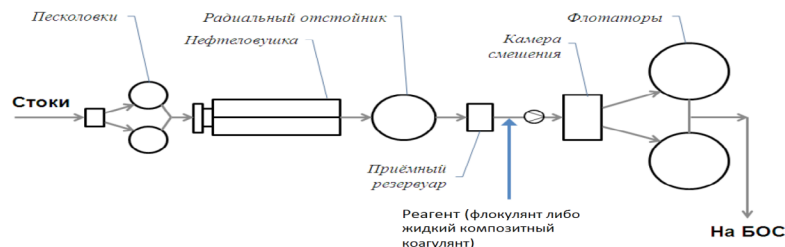


Рисунок 1 – Принципиальная аппаратурно-технологическая схема II-ой системы МОС ТОО «ПНХЗ»

Таким образом, цель проведения опытно-промышленных испытаний было:

- 1 Определение возможности изменения типа реагента;
- 2 Изучение влияния реагента на очистку сточной воды в случае отказа от использования сульфата алюминия;
- 3 Подтверждение правильности выбранного реагента. Определение его эффективности на промышленных флотационных установках в условиях постоянно изменяющегося стока (как по объёму, так и по качественным характеристикам);

4. Определение влияния реагента на активный ил биологической ступени очистных сооружений.

Объём рабочего раствора реагента при дозировании на  $1\text{ м}^3$  сточной воды (дозировка  $\text{г/м}^3$  или  $\text{мл/л}$ ) рассчитывали по формуле 1:

$$\text{Рабочий раствор реагента (мл)} = \frac{\text{Дозировка реагента (г/м}^3\text{)} \times \text{Объём воды (л)}}{10 \times \text{Концентрация рабочего раствора реагента (\%)}} \quad (3)$$

Эффективность работы неорганических коагулянтов зависит от химии воды и в первую очередь – щёлочности и pH. На рисунке 2 приведена диаграмма растворимости соединений алюминия от величины pH, а на рисунке 3 – интенсивность выпадения осадка гидроксида алюминия от величины pH.

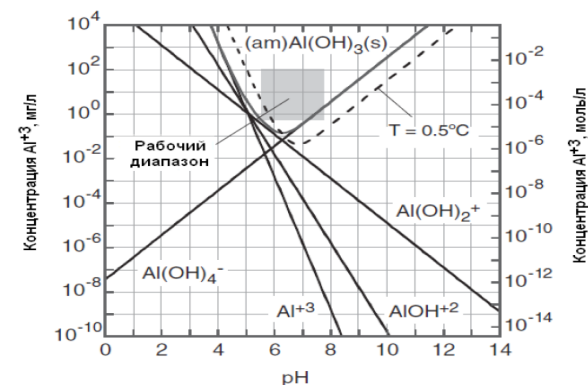


Рисунок 2 – Диаграмма растворимости соединений алюминия от величины pH

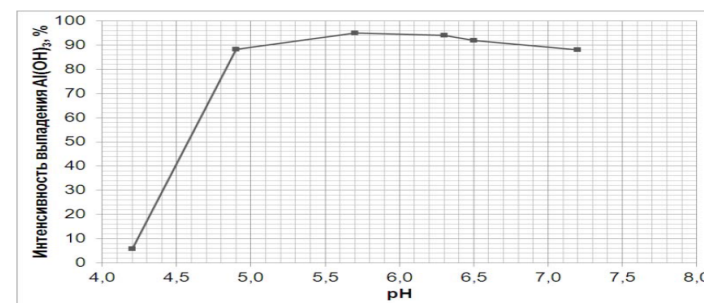


Рисунок 3 – Интенсивность выпадения осадка гидроксида алюминия от величины pH

Рекомендуемый диапазон pH, при котором следует применения сульфат алюминия, составляет 5,5-8,0, при этом оптимальным считается диапазон 5,5-6,5, при котором растворимость гидроксида алюминия минимальная. Как видно из рисунков 4 и 5, в указанных диапазонах pH растворимость гидроксида алюминия минимальная. Вода при  $\text{pH} < 7$  вызывает коррозию стали, поэтому если коагуляция проводилась в оптимальном диапазоне, требуется повышение pH воды путём добавления щелочного реагента. При  $\text{pH} > 8$ .

При проведении лабораторных экспериментов, был подобран флокулянт, наилучшим образом способный удалить взвешенные вещества и нерастворённые нефтепродукты из очищаемой воды. Флокулянты не изменяют pH и солесодержание очищаемой воды, и их эффективность мало зависит от температуры.

Дозировка, определенная при лабораторном подборе, составляла 3,3–3,5 г/м<sup>3</sup> стока по товарному продукту, поэтому, в ходе опытно-промышленных испытаний проверялся диапазон дозировок от 2,5 до 4,5 г/м<sup>3</sup>. Норматив содержания нефтепродукта в очищенной воде после флотаторов, принятый на предприятии, составляет 40 мг/л.

Проверка эффективности работы флотационных установок: образование флотошлама, его качество и механические свойства при варьировании дозировок. Полученные результаты отчетливо показаны на рисунке 4,5.



Рисунок 4 – Интенсивность выпадения осадка гидроксида алюминия от величины pH. Проскок соединений алюминия



Рисунок 5 – Внешний вид пены флотатора. Видно, что вода хорошо отделяется. Пена собирается в хлопья

Проведены лабораторные испытания по методу осветления жидкой фазы с помощью композиционных коагулянтов, отстаиванием в стаканах (Jar Test) в соответствии со стандартными методиками и процедурами.

В качестве исходной сточной воды использовали стоки, поступающие на флотаторы II-ой системы МОС.

Отстаивание в стаканах проводили на лабораторной установке «JLT4 Leaching test/ Jar test» фирмы «VELP Scientifica» с четырьмя лопастными мешалками и регулируемой скоростью вращения. Полученные результаты отчетливо показаны на рисунке 6.

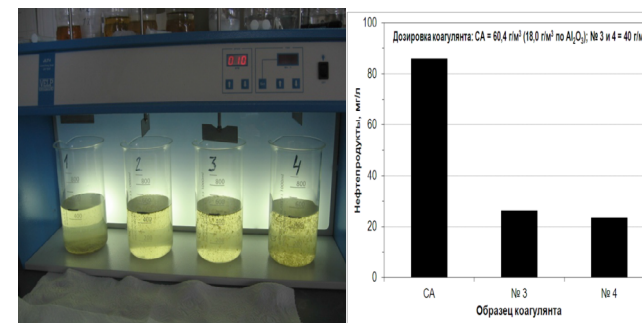


Рисунок 6 – Содержание нефтепродуктов в осветленной воде через 30 минут отстаивания в покое при добавлении сульфата алюминия (60,4 г/м<sup>3</sup>) и композитных коагулянтов № 3 (40 г/м<sup>3</sup>) и №4 (40 г/м<sup>3</sup>).

По результатам приведенных исследований становится понятно, что на Павлодарском НПЗ требуется обновление технологических

процессов, приведение их в соответствие с новыми прогрессивными методами, в том числе с применением более безопасных реагентов.

Жидкие композитные коагулянты и флокулянты по сравнению с сульфатом алюминия, применяемым в настоящее время, наиболее эффективны для очистки нефтесодержащих сточных вод в условиях флотаторов. Их применение позволит достичь следующего:

1 Обеспечить требуемую эффективность очистки на существующем оборудовании.

2 Предотвращается снижение pH воды. Предотвращается засоление системы сульфатами. Предотвращается отравление ила выносным алюминием. Увеличивается количество растворённых углеводов, поступающих на стадию биологической очистки – улучшаются параметры работы активного ила. Флотационный шлам, можно легко переработать на трикантере установки «Флотвег», что предотвратит накопление флотпены в аварийных амбарах, в отличие от применяемого ныне сульфата алюминия.

3 Для имеющегося на данный момент в ТОО «ПНХЗ» оборудования, степени насыщения воздухом, расхода воды во флотаторах оптимальные дозировки флокулянта 2,8–3,5 гр. на 1 м<sup>3</sup> очищаемой воды. Дальнейшее увеличение дозировки уже не приводит к значительному снижению содержания нефтепродукта в очищенных стоках, но вызывает изменение качества флотошлама, а именно, повышение ее плотности, что затрудняет его сбор в лотки отвода. Причина – слипание избыточного количества реагента друг с другом.

4 На стадии флотационной очистки не требуется значительных инвестиционных затрат

5 При среднегодовом количестве сбросов 800 м<sup>3</sup>/ч и средней дозировке флокулянта 2,5-3 г/м<sup>3</sup>, потребность в реагенте составит 15 20 тонн в год. Дозировка зависит от количества стоков и количества загрязняющих веществ в стоках, а также эффективной работы существующего оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Бордунов В.В. Очистка воды от нефти и нефтепродуктов – ЭКИП. – 2005. – №8. – С8–10.

2 Водопользование и очистка промстоков – приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности». – 2016. – №9.

3 Юдаков А.А. Очистка сточных вод от стойких эмульсий нефтепродуктов-ЭКИП-2007. – №2 – С. 22–25.

4 The NALCO Water Handblook / Nalco Company, Daniel J. Flynn Editor. 3rd Edition. – McGraw-Hill, 2009/ – 1280p.

5 ГОСТ 12966-85. Алюминия сульфат технический очищенный. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 12 с.

#### ШИНАЛАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

СОЛТАНХАН А.

магистрант, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

СУЛЕЙМЕНОВ М. А.

х.г.д., профессор, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

ТОЛЕГЕНОВ Д. Т.

оқытушы, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Жаңа бұйымдарды өндіру технологиясын жетілдіруге қарамастан, резенке қалдықтарын кәдеге жарату мәселесі өзекті болып қала береді. Қалдық полимерлерді қаттау және көму экономикалық тұрғыдан тиімсіз және экологиялық тұрғыдан қауіпті, себебі ұзақ уақытқа сақталуы, олар қоршаған ортаға заттарды шығара алуы мүмкін, бұл экологиялық тепе-теңдікті бұзуға қабілетті. Сонымен қатар, резенке бұйымдармен жоғалтуы кезінде, олардың пайдалану қасиеттерін өзіндік полимерлі материалдың кішігірім құрылымдық өзгерістерге ұшырайды, бұл оларды екінші рет қайта өңдеу мүмкіндігін және қажеттілігін шарттауға әкеледі.

Олардың ұсақталуына байланысты неғұрлым үмітті тәсілдер резенке бұйымдардың қалдықтарын қайта өңдеу болып ұсынылады, өйткені пиролиз және жағу сияқты химиялық әдістер материалдың полимерлік негізін жоюға әкеледі. Үрдісті өткізу шарттарына байланысты ұсақтаудың әртүрлі әдістерін криогенді ұсақтау және оңтайлы температуралар кезіндегі ұсақтау деп бөлуге болады. Жұқа дисперсті ұнтақтар резенкесін және шыныланған резенкені ұсақтау үрдісінің шағын энергия шығысын алудың мүмкіншілігіне қарамастан, суық агенттердің жоғары құнына байланысты криогендік технология аса елеулі кемшіліктерге ие болады.

Осы жұмыста тозған шиналарды және өнеркәсіптік және қатты тұрмыстық полимерлі қалдықтардың (резенке, тоқыма, былғары, ағаш және басқа табиғи және синтетикалық полимерлерден пайдаланған бұйымдар) басқа түрлерін қайта өңдеу үшін ұсынылып отырған технологиялық үрдістер мен жабдықтар оңтайлы температуралар кезінде орындалады. Түрлі полимерлерді және композицияларды

зерттеу нәтижелері олардан ұнтақтарды, қысқа талшықтарды және әртүрлі бөлшектілік дәрежесіндегі үгіндіні алу және жаңа бұйымдарды өндіру кезінде оларды қоспалар (немесе неіздер) ретінде қолдану мүмкіндігін көрсетті [1, б. 12].

Қазіргі уақытта шиналарды қайта өңдеудің барлық белгілі әдістерін екі топқа бөлуге болады:

- шиналарды қайта өңдеудің физикалық тәсілі;
- шиналарды қайта өңдеудің химиялық тәсілі.

Қазіргі уақытта дисперстік материалдар түрінде қалдықтарды пайдалану бағыты үлкен маңызға ие болады. Қалдықтардағы каучук және басқа полимерлердің неғұрлым толық бастапқы құрылымы және қасиеттері механикалық ұсақтау кезінде сақталады.

Материал бөлшектердің өлшемдер арасындағы байланыстарды орнату, олардың физико-химиялық және механикалық сипаттамаларын, ұсақтаудың энергия шығындарын және ұсақтау жабдығының параметрлерінің ұсақтағыштарды есептеу және оларды пайдаланудың оңтайлы жағдайларын анықтау үшін қажет.

Қазіргі уақыттағы екінші ретті резеңкені ұсақтау әдістерінің жіктелуі төменде келтірілген [2, б. 70].

Екінші ретті резеңкені ұсақтау әдісі:

а) ұсақтау температурасы бойынша:

- теріс температуралар кезінде;
- оңтайлы температуралар кезінде.

б) механикалық әрекет бойынша:

- соққымен;
- ұнтақтаумен;
- қысумен;
- ығысу қысымымен;
- кесумен.

Толық механикалық қайта өңдеудің негізге - шиналардың шағын бөлшектерге механикалық ұнтақтауы, кейіннен жоғары жылдамдықта резеңкеден «беріктікті артуы» қағидасына негізделген металл және тоқыма сымының механикалық бөлінуі және алынған резеңкеден экструзионды ұнтақтау арқылы 0,2 мм-ге дейін жұқа бөлінген резеңке ұнтақтарын алу сынықтары. Сызықтың өнімділігі – 5100 т / жыл. Жабдыктану «Экошина» ЖАҚ-да табысты пайдалануда (Мәскеу).

Технологиялық үрдіс үш кезеңнен тұрады:

- шиналарды алдын-ала кесу;
- резеңке бөліктерін бөлу және металдық және тоқыма сымдарын айыру;

– жұқа дисперсті резеңке ұнтағын алу.

Технологиялық үрдістің бірінші кезеңінде қоймадан шыққан шиналар шиналарды дайындауға арналған бөлікке беріледі, онда олар жуылып, тазартылады.

30х50 мм аспайтын бөлшектер резеңке бөліктеріне дейін шиналарды біртіндеп ұсақтауы – үш сатылы пышақ ұнтақтағыштағы агрегат жуғаннан кейін шиналар алдын ала ұнтақтау қондырғысына келеді.

Екінші кезеңде, алдын-ала ұсақталған шиналардың бөлшектері, 10х20 мм мөлшерге дейін олардың ұсақталуы болатын, қиыршықтайтын диірменге жіберіледі. Қиыршықтайтын диірменде өңделген бөлшектерді ұнтақтаған кезде масса резеңкеге, металл сымға, борттың сымына және тоқыма талшықтарына бөлінеді [3, б. 55].

Үшінші кезеңде резеңке кесектері экструдер-майдалағышқа жіберіледі. Өңдеудің осы кезеңінде тоқыма талшығының қалдықтарын параллельді бөлуі және оны гравитациялық айырғыштың көмегімен резеңкелік ұнтақтан бөлуі жүреді. Тоқымадан тазаланған резеңкелік ұнтақ экструдер-майдалағыштың екінші камерасына беріледі, онда түпкілікті жұқа дисперсті ұсақтау жүреді.

2000 жылы көктемде Женевада өткен 26-шы Халықаралық өнертабыстар салонының алтын медалі орыс ғалымдар мен инженерлер тобы ұсынған тозған шиналардың озонды өңдеу әдісіне берілді. Технологияның мәні – автомобиль доңғалағының тысы озонмен «үрлеуі» болып табылады, бұл олардың металдық және тоқыма кордынан бөлініп шығуы толығымен кішігірім ұнтаққа шашырауына әкеледі.

Екінші реттік энергия қоры ретінде тозған автомобильді шиналар (өңдеудің химиялық әдістері). Бұл полимерлер құрылымында терең қайталанбайтын өзгерістерге әкелетін әдістер бойынша сөз болып жатыр. Әдетте, бұл әдістер жоғары температуралар кезінде жүзеге асырылады және сол немесе өзге ортадағы полимерлердің термиялық ыдырауын (бұзылу) және түрлі молекулалық массалар өнімдерін алуын қамтиды. Бұл әдістерге жану, крекинг, пиролиз жатады.

Осылайша, АҚШ-та «Waste Management Inc» фирмасы шиналарды ұсақтау бойынша қондырғыларын жасайды және целлюлоза-қағаз комбинаттарына және цемент зауыттарына отын ретінде резеңкелік ұнтақтарды жеткізеді. Сондай-ақ, отынды материал ретінде резеңкелік ұнтақ көмірді жағу кезінде 10 % қоспасы ретінде пайдаланылады.

Осы фирма энергетикалық қазандықтардың циклонды оттықтарында ірі ұсақтату (25 мм-ге дейін) резеңкесін жағу эксперименті



жүргізіледі. Резеңкенің үлесі көмірлі отынның массасынан 2–3 % құрайды [4, б. 60].

Тозған шиналардың (әсіресе металл кордымен) ұсақтау үрдісінің күрделілігі шиналарды толық түрде жағу технологиясының дамуына ықпал етті. Англияда «Avon Rubber» фирмасы 1973 жылдан бастап шиналарды толық түрде жағу үшін пештерді пайдаланады, осы салада шамамен 20 жылдан астам тәжірибесі бар. АҚШ-та, өз кезегінде, отын ретінде автомобильді шиналар ғана қолданатын электр станцияларының құрылысы дамып келеді. Модесто қаласында «Oxford Energy» фирмасы 50 мың тонна шиналарды толық түрде жағу үшін қуаттылығы 14 МВт электр станциясын орнатты және пайдаланады. АҚШ-та шиналарды жағу табысты тәжірибесіне сүйене отырып, осындай 12 электр станциясын салу жоспарланып отыр.

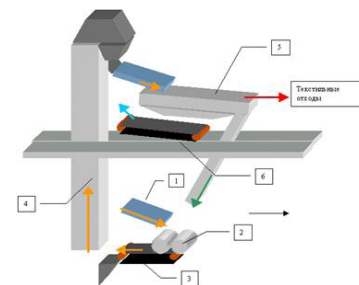
Ұлыбритания жылына 12 миллион массасы 90 мың тонна шиналарды жағу үшін қуаттылығы 20–30 МВт электр станцияларын салу мәселесі қаралуда.

ТМД елдерінен тек осы технология бойынша Қазақстан жұмыс істейді. Жағумен қайта өңдеудің негізгі кемшіліктерінің бірі - мұнайды жағу жағдайындағыдай тозған шиналарды жағу кезінде тозған шиналар материалы құрайтын химиялық құнды заттар жойылады. Екінші жағдайда, мысалы, пиролиз кезінде (көмірсутекті шикізатты сақтау мақсатында қалдықтардың жоқтығы немесе оттегі жетіспеушілігіне байланысты термиялық ыдырау негізінде) тозған шиналарды өңдеу үрдісінде алынған газ жануға жеткізіледі. Пиролиз (грек тілінен руг – от, шок және lysis – ыдырату, ыдырау), жоғары температура әсерімен оларды жою нәтижесінде органикалық қосылыстардың айналуы. Жанармай газының энергиясы жылу алмастырғыштар көмегімен ыстық су немесе сулы буын алу үшін қолданылады.

«Жоғары технологиялар. Инновациялар. Инвестициялар» халықаралық көрме-конгресінде Петербургте және Ленинград облысында қақпаларды кешенді пайдалану және тиімді жүйе жинағын құру бойынша ЖАҚ «Камея» (Петербург) жобасы ұсынылды. Жобаның мәні сұйытылған және газ тәрізді отынды алу кезінде, Сланцы қаласындағы газ генераторларында жылына 100 мың тоннаға дейін ескі қақпалар мен резеңке пайдалануға мүмкіндік беретін жанғыш тактатаспен қатар ұсақталған автоқақпаларды пайдаланудың өзіндік тәсілі болып табылады [5, б. 56].

Қалың металды корд пен металл сымдары бар кесілген борт сақиналар алынып тасталады, ал қақпаны тәж бойынша екі жаққа бөледі және содан кейін механикалық қайшыларда кесектерге кеседі. Алынған

секторлар шинорезге жіберіледі, онда олар 30-70 мм мөлшеріндегі кесектерге ұсақталынады. Резеңкені әрі қарай ұсақтау және кордты талшықтың бөлінуі тербемелі сепкіштермен біріктірілген беті бұдырлы біліктерде және ұнтақталған біліктерде жүзеге асырылады. Технологиялық тізбек бір немесе бірнеше тізбекті орналасқан біліктерді құру мүмкін. Агрегатта тербелмелі елеуішпен ұсақтағыш біліктердің жұмыс сызбасы 1 суретте көрсетілген.



1 – тиеуіш науа; 2 – ұсақтайтын білік; 3 – ленталық тасымалдағыш;  
4 – элеватор; 5 – тербелмелі елеуіш; 6 – іріктеуіш тасымалдағыш  
Сурет 1 – Резеңкені ұсақтау бөлімшенің сызбасы

Ұсақтайтын біліктер 2 арқылы өтетін резеңке ленталық тасымалдағышпен 3 элеватор 4 және әрі қарай тербелмелі елеуішке 5 беріледі, онда іріктеуіш тасымалдағыш 6 бойынша кішкентай фракцияға, ұсақтауға және текстилді қалдықтарға дейін жіберілген ірі фракцияға себу орындалады, үстіңгі тордан түседі және тұтынушыға немесе алдағы қайта өңдеуге жіберіледі.

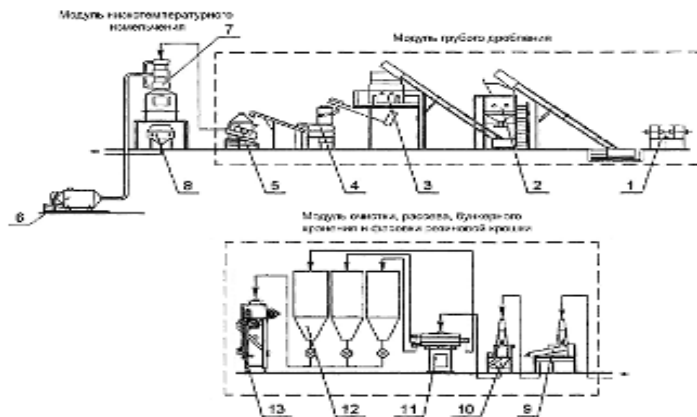
«Турботехмаш» және «КОНСИТ-А» фирмалары төмен температурадағы салқындатуды пайдалану арқылы тозған шиналарды қайта өңдеу бойынша экологиялық таза технологиялық сызықты ұсынады. Үздіксіз жинақталған автомобильдік, ауыл шаруашылық және шиналардың басқа түрлерін пайдалану көптеген елдерде экологиялық мәселе болып табылады [6, с. 75].

Бұл өнімдер табиғи ыдырауға ұшырамайды, жану кезінде олар улы күкіртті қосылыстарын шығарады, оларды сақтау қосымша киындықтарды тудырады:

- қоқыстар үшін үлкен аумақ қолданылады;
- қоқыстарда қауіпті ауруларды қоздыратын және жұқтыратын – кеміргіштер мен зиянды жәндіктер үшін ұялы жерлер пайда болады;
- ескі шиналардың қоқыстары өрт қаупі бар аймақтармен болады;

– жаңа тауарларды өндіру үшін тозған шиналардың құрамындағы бағалы материал-дарды пайдалану мүмкін емес.

Төмен температуралы салқындатуды пайдаланып, тозған шиналарды қайта өңдеуге арналған экологиялық таза технологиялық сызық жоғары сапалы резеңкелік ұнтақты алуды қамтамасыз етеді.



1 – Борттарды кесу үшін машина, 2 дана Германия; 2 – Пышақты екібілікті ұнтақтағыш. Германия; 3 – Пышақты роторлы ұнтақтағыш. Германия; 4 – Магниттік айырғыш, 2 дана Украина; 5 – Әуелі айырғыш. Украина; 6 – Суық генераторы; 7 – Тоңазытқыш камерасы. Ресей; 8 – Балғалы ұнтақтағыш, АҚШ; 9 – Тоқыма бөлгіш. Украина; 10 – Электрайырғыш. Украина; 11 – Дірілелек. Ресей; 12 – Дайын өнімді сақтайтын бункер. Ресей; 13 – Бөлшектеп өлшейтін машина

Сурет 2 – Тозған шиналар мен РТИ қалдықтарын төмен температурада қайта өңдеудің технологиялық схемасы

Тозған шиналар бұдыр ұсақтағыштың түйіне кіреді, онда алдымен білдекте борттық сақина шығарылады (2 сурет). Содан кейін шина ұсақтағышқа (шредерге) түседі, онда ол үлкен бөліктерге кесіліп, роторлы ұсақтағышқа жіберіледі. Онда шиннің ұсақталуы, келесі магниттік айырғышта металл кордтың, ал аэроайырғышта шаң мен тоқыманың шығарылуы жүреді. Әрі қарай, шиналар тоңазытқыш камерада, суық генератордан, балғалы ұнтақтағыштан тұратын төмен температуралы модульге барады [7, б. 115]. Ұсақталғаннан кейін алынған резеңкелік ұнтақ жұқа тазартқыш блогына, содан кейін жинақтау мен толтыру жүйесінің бункеріне барады. Материалдың өнімділігі келесідей:

- резеңкелік ұнтақ – 65 %;
- текстилді корд – 17 %;
- металл – 17 %;
- қалдықтар – 1 %.

Осылайша, табиғи мұнай шикізатынның орны толмастығы максималды тиімділігімен қосымша ресурстарды пайдалану қажеттілігін талап етеді, яғни біздің аймақ үшін жаңа өнеркәсіптік саласын – қалдықтардың коммерциялық өңдеуін біз қоқыс уыстың орнына ала аламыз. Резеңкені салқындату үшін барлық белгілі қондырғыларда сұйық азот қолданылады. Бірақ оны жеткізудің, сақтаудың күрделілігі, жоғары шығындар және оны өндіруге арналған жоғары энергия шығындары қазіргі уақытта төмен температуралық технологияларды енгізуге кедергі келтіретін негізгі себептері болып келеді. Ұсынылған технологиялық сызық тоқымамен, сондай-ақ метал кордымен шиналарды қайта өңдеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, тазалаудың жоғары деңгейін атап өту керек: металдан – 0,01 %, текстилден – 0,1 %.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Канализация. Сыртқы желілер және құрылғылар. КСРО Мемлекеттік құрылыс : ҚНМЕ 2.04.03-85. – М. : ЦИПТ Госстроя КСРО, 1986. – 72 б.
- 2 Ағынды суларды тазарту үшін құрылғыларды жобалау. ҚНМЕ анықтамалық нұсқау. – М. : Стройиздат, 1990. – 192 б.
- 3 Кульский Л. А. Суды кондициялаудың теориялық негіздері және технологиясы. Процестер және аппараттар. – Киев : Ғылым. дума, 1983. – 523 б.
- 4 Өнеркәсіптік және тұрмыстық суағарын тазарту үшін технология және жабдықтар. : ВНИИТЭМР альбомы. – М., 1992. – 63 б.
- 5 Пальгунов П. П. Өндірістік қалдықтарды кәдеге жарату. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 б.
- 6 Қоршаған ортаны қорғау. (Анықтамалық нұсқау). – М.: Баспа стандарттары, 1991. – 127 б.
- 7 Аникиев В. В. Қоршаған ортаны инженерлік қорғау. Суларды тазарту. Қалдықтарды пайдалану/ П. В. Захарова және т.б. – М.: Құрылыс ЖОО-ның қауымдастық баспасы, 2002. – 295 б.

## ВНУТРЕННИЕ УСТРОЙСТВА НАСАДОЧНОЙ КОЛОННЫ

СУЛТАН Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В последние годы в мировой нефтепереработке имеет все более широкое распространение при вакуумной перегонке мазута насадочные контактные устройства регулярного типа, обладающие, по сравнению с тарельчатыми, наиболее важным преимуществом низким гидравлическим сопротивлением на единицу теоретической тарелки. Это достоинство регулярных насадок позволяет конструировать вакуумные ректификационные колонны, способные обеспечить более глубокий отбор газойлевых фракций с температурой конца кипения вплоть до 500 °С, либо при заданной глубине отбора существенно повысить четкость фракционирования дистиллятов [1].

Применяемые в настоящее время высокопроизводительные вакуумные колонны с регулярными насадками по способу организации относительного движения контактирующихся потоков жидкости и пара можно подразделить на следующие 2 типа: противоточные и перекрестноточные.

Противоточные вакуумные колонны с регулярными насадками конструктивно мало отличаются от традиционных малотоннажных насадочных колонн: только вместо насадок насыпного типа устанавливаются блоки или модули из регулярной насадки и устройства для обеспечения равномерного распределения жидкостного орошения по сечению колонны. В сложных колоннах число таких блоков (модулей) равно числу отбираемых фракций мазута [2].

В Павлодарском нефтеперерабатывающем заводе на установке вакуумной перегонки мазута, производительностью 2100 тыс/тонн в год, перегонка мазута, предварительно нагретого в теплообменниках и трубчатых печах осуществляется в вакуумной колонне, оборудованной лопастным распределителем ввода сырья, регулярными насадками (вертикально ориентированные пластины из тонкого металла), расположенными таким образом, чтобы обеспечить лабиринт для парожидкостного контакта и улучшить смешение потоков. Благодаря извилистым ходам, расположенных под специальными углами, насадка способствует турбулентности паров и жидкости. Для обеспечения пленочного течения жидкости в насадке над каждой секцией насадки установлен распределитель жидкости.

Используются два типа распределителей:

– высоконапорные (форсуночные) – на первую и третью секции насадки.

– низконапорные – на вторую и четвертую секции насадки.

Так же в колонне 3 тарелки для выводы продукта и 4 насадки для лучшего обеспечения парожидкостного контакта. После реконструкций в 2016 году, вместо высоконапорного распределителя на 3 секции насадки были установлены низконапорные для большего орошения площади насадки. Такое конструктивное оформление позволяет вести процесс вакуумной перегонки мазута как с подачей водяного пара («влажный режим»), так и без подачи водяного пара «сухой режим».

С целью исключения термического разложения тяжелых углеводородов, перегонка мазута осуществляется при низком остаточном давлении в колонне, с нагревом мазута на выходе из печи не более 410 °С.

Применение вакуума понижает температуру кипения фракций. Ввод пара облегчает и усиливает испарение и снижает температуру кипения фракций за счет понижения парциального давления. Регулярные насадки снижают сопротивление по колонне при большей степени контакта паров с флегмой, и позволяет максимально увеличить отбор легкого и тяжелого вакуумных газойлей [3].

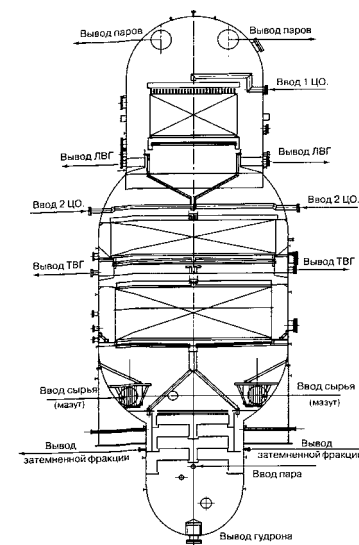


Рисунок 1 – Устройства вакуумной колонны



Весьма оригинальной разработкой в области создания специальных насадочных тел для вакуумных колонн, являются перекрестноточные насадки (ПТН). Данное направление интенсивно развивается последние 20 лет. Один из вариантов исполнения перекрестноточного насадочного модуля показан на рисунке 2.

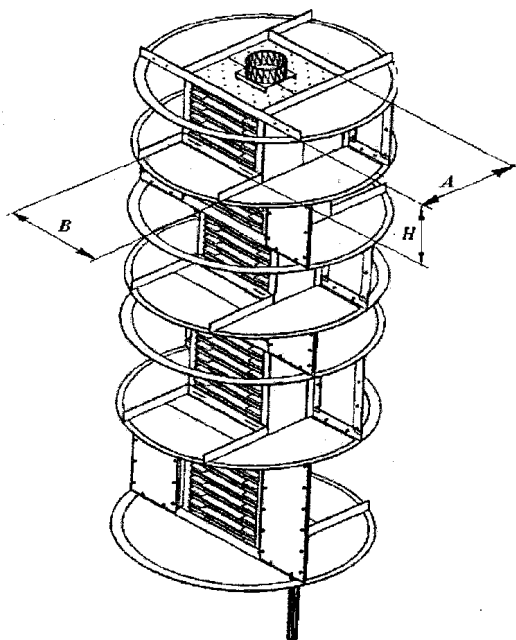


Рисунок 2 – Схема перекрестного модуля

Как видим, насадка в колонне размещена по блочному принципу: каждый элемент насадки (модуль) представлен пакетом плоскопараллельной насадки, образованной одинаковыми штампованными просечными листами, расположенными вертикально параллельно друг другу и собранными в пакет, причем пакет открыт для прохода жидкого орошения сверху вниз, а для парового орошения – в боковом направлении. Каждый модуль оборудован распределителем жидкости, расположенным в верхнем сечении блока. Распределители могут быть разного типа, хотя в основном используются низконапорные конструкции. Это снижает отрицательные эффекты, вызванные неравномерностью распределения жидкости по сечению блока. Нижнее сечение при необходимости может быть оборудовано дополнительным

устройством для сбора стекающей жидкости с целью организации бокового отбора жидкого потока.

Каждый отдельный блок перекрестноточной насадки выступает в качестве самостоятельного модуля, аналога тарельчатого контактного устройства. Поэтому к нему применимы такие характеристики контактных устройств, как эффективность (к.п.д.), гидравлическое сопротивление отдельного модуля и т.д.

Следует отметить ещё один аспект, связанный с работой вакуумных колонн разделения мазута. В промышленной практике для вакуумных колонн используется самая разнообразная конфигурация: встречаются колонны цилиндрического сечения по всей высоте аппарата, колонны с зауженными диаметрами верхней, нижней, или одновременно – и верхней, и нижней – секций. Это объясняется крайней неравномерностью паровых и жидкостных нагрузок по секциям аппарата. Исчерпывающая секция вакуумной колонны имеет небольшое число тарелок (5–7), а отгон остаточного количества масляных фракций из кубового продукта (гудрона) достигается за счет ввода под нижнюю тарелку перегретого водяного пара. Жидкое орошение в свою очередь создается за счет использования захолаженных циркуляционных орошений, причем как уже отмечалось выше, при использовании многоуровневых отборов масляных фракций число циркуляционных орошений возрастает [4].

На Павлодарском НПЗ используются насадки итальянской фирмы Koch-Glitsch.



Рисунок – 3 Насадки Koch-Glitsch

Регулярная насадка FLEXIPAC® HC® была использована в сотнях новых колонн для увеличения производительности и уменьшения перепада давления, и в реконструируемых колоннах, в качестве замены стандартной регулярной и нерегулярной насадки из листового металла, а также тарелок.

Насадка FLEXIPAC® HC® сочетает высокую производительность и эффективность с низким перепадом давления на теоретическую ступень. Данная насадка хорошо подходит для использования в колоннах вакуумной перегонки.

Конструкций насадки FLEXIPAC® и стандартной насадки FLEXIPAC® HC® идентичны, за исключением некоторых изменений геометрии рифления в верхней и нижней частях каждого насадочного слоя. Эти относительно небольшие изменения геометрической формы:

- устраняют резкие смены направления потока жидкой и паровой фаз на стыке между насадочными слоями.
- предотвращают нежелательное скопление жидкости.
- способствует более стабильному поддержанию низкого перепада давления на регулярной насадке в пределах всего диапазона ее эффективной работы.

–Преимущества регулярной насадки FLEXIPAC® HC® особенно явно проявляются для насадки с мелким рифлением, имеющей большую площадь поверхности [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ахметов С.А. Глубокая переработка нефти и газа / С.А. Ахметов // - Уфа: Изд-во УГНТУ, 1996. – 405 с.
- 2 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов // – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
- 3 Технологический регламент установки перегонки мазута ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар., 2015. – 44-48, 109 с..
- 4 Короткое П.И. Совершенствование технологических установок и общезаводского хозяйства/ П.И. Коротков, Б.Я. Исаев, В.В. Фёдоров // - М: ЦНИИТЕНЕФТЕХИМ – 1973. – 168 с.
- 5 Ежеквартальное издание компании Koch-Glitsch, LP / 2010. –36 р.

#### ОКИСЛЕНИЕ АЦЕТИЛЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

СУЮНДИКОВ К. Д.  
студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
СУЛЕЙМЕНОВ М. А.  
д.х.н., профессор, г. Павлодар

Жидкофазное окисление ацетиленовых соединений до последнего времени остается малоизученным, хотя систематическое исследование характера окислительных превращений этого большого и важного класса органических соединений весьма актуально и представляет интерес как для развития теоретических представлений, так и в плане расширения границ получения ценных продуктов окисления. Одним из направлений изучения окисления ацетилена является очистка воздуха от ацетилена.

Другое направление – получение путем каталитического окисления ацетилена, таких веществ, как формальдегид, ацетальдегид, муравьиная, уксусная кислоты и другие. В основном это патентные данные. Например, при окислении ацетилена над прокаленной глиной, пропитанной борной кислотой, образуется формальдегид.

Смеси ацетальдегида с уксусной кислотой могут быть получены при окислении смеси из 2–3 объемов ацетилена и 10 объемов воздуха с большим избытком водяного пара при температуре от 573 до 673 К. В качестве катализаторов были использованы соли цинка, меди и никеля, ванадиевой, хромовой и молибденовой кислот, нанесенных на пемзу. С ванадатом цинка при температуре 653 К получены выходы ацетальдегида от 75 до 80 % и уксусной кислоты до 5 %.

Температуру реакции при получении ацетальдегида из ацетилена можно значительно снизить, заменяя водяной пар водородом и кислородом, смешанными в стехиометрическом отношении, отвечающем составу воды.

При пропускании смеси ацетилена, водорода, кислорода и азота (в объемном 2:4:2) при 373 К над *Ni – Pd* катализатором за один прогон образуется до 8–10 % этилового спирта. Получение этилового спирта при этой реакции можно рассматривать как результат восстановления ацетальдегида. После удаления спирта конденсацией или растворением в воде, оставшиеся газы после обогащения до нужного состава, могут быть вновь пущены в реакцию. Кроме этого ацетилен можно перевести непосредственно в ацетон. Например, смесь 1 объема ацетилена с водяным паром и воздухом, взятыми в количестве от 2 до 5 объемов,

пропускается через наполненные катализатором трубки, нагреваемые от 623 до 723 К.

Для проведения этого процесса запатентованы катализаторы, состоящие из осажденных на алюминиевые кольца оксидов и других соединений металлов, также запатентованы такие катализаторы, как оксиды щелочноземельных металлов, оксиды или карбонат магния, оксиды марганца, олова, хрома, алюминия или смеси этих соединений.

Для получения ацетальдегида из смесей водяного пара с ацетиленом в присутствии кислорода при температуре от 623 до 673 К лучшим катализатором является окись алюминия, активированная прибавлением дегидрирующих веществ – окиси никеля, окиси или сульфида меди, окиси или сульфида цинка, селенистого кобальта, фосфорнокислого цинка, вольфрамата кадмия, смесей окисей цинка и вольфрама, кадмия и молибдена [1, с. 240–242].

Не вызывает сомнений, что процесс окисления ацетилена до щавелевой кислоты – многостадийный, и некоторые стадии являются некаталитическими. Для выяснения путей образования щавелевой кислоты было изучено окисление азотной кислотой соединений, которые могут получаться в качестве промежуточных продуктов

Одним из вероятных продуктов промежуточного превращения ацетилена в щавелевую кислоту является уксусный альдегид. Установлено, что окислением азотной кислотой из ацетальдегида можно получить с выходом 10 %, щавелевую кислоту. Оптимальными условиями являются 48 %  $HNO_3$  и 303 К. Реакция характеризуется наличием индукционного периода. Установлено, что палладий (II) практически не влияет на выход щавелевой кислоты.

Таким образом, наряду с окислением альдегидной группы в карбоксильную происходит окисление метильной группы. Невысокий выход щавелевой кислоты, по-видимому, объясняется сравнительной трудностью окисления метильной группы. Не исключено, что в процессе окисления ацетилена в щавелевую кислоту одним из промежуточных продуктов является глиоксаль. Однако это предположение не проверено экспериментально. Долгов отметил, что окисление ацетилена двуокисью азота приводит к образованию более 30 % глиоксаля. В настоящее время глиоксаль в промышленности получают, в основном, дегидрированием этиленгликоля на медных катализаторах. Однако сам этиленгликоль получают несколькими достаточно сложными способами и в целом получение глиоксаля через этиленгликоль становится сложным многостадийным процессом.

Поэтому возможность получения глиоксаля окислением ацетилена в одну стадию имеет несомненный практический интерес [2, с. 202].

Значительно шире изучены процессы очистки воздуха, кислорода и ряда других технологических газов от примесей ацетилена. Поэтому, как способ очистки воздуха от примесей ацетилена при производстве жидкого кислорода более детально изучают окисление малых количеств ацетилена.

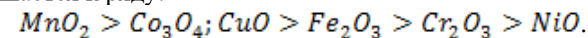
Судя по имеющимся в настоящее время данным, для гетерогенно-каталитического окисления ацетилена характерно то, что оно приводит почти исключительно к образованию продуктов глубокого окисления.

Активными катализаторами полного окисления ацетилена являются платина и палладий. При низких температурах платина активнее палладия, однако, при повышенных температурах более активным становится палладий.

Механизм окисления ацетилена на металлах почти не изучен. Наблюдаемый при катализе на платине и палладии отрицательный порядок реакции по ацетилену свидетельствует, по-видимому, о сильной адсорбции данного углеводорода в ходе катализа.

Известно, что ацетилен способен прочно связываться с платиной; в присутствии прочно связанного ацетилена платина утрачивает способность катализировать окисление водорода [3, с. 203].

В основном, окисление малых количеств ацетилена изучалось на оксидных катализаторах. Удельная каталитическая активность при 473 К уменьшается к ряду:



По данным [16], весьма активным катализатором окисления примесей ацетилена является  $Co_3O_4$ . Исследование окисления ацетиленовых углеводородов на оксидах меди показало, что при 573 К катализ протекает по схеме попеременного восстановления–окисления поверхности.

Повышенную активность в реакции окисления следов ацетилена проявляют сложные катализаторы типа гопкалита –  $MnO_2 - CuO$  (с соотношением  $MnO_2 - CuO = 1,5:3$ ). Небольшие добавки серебра промотируют эти катализаторы и снижают их отравляемость водяными парами.

В качестве промоторов использовали также оксиды кобальта и церия. Лучшим (из испытанных) является катализатор  $MnO_2 - CuO$  (6:4) с добавкой 10 % Ag. Этот контакт устойчиво работает в течение длительного времени. Отмечается частичное восстановление  $MnO_2$

в ходе реакции. Эффективным катализатором очистки от ацетилена является диоксид марганца, промотированный серебром. [4, с.374].

Состояние промотора в катализаторе пока достоверно не известно. Принято характеризовать его долей серебра, растворимого в различных средах:  $H_2O, NH_4OH, HNO_3 - H_2O_2$ .

Имеются указания на высокую каталитическую активность перманганата серебра (в отличие от его фосфата). Добавки серебра промотируют также окиснокобальтовый катализатор окисления ацетилена, хотя эффект значительно меньше, чем в случае  $MnO_2$ . Палладий является менее активным промотором окиси марганца, чем серебро /19/. Таким образом, эффект промотирования существенно зависит как от природы промотора, так и от природы промотируемого оксида.

Интересно, что промотирование серебром и палладием можно осуществить и при механическом смешивании оксида с промотором ( $Ag_2O$  или  $PdO$ ), однако адсорбционный способ приготовления имеет преимущества, которые особенно проявляются при катализе с использованием увлажненной смеси ацетилен-воздух. Содержание растворимой в  $NH_4OH$  формы серебра в промотированных окиснокобальтовых катализаторах намного ниже, чем в окисномарганцевых и составляет 3,1 % для контакта, приготовленного адсорбционным способом; 13,7 % для механической смеси.

На основании данных, можно считать, что промотированные серебром окисномарганцевые катализаторы при низких температурах значительно активнее окиснокобальтовых. Сходное соотношение имеется и для соответствующих простых оксидов.

Следует отметить, что палладий-марганцевые и серебряно-кобальтовые катализаторы работают нестабильно, активность их довольно резко уменьшается со временем. Природа каталитического действия рассматриваемых сложных катализаторов и причины промотирующего влияния добавок не вполне ясны.

Представляет интерес установленный параллелизм между активностью и содержанием в катализаторе оксида серебра.

Высокая активность контактов связывается с тем, что на указанном гидратированном оксиде образуется максимальное количество оксида серебра, растворимого в аммиаке и устойчивого в условиях катализа. В случае окиснокобальтового промотированного катализатора концентрация этой формы серебра, как указывалось выше, значительно меньше. Наблюдаемая аномально высокая начальная активность

катализаторов  $MnO_2 - Ag_2O$  и  $Co_2O_3 - Ag_2O$  объясняется высокой скоростью взаимодействия с ацетиленом имеющейся в катализаторе фазы оксида серебра.

Оксид серебра сам по себе высокоактивен, но быстро выходит из строя (восстанавливается или необратимо отравляется ацетиленом) и теряет активность. Этим объясняется быстрое снижение со временем активности катализаторов  $MnO_2 - Ag_2O$  и  $Co_2O_3 - Ag_2O$  полученных механическим способом.

Возможно, что растворимая в  $NH_4OH$  форма  $Ag_2O$ , находящаяся в катализаторе  $MnO_2$ , облегчает взаимодействие ацетилена с поверхностью за счет образования поверхностного координационного соединения  $Ag^+ - C_2H_2$ . Другие сложные катализаторы окисления ацетиленовых углеводородов изучены недостаточно. В присутствии  $CuO - Al_2O_3$  происходит быстрое сгорание ацетилена и метилацетилена при низких температурах.

Висмут-молибденовый окисный катализатор сравнительно малоактивен при окислении ацетиленовых углеводородов.

Кинетические закономерности процесса окисления малых концентраций ацетилена достаточно просты. Зависимость скорости реакции от процентного состава газовой смеси такова: при не очень малых концентрациях  $O_2$  скорость реакции почти не зависит от  $O_2$  и очень сильно зависит от концентрации  $C_2H_2$  (будучи приблизительно пропорциональна квадрату парциального давления ацетилена). Однако в смесях очень бедных кислородом, скорость реакции сильно зависит от концентрации  $O_2$ . Цепной характер реакции следует из очень сильной зависимости скорости реакции от свободного пространства. В сосудах, набитых осколками стекла пирекс, скорость реакции меньше, чем в пустых.

Так, при 588 К в пустом сосуде реагирует около 30 %  $C_2H_2$ , за то же время в наполненном сосуде реагирует всего 3 %. Кроме того, закономерности реакции в наполненном реакторе меняются. Процесс слабо зависит от давления  $C_2H_2$  и идет преимущественно с образованием  $CO_2$  и  $H_2O$ , в то время как в пустом сосуде превалирует образование  $CO_2$  и  $H_2O$ . Реакция, которая вдет в набитых сосудах, очевидно, является поверхностной. Основная же реакция в пустом сосуде гомогенная и цепная. Примесь  $NO_2$  больше 0,5 % ускоряет реакцию окисления ацетилена.

Что касается механизма цепного окисления ацетилена, то установлено, что реакционные цепи зарождаются на поверхности,



значительно разветвляются в газовой фазе, где происходит некоторая дезактивация кислородом, и значительно обрывается на стенках сосуда.

Для случая окисления ацетиленовых соединений Семенов Н. Н. считает, что вне зависимости от того, образуется ли в процессе окисления активный кислород в виде атомов или в виде легко реагирующего кислорода перекисных промежуточных соединений, первоначальным продуктом взаимодействия этого кислорода с молекулой ацетилена будет глиокоаль.

Из приведенного обзора литературы по окислению ацетилена следует, что в газовой фазе как на оксидных, так и на металлических катализаторах происходит, преимущественно полное окисление ацетилена до воды и  $CO_2$ . Немногочисленные патентные данные по получению некоторых целевых продуктов окисления недостаточно разработаны и не нашли промышленного применения. Не случайно поэтому Кузнецов отметил, что окисление ацетиленовых углеводородов не представляет пока самостоятельного синтетического интереса. Сведения по жидкофазному окислению ацетилена отсутствуют.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Марек Л.Ф. Каталитическое окисление органических соединений – Москва, 1936. – 446 стр.
- 2 Долгов Б.Н. Катализ в органической химии – Москва, 1959. – 810 стр.
- 3 Диксон Дж. К., Лонгфилд Дж. Е. Катализ в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности – Москва, 1963. – 402 стр.
- 4 Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ – Москва, 1978. – 467 стр.

#### РЕГЕНЕРАЦИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДНЫХ СРЕД

ТИМОШКО А. И.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
МУРЗАГУЛОВА К. Б.  
д.х.н., г. Павлодар

Регенерация катализаторов производится при значительном снижении их активности, которая не может быть компенсирована изменениями параметров режима в допустимых пределах [1]. Регенерация катализаторов проводится с целью выжигания кокса,

отложившегося на катализаторе в процессе эксплуатации. В промышленных условиях для удаления кокса наиболее широко используют окислительную регенерацию – процесс контролируемого выжигания кокса кислородосодержащими смесями при температурах катализа и выше. Обычно, для регенерации катализаторов применяется азотно-воздушная смесь с температурой 400–600 °С.

Традиционные методы регенерации имеют существенные недостатки, например, такие как высокая температура и окислительная среда, что в совокупности влияет на структуру катализатора. Под воздействием высокой температуры (для некоторых катализаторов до 873 К) возможен локальный перегрев и спекание катализатора, а также неполное удаление углерода из-за неравномерного распределения в слое катализатора регенерирующей среды (канальное движение газа) [2].

Учитывая все недостатки традиционных методов регенерации, возникает необходимость поиска альтернативного способа очистки катализаторов. Одним из вариантов решения этой проблемы является осуществление процесса регенерации катализаторов с использованием сверхкритических флюидных сред.

Технологические процессы, основанные на использовании сверхкритических флюидов (СКФ), являются процессами следующего поколения, которые кардинальным образом превосходят традиционные процессы [3]. Уникальные свойства СКФ обеспечивают резкое повышение эффективности и экономичности, а также экологической чистоты технологии. Кроме того, уже сейчас в СКФ-средах реализуются технологии, которые ранее были вообще невозможны в промышленных масштабах или являлись крайне вредными для экологии. Это обусловлено наличием аномального роста восприимчивости системы «жидкость – пар» в области, наиболее интересной с точки зрения применения сверхкритических флюидов, когда незначительные изменения давления вещества приводят к существенным изменениям его плотности и растворяющей способности. Это, в свою очередь, создает уникальную возможность использования сверхкритических флюидов в каталитической химии, в частности, в таких небезопасных с экологической точки зрения процессах как производство и регенерация катализаторов [4].

Преимущества СКФ метода видны из таблицы 1. Температура проведения процесса регенерации уменьшается более чем в 5 раз, а это является одним из основных преимуществ в плане энергозатрат, а также при более низких температурах не разрушается сам катализатор вследствие его спекания. Вместе с этим уменьшается время проведения

процесса, а также возрастает количество меж регенерационных циклов. Кроме того, в случае применения сверхкритического диоксида углерода отпадает необходимость в применении щелочной воды для нейтрализации кислых отходящих газов.

Однако и сверхкритическая регенерация не лишена недостатков, главным из которых является слабая изученность процесса применительно к исследуемым катализаторам, что и явилось объектом настоящей работы.

Таблица 1 – Сравнения традиционного и СКФ методов

Параметры	Традиционный процесс регенерации	Процесс СКФ регенерации
Экстрагент	Азотно-воздушная смесь	CO <sub>2</sub> + соразворитель
Температура	400–600 °С	50–110 °С
Давление	0,8–1,5 МПа	20–30 МПа
Время процесса	30–50 Ч	4–7 Ч
Число циклов в регенераций	3–4	≥ 6–8

Катализатор DN-3531 – это никельмолибденовый (Ni-Mo) катализатор, производимый по технологии ASCENT компанией CRITERION. Это новаторская технология производства катализаторов сочетает в себе более совершенную подготовку оксида алюминия с патентованной технологией пропитки с целью повышения всех эксплуатационных характеристик. DN-3531 является идеальным катализатором для производства дизтоплива со сверхнизким содержанием серы (ДССС).

Характеристика смеси катализаторов гидроочистки керосина Dn-3531 и Criterion 514, регенерация которых проводилась в настоящей работе, представлена в таблице 2.

В качестве сверхкритической флюидной среды в процессе регенерации катализаторов использовался диоксид углерода с чистотой 99,97 % (ГОСТ 8050-85).

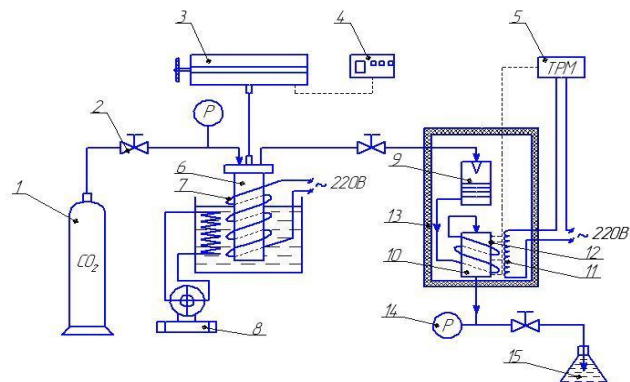
Органические растворители, использованные в качестве соразворителей, представлены: этанолом с чистотой 99,5 %, метанолом с чистотой 99,5 %, ацетоном с чистотой 95 % и диметилсульфаксидом с чистотой 99 %. Для исследования процесса регенерации катализаторов с

использованием СКФ сред была создана экспериментальная установка, представленная на рисунке 1.

Таблица 2 – Характеристика материалов, реагентов, нефтепродуктов, готовой продукции, катализаторов, обращающихся в технологическом процессе

Наименование катализатора	Показатели качества, подлежащие проверке	Норма по ГОСТ, ОСТ, СТП, ТУ
Катализатор «DN 3531» размерами 1,3 и 2,5 мм	Основа – алумосиликат Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> , % масс.	55-75
	Оксид молибдена, MoO <sub>3</sub> , % масс., менее	30
	Пентоксид фосфора, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % масс., менее	10
	Оксид никеля, Ni, % масс., менее	6
	Оксида железа, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % масс.	1-4
	Оксида кальция, CaO, %, масс.	0-1
	Оксид калия, K <sub>2</sub> O, % масс.	1-4
	Оксида натрия, Na <sub>2</sub> O, % масс.	1-4

Экспериментальная установка состоит из системы создания, регулирования и измерения давления, системы измерения и регулирования температуры, экстрактора, системы сбора экстракта. Одним из основных элементов экспериментальной установки является экстракционная ячейка высокого давления, в которой непосредственно и происходит процесс регенерации катализатора. Для исследования процесса регенерации катализатора «никель – молибден» в предварительно взвешенный стакан загружается необходимое количество дезактивированного катализатора. Далее ячейка (10) вместе с установленным внутри стаканом помещается в теплообменник.



1 – баллон с  $\text{CO}_2$ , 2 – вентиль, 3 – платформа весов, 4 – панель управления весов, 5 – вторичный прибор «ТРМ-148», регулятор температуры, индикатор, давления, 6 – ячейка термокомпрессора, 7 – нагреватель термокомпрессора, 8 – холодильник термокомпрессора, 9 – ячейка для соразвителя, 10 – экстракционная ячейка, 11 – нагреватель экстракционной ячейки, 12 – термодатчики, 13 – теплоизоляция, 14 – манометр образцовый, 15 – сборник экстракта

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В процессе экстракции,  $\text{CO}_2$  из баллона (1) поступает в ячейку термокомпрессора (6), где сжимается до необходимого давления. В случае использования соразвителя, последний предварительно шприцом закачивается в ячейку термокомпрессора (6). В ячейке происходит смешение  $\text{CO}_2$  и соразвителя, затем эта смесь подается в ячейку (9), где достигает температуры  $T > T_{\text{кр}}$ . Далее модифицированный СК  $\text{CO}_2$  поступает в экстракционную ячейку (10), установленную внутри теплообменника. Из экстракционной ячейки модифицированный СК  $\text{CO}_2$  с растворенными в нем веществами поступает через вентиль, где происходит падение давления, в сборник экстракта (15), в котором растворенные в СК  $\text{CO}_2$  вещества осаждаются за счет падения давления флюида.

В первой серии опытов регенерация катализатора «никель-молибден» с была реализована с использованием чистого сверхкритического  $\text{CO}_2$ . Процесс регенерации проводился на изотермах от  $T = 323 \text{ K}$  до  $T = 383 \text{ K}$  при давлениях  $P = 20 \text{ МПа}$  и  $30 \text{ МПа}$ . В результате была установлена зависимость изменения массы катализатора от массы использованного диоксида углерода СК  $\text{CO}_2$ .

Как видно из рис. 2, наблюдается уменьшение первоначальной массы катализатора (до 6,9 %), что указывает на принципиальную возможность регенерации катализатора обсуждаемым методом. Большой эффект может быть достигнут увеличением массы используемого в процессе диоксида углерода и изменением режимных параметров процесса, а также за счет физико-химической природы экстрагента (прежде всего модификация той или иной полярной добавкой). Метод сверхкритической флюидной экстракции в процессе регенерации катализатора не вызывает уменьшения массовой доли активного элемента – никеля вследствие уноса, которое, как правило, имеет место в случае традиционного процесса регенерации катализатора.

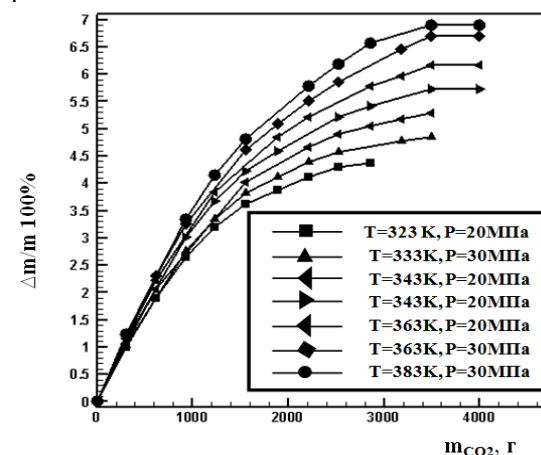


Рисунок 2 – Регенерация смеси катализаторов гидроочистки керосина DN-3531 и Criterion 514, зависимость изменения массы катализатора от массы чистого СК- $\text{CO}_2$

Растворяющая способность и селективность флюида-растворителя во многом определяются давлением насыщенных паров растворяемого вещества. Добавление полярных соразвителей часто приводит к значительному росту растворимости. Учитывая, что силы взаимодействия между молекулами соразвителя и растворяемых веществ являются специфическими, часто имеет место улучшение избирательности процесса экстракции [3].

В работах [5, 6, 7] показано, что сверхкритический  $\text{CO}_2$  без соразвителя слабо растворяет полярные соединения. Тогда

как при добавлении соразтворителя растворяющая способность значительно увеличивается. Добавление модификаторов, таких как метанол, этанол и другие, в процентном соотношении от 0,1 до 20 % массовых может осуществляться до подачи экстрагента в экстрактор и непосредственно в экстракторе [3], что было проведено в рамках второй серии экспериментов. Исследование изменения массы катализатора в процессе регенерации при использовании модифицированного различными добавками сверхкритического диоксида углерода с оптимальной концентрацией соразтворителя проводилось при температуре  $T = 383 \text{ K}$  и давлении  $P = 30 \text{ МПа}$ . Результаты исследований представлены на рисунке 3.

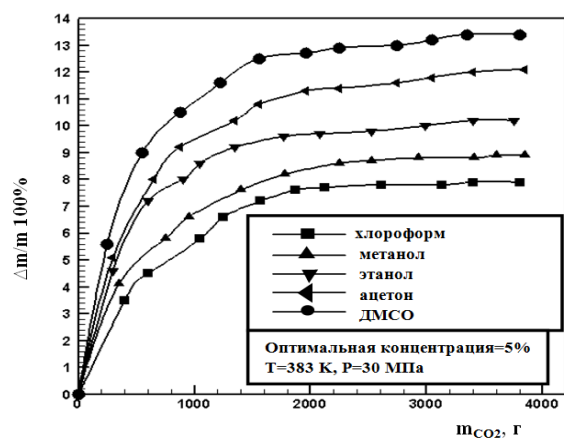


Рисунок 3 – Изменение массы катализатора в процессе его регенерации в зависимости от массы использованного экстрагента (модифицированный СК  $\text{CO}_2$ )

Как видно из рис. 3, наибольшая степень извлечение дезактивирующих соединений обеспечивается при использовании в качестве соразтворителя диметилсульфоксида. Этот растворитель обладает более высокой полярностью ( $13,5 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ ), по сравнению с остальными веществами (хлороформ –  $3,8 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ , метанол –  $5,7 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ , этанол –  $7,6 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ , ацетон –  $9 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{м}$ ) [6], что позволяет наиболее полно экстрагировать полярные соединения.

Выводы:

1 Катализаторы в современной химической и нефтехимической промышленности играют крайне важную роль. Они способствуют

ускорению и удешевлению процессов химической переработки углеводородов.

2 Традиционные методы регенерации катализаторов являются энерго- и ресурсоемкими процессами, результат которых не всегда удовлетворяет требованиям химического процесса, т.к. снижается ресурс катализатора, ухудшаются его показатели такие как, активность и селективность.

3 Регенерация с помощью сверхкритических флюидов представляет собой новый технологический процесс, реализованный на принципах экологической безопасности, который позволит с успехом заменить традиционные методы регенерации.

4 Свойства СКФ сред указывают на перспективы его использования как экологически чистого растворителя и осуществления экономически выгодного регенерационного процесса.

5 Установлено, что регенерация катализатора «никель-молибден» обсуждаемым методом позволяет восстановить каталитические способности катализатора до первоначального уровня, и является эффективным решением проблемы энерго- и ресурсосбережения на предприятии.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Боресков, Г. К. Катализ / Г. К. Боресков. – Новосибирск : Наука, 1971. – 267 с.
- 2 Масагутов, Р. М. Регенерация катализаторов в нефтепереработке и нефтехимии / Р. М. Масагутов, Б. Ф. Морозов, Б. И. Кутепов. – М. : Химия, 1987. – 144 с.
- 3 Гумеров, Ф. М. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров / Ф. М. Гумеров, А. Н. Сабирзянов, Г. И. Гумерова. – Казань : ФЭН, 2000. – 328 с.
- 4 Билалов Т. Р., Термодинамические основы производства и регенерации палладиевого катализатора с использованием сверхкритического диоксида углерода / Т. Р. Билалов, Ф. М. Гумеров, Ф. Р. Габитов, И. Р. Шарафутдинов, Е. В. Тяпкин, Х. Э. Харлампики, Г. И. Федоров – Вестник Казанского технологического университета, 2008. – № 1. – С. 74–82
- 5 Улесов, А. В. Изучение некоторых параметров растворимости компонентов фосфатидных концентратов в СК  $\text{CO}_2$  / А. В. Улесов, А. В. Болмосов, В. П. Железный // III Международная научно-практическая конференция «Сверхкритические флюидные технологии: инновационный потенциал России»: тезисы докладов. – Ростов на Дону, 2006.



6 Тяпкин, Е. В. Регенерация палладиевого катализатора марки ПУ с использованием сверхкритического экстракционного процесса / Е. В. Тяпкин, Е. В. Шарафутдинов, Ф. М. Гумеров // III Международная научно-практическая конференция «Сверхкритические флюидные технологии: инновационный потенциал России»: тезисы докладов. – Ростов на Дону, 2006.

7 Yu, Jya-Juin. Cleanup of Disperse Dye Contaminated Water by Supercritical Carbon Dioxide Extraction / Jya-Juin Yu, Kong-Flwa Chui // ACS Symposium Series 860 «Supercritical Carbon Dioxide. Separations and Processes»). – 2003. – P. 157–171.

## РАЗРАБОТКА УКПГ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИДОРЖНОЕ

ТЛЕУВА Б. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

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

Целью работы является разработка и обоснование оборудования установки комплексной подготовки газа (УКПГ) месторождения Придормное, которое находится на территории Созакского района Южно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Блилежащими промышленными центрами являются г. Жезказган в 260 км севернее, г. Кызылорда – в 230 км юго-западнее, г. Туркестан – в 240 км южнее и областной центр – г. Шымкент – в 470 км юго-восточнее.

В качестве основного сырья для реализации проекта строительства УКПГ рассматривается газ месторождения Придормное, соответствующий требованиям СТ РК 1666–2007 «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам».

Согласно Протоколу ГКЗ РК № 1633-15-У от 14.12.2015 г. запасы природного газа месторождения Придормное по промышленной категории С1 приняты на Государственный баланс полезных ископаемых в объеме 11 745 млн. м<sup>3</sup>, из которых на долю продуктивного горизонта D-3, приуроченного к верхнедевонским отложениям, приходится 44,0 % и продуктивного горизонта С-1 приуроченного к нижнекаменноугольным отложениям приходится 47,2 % всех запасов месторождения промышленной категории.

В природном газе месторождения Придормное содержатся гелий (He = 0,20-0,21 % мол.), азот (N<sub>2</sub> = 25,43 % мол. – для I-го объекта и N<sub>2</sub> = 7,84 % мол. – для II-го объекта) и сероводород (только в составе II-го объекта H<sub>2</sub>S = 2,74 % мол.) и углекислого газа (CO<sub>2</sub> = 0,13-0,15 % мол.). Природный газ должен быть очищен и доведен до требований: СТ РК 1666-2007. «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам».

Поэтому для подготовки добытого природного газа до товарной кондиции, на территории месторождения, будет построена установка комплексной подготовки газа (далее – УКПГ).

Исходя из максимального суточного объема добычи природного газа Q<sub>max</sub> = 1 000 тыс.м<sup>3</sup>/сут по рекомендуемому варианту разработки как в период опытно-промышленной эксплуатации, так и на весь рентабельный период, а также учитывая запас в 20 %, на месторождении Придормное рекомендуется построить УКПГ с суточной производительностью до 1200 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

В зависимости от величины относительного энергетического потенциала взрывоопасности, блоки будут относиться ко II категории взрывоопасности. Технологический процесс УКПГ будет автоматизирован.

Согласно технических требований, наиболее важным требованием к газу является низшая теплота сгорания и количество примесей сернистых соединений. Поэтому добываемый природный газ подвергается очистке от примесей на специальных установках.

Площадку под УКПГ необходимо расположить с учетом розы ветров – ветров преобладающего направления. Планировка территории обеспечивает наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда, рациональное и экономичное использование земельных участков.

Размещение зданий и сооружений на площадке обусловлено их технологической взаимосвязью, нормативными, санитарными и противопожарными разрывами.

Установка комплексной подготовки газа (УКПГ) состоит из следующих основных узлов: узел ввода сырья; блок сероочистки; блок производства серы; модуль осушки газа; блок очистки газа от азота; вспомогательное оборудование.

Таблица 1 – Перечень оборудования УКПГ

Наименование оборудования		Количество, ед.
1	Узел замера и предварительной очистки газа:	
1.1	Блок фильтра-сепаратора PN160 с блоком арматуры	2
1.2	Расходомерный узел PN160, в том числе:	1
	- кран шаровый с РП	4
	- диафрагма	2
	- шкаф приборный	2
1.3	Блок фильтра-сепаратора PN300 с блоком арматуры	2
1.4	Расходомерный узел PN300, в том числе:	1
	- кран шаровый с РП	4
	- диафрагма	2
	- шкаф приборный	2
1.5	Емкость дренажная (подземная) с погружным насосом	1
2	Блок предварительного редуцирования и смешения	
2.1	Детандер-генераторный агрегат N=0,5МВт	1
2.2	Решетка защитная	1
2.3	Блок сепаратора	2
2.4	Блок арматуры сепаратора	2
3	Установка очистки газа от кислых компонентов (H <sub>2</sub> S и CO <sub>2</sub> ) с блоком регенерации окислителя	
3.1	Блок фильтра сепаратора	1
3.2	Блок абсорбера	1
3.3	Блок десорбера с испарителем	1
3.4	Блок газоотделителя	1
3.5	Аппарат воздушного охлаждения моноэтаноламина регенерированного	1
3.6	Теплообменник рекуперативный	1
3.7	Аппарат воздушного охлаждения моноэтаноламина насыщенного	1
3.8	Емкость моноэтаноламина	2
3.9	Емкость дренажная с погружным насосом	1
3.1	Блок электротехнический системы очистки газа	1
4	Установка осушки газа на твердых сорбентах	
4.1	Адсорбер	4
4.2	Блок арматуры адсорбера	4
4.3	Аппарат воздушного охлаждения	1
4.4	Установка подогревателя технологического:	2
	- подогреватель технологический (N=0,5МВт)	
	- горелка комбинированная самососная ГУЖ-1,5	
	- блок арматуры подогревателя	

4.5	Блок сепаратора	1
4.6	Теплообменник-газоохладитель	1
4.7	Установка фильтров влажного воздуха	2
4.8	Установка фильтров газа регенерации	2
4.9	Фильтр осушенного газа	2
4.10	Блок электротехнической системы осушки газа	1
5	Блок очистки газа от азота	
5.1	Установка очистки газа от азота	6
5.2	Блок сепаратора входного	6
5.3	Блок теплообменника подогревателя газа	6
5.4	Емкость дренажная с погружным насосом	1
5.5	Блок электротехнический	1
6	Блок редуцирования газа	
6.1	Блок сепаратора входного	2
6.2	Теплообменник рекуперативный подогрева газа	2
6.3	Детандер-генераторный агрегат (N=2,5МВт)	2
6.4	Блок клапанов дроссельных	2
6.5	Блок сепаратора концевое	2
6.6	Емкость дренажная с погружным насосом	1
6.7	Блок электротехнический	1
7	Блок подготовки газа на собственные нужды	
7.1	Блок очистки газа	1
7.2	Блок подогревателя газа	1
7.3	Установка подготовки топливного газа	1
7.4	Блок сепаратора топливного газа	1
8	Система подготовки импульсного воздуха и воздуха КИПиА	
8.1	Блок компрессоров импульсного воздуха	1
8.2	Установка ресиверов импульсного воздуха	1
8.3	Воздухосборник	1
9	Система маслоснабжения	
9.1	Блок насосов маслоснабжения	1
9.2	Емкость (дренажная подземная)	2
9.3	Емкость (чистого масла)	2
9.4	Емкость (отработанного масла)	2
9.5	Емкость (резервного масла)	1
9.6	Блок сепаратора (очистка от механических примесей)	1
9.7	Блок сепаратора (очистка от воды)	1
10	Система продувки инертным газом	
10.1	Емкость инертного газа	2
10.2	Комплект трубопроводов с отсечной арматурой	1
11	Система факельная	
11.1	Факельная установка (низкое и высокое давление)	2

11.2	Блок сепаратора факельного	2
11.3	Емкость дренажная	2
11.4	Система розжига факела	2
12	Система промежуточного теплоносителя	
12.1	Блок насосов теплоносителя	1
12.2	Емкость теплоносителя	1
12.3	Блок насосов подпитки	1
13	Общестанционное оборудование	
13.1	Комплект запорной, регулирующей и предохранительной арматуры	1
13.2	Комплект трубопроводов	1
13.3	Комплект узлов и деталей трубопроводов	1
13.4	Комплект программно-технических средств САУиР комплекса	1
13.5	Комплект технических средств узлов коммерческого учета газа	1
13.6	Комплект кабельной продукции	1

В работе было дано обоснование всех блоков УКПГ, проведен сравнительный анализ существующих установок, выбраны наиболее оптимальные для данного месторождения.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ АЛКИЛИРОВАНИЯ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ

ТОМАТАЕВ Р.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРУЗИНА И. А.

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

Важнейшей задачей нефтеперерабатывающей промышленности является углубление переработки нефти, ускоренное развитие автомобильных, дизельных и других видов топлив, сырья для нефтехимии на основе использования новых эффективных катализаторов и адсорбентов, современного высокопроизводительного оборудования, внедрения принципа комбинирования процесса в составе единой установки повышенной мощности.

Для глубокой переработки нефти с целью производства высокооктанового бензина решающее значение имеет каталитический крекинг, позволяющий из разнообразного малоценного тяжелого сырья получать высокооктановые бензины, сырье для нефтехимии и алкилирования, производства технического углерода и кокса.

Одним из базовых процессов получения высокооктановых неэтилированных бензинов, удовлетворяющих современным экологическим требованиям, является сернокислотное алкилирование.

В качестве продуктов процесса алкилирования получают авиационные и автомобильные алкилаты, которые в свою очередь являются компонентами авиационных и автомобильных бензинов.

В нефтеперерабатывающей промышленности были осуществлены различные модификации процесса алкилирования. Наиболее распространены установки для алкилирования изобутана бутиленами с получением широкой бензиновой фракции – алкилата.

В 40-х и начале 50-х годов началось интенсивное строительство и ввод в эксплуатацию установок сернокислотного алкилирования. Первая отечественная установка была введена в 1942 г. в г. Грозном, но она имела несовершенную технологическую схему и малоэффективную реакционную камеру (вертикальную, объемом 10м<sup>3</sup>). Процесс характеризовался высоким расходом катализатора и низкими технико-экономическими показателями.

Расширение производства алкилбензина на первое место выдвинуло проблему обеспечения процесса сырьевыми ресурсами, особенно олефиновыми углеводородами.

Сырьем установок алкилирования изобутана бутиленами является бутан-бутиленовая фракция (ББФ), вырабатываемая на газодифракционирующих установках из газов каталитического крекинга, термического крекинга и коксования. В составе этой фракции содержатся углеводороды-бутилены и изобутан, кроме того, в виде примесей в ББФ содержатся углеводороды C<sub>3</sub> и C<sub>5</sub>. В сырье алкилирования количество C<sub>3</sub> и C<sub>5</sub> не должно превышать 3 % (масс.) каждого. Присутствие в сырье пропилена приводит к увеличению потребности в холоде в связи с более высоким значением теплоты реакции алкилирования пропилена, снижению октанового числа алкилата, увеличению расхода серной кислоты.

Наличие углеводородов C<sub>5</sub> также нежелательно, поскольку пентаны в реакцию алкилирования не вступают, а из алкиленов образуются малоценные побочные продукты.

Следует отметить, что в перспективе развития процесса алкилирования связано с расширением сырьевых ресурсов и привлечением в качестве сырья пропан-пропиленовой фракции (ППФ) [2, с. 297].

Смесь, поступающая на установку алкилирования, должна содержать избыток изобутана по сравнению с бутиленами, при

использовании бутан-бутиленового сырья избыток изобутана должен составлять 10–15 %.

Фракции углеводородов, используемые в качестве сырья алкилирования, содержат некоторое количество примесей, являющихся или инертными разбавителями углеводородов, или загрязнителями катализатора, они взаимодействуют с серной кислотой, что ухудшает ее каталитические свойства.

Нормальные парафиновые углеводороды с низкой реакционной способностью (пропан, н-бутан, н-пентан) разбавляют углеводородную фазу и снижают концентрацию в ней изобутана и бутиленов. Для удаления преобладающего инертного разбавителя н-бутана, а также пропана из углеводородного сырья в установке алкилирования включают специальные ректификационные колонны.

Для удаления н-пентана на установках алкилирования специальных колонн нет, поэтому он вместе с сырьем поступает в реактор и попадает в алкилат в количестве, определяющемся его содержанием в сырье. Н-пентан не только разбавляет реакционную смесь, но и отрицательно влияет на качество получающегося алкилата, ухудшает его октановую характеристику.

Сырье, поступающее на установку алкилирования, не должно содержать также примесей бутадиена и этилена. Этилен образует стабильные, сложные эфиры с серной кислотой и действует как разбавитель кислоты.

В сырье могут содержаться также меркаптаны, сероводород и вода, поэтому до поступления в реактор сырье должно быть очищено от сернистых соединений, а для удаления воды предварительно охлажденное до 10–12 °С сырье, отстаивают в специальных отстойниках и проводят его дополнительную очистку адсорбентами.

Оптимальные условия алкилирования в значительной мере определяются физическими и химическими свойствами катализатора – серной кислоты. Поскольку при алкилировании взаимодействуют углеводороды, имеющие различную реакционную способность, необходимо их интенсивное перемешивание с катализатором для достижения полного и продолжительного контакта катализатора и реагирующих веществ, который достигается путем образования высокодисперсных эмульсий.

Дисперсность эмульсии: серная кислота-углеводороды в значительной мере зависит от интенсивности перемешивания. Стойкость эмульсии (продолжительность полного разрушения) зависит от степени дисперсности и объемного соотношения компонентов,

при понижении концентрации кислоты ослабляется целевая реакция алкилирования и увеличивается доля полимеризующихся олефинов. Нужную концентрацию кислоты в реакционной зоне поддерживают путем частичной или полной замены отработанной кислоты свежей [5, с. 8–10].

В результате алкилирования изобутана получают алкилат, который на установках алкилирования делится на две фракции – легкую и тяжелую.

В течение многих лет легкий алкилат в больших количествах потреблялся как основной компонент авиационного бензина. В связи с уменьшением числа самолетов с поршневыми двигателями, спрос на авиационные бензины сведен к минимуму, однако потребность в алкилатах не только уменьшилась, но даже возросла. Они добавляются к бензинам каталитического риформинга и крекинга, чтобы снизить содержание ароматических углеводородов и улучшить пусковые свойства товарных автобензинов.

Тяжелый алкилат (фракция 170–240 °С) используется как компонент дизельного топлива. Побочными продуктами установки являются пропан и бутан-пентановая фракция [2, с. 298].

Выход и качество продуктов алкилирования определяется не только свойствами сырья и катализатора, но и в очень большой степени условиями (параметрами) технологического процесса: давлением, температурой, концентрацией кислоты, объемным соотношением кислоты и углеводородов, свойствами эмульсии углеводороды-кислота, концентрацией изобутана в реакционной зоне, продолжительностью реакции, объемной скоростью подачи бутиленов.

При сернокислотном алкилировании, которое обычно протекает при низких температурах, изменение давления не оказывает существенного влияния на реакцию. Давление должно немного превышать давление паров перерабатываемых углеводородов. Для реакторов с внутренним охлаждением путем испарения части углеводородов повышение давления затрудняет испарение, снижает экономичность работы этого узла установки и поэтому нецелесообразно.

В реакторах с внешним охлаждением, которое осуществляется циркуляцией хладагента через теплообменники, расположенные внутри реактора, давление может быть повышено, если это необходимо для передавливания углеводородной фазы из реактора в ректификационное отделение установки.

Обычно в реакторе с внутренней системой охлаждения при алкилировании изобутана бутиленами давление поддерживают

около 0,35–0,42 МПа. При слабом влиянии давления на процесс, его поддерживают в таких пределах, чтобы наиболее легкие компоненты, участвующие в реакции, находились бы в жидкой фазе.

При повышении температуры снижается вязкость кислоты и углеводородов, и создаются более благоприятные условия для их перемешивания и контакта. Это обуславливает большую скорость сорбции углеводородов кислотой и, следовательно, большую скорость всех протекающих реакций. При этом снижаются затраты энергии на перемешивание углеводородов и катализатора (эмульгирование), что улучшает экономические показатели процесса.

Однако повышение температуры интенсифицирует побочные реакции полимеризации и окисления (сульфирования) углеводородов в большей степени, чем реакцию алкилирования. Поэтому избирательность реакции алкилирования с повышением температуры снижается. В результате увеличивается расход катализатора, снижается выход алкилата и ухудшается его качество (антидетонационная характеристика и др.), снижаются экономические показатели процесса.

Снижение температуры в определенных пределах благоприятно сказывается на реакции алкилирования: избирательность ее резко возрастает, расход катализатора снижается, выходы продуктов увеличиваются, качество их улучшается. Снижение температуры реакции алкилирования изобутана бутиленами на 10 °С (от 13 до 3 °С) приводит к значительному увеличению сортности получающихся продуктов: для алкилбензина с температурой до конца кипения 170 °С сортность с добавкой 1,05 мл/л антидетонационной присадки (этиловой жидкости) возрастает почти на пять пунктов. Лимитирующим фактором при снижении температуры реакции являются повышение вязкости кислоты, что обуславливает увеличение расхода энергии на перемешивание и препятствует образованию эмульсии необходимого качества, а, следовательно, и обеспечению оптимальных условий реакции. На практике оптимальный интервал температур при алкилировании изобутана бутиленами составляет 5–13 °С.

Для алкилирования углеводородов фракции С4 обычно используют серную кислоту, содержащую от 88 до 98 % моногидрата. Выбор концентрации определяется как физическими, так и химическими свойствами кислоты. Так, 98 %-я (и более) концентрированная кислота имеет положительную температуру кристаллизации. При снижении концентрации кислоты до 88 % и ниже ее вязкость возрастает, что отрицательно сказывается на свойствах эмульсии и приводит к увеличению расхода энергии на перемешивание.

Чем выше концентрация изобутана в сырье, поступающем в реакционную зону, тем выше будет она (при прочих равных условиях) и на поверхности раздела фаз углеводородов с катализатором (или в наружном слое глобулы кислоты), на которой протекает реакция; соответственно концентрация олефинов будет ниже. Это создает благоприятные условия для протекания основной реакции алкилирования и подавления полимеризации и других побочных реакций.

Качество алкилата выше в том случае, когда в реакторе циркулирует меньшее количество изобутана высокой концентрации, чем при циркуляции больших количеств изобутана повышенной концентрации.

Продолжительность контактирования сырья с катализатором определяется, прежде всего объемной скоростью подачи сырья и выражается частным от деления скорости подачи углеводородного сырья в единицу времени на объем кислоты в реакторе. На этот параметр реакции существенное влияние оказывают конструкция реактора и особенно эффективность работы его перемешивающего устройства. Если перемешивание недостаточно интенсивно, то может оказаться, что не вся масса кислоты контактирует с углеводородным сырьем, и продолжительность реакции в этом случае будет определяться лишь прореагировавшим количеством кислоты. Продолжительность пребывания сырья в реакторе может быть 20–30 мин. (при оптимальных условиях других параметров процесса) [5, с. 11–14].

Результаты алкилирования в значительной мере определяются физическими факторами, так как лимитирующей стадией процесса является скорость транспортирования реагирующих веществ зависит от интенсивности перемешивания эмульсии кислота-углеводороды, соотношения изобутан: олефины на входе в реактор и времени их пребывания в реакционной зоне, концентрации химически инертных соединений в углеводородной фазе, объемного соотношения кислотной и углеводородной фаз. Качество применяемого сырья, состав кислоты и температура реакции оказывают существенное влияние, как на скорость транспортирования, так и на скорость химических превращений [4, с. 167].

Введение установки сернокислотного алкилирования позволяет:

- улучшить экологические и экономические показатели производства;
- получать высококачественное топливо;
- получить попутно пропановую, изобутановую и н-бутановую фракции имеющие высокую потребительскую ценность и устойчивый спрос.

К преимуществам алкилата относятся:

- высокие октановые характеристики: оч/и составляет 95-96, достигая в ряде случаев 98 (без ТЭС);
- имеет относительно низкую упругость паров;
- имеет широкий диапазон выкипания, совпадающий с температурами выкипания бензина;
- имеет высокую теплоту сгорания, что позволяет повышать степень сжатия в моторах, приводя к экономии бензина;
- не образует нагара, не является концерогеном, не полимеризуется и не осмоляется при хранении и транспортировке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бондаренко Б. И. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. М.: – Химия, 1983.
- 2 Эрих В. Н., Расина М. Г., Рудин М. Г. Химия и технология нефти и газа. М.: – Химия, 1977.
- 3 Смидович Е. В. Технология переработки нефти и газа. М.: – Химия, 1980.
- 4 Ластовкин Г. А., Радченко Е. Д и Рудин М. Г. Справочник нефтепереработчика. Л.: – Химия, 2005.
- 5 Козлов Б. И. Процессы алкилирования, изомеризации в процессе нефтепереработки. М.: – Химия, 2010.
- 6 Сарданашвили А. Г., Львова А. И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. М.: – Химия, 2003.
- 7 Кушелев В. П., Орлов Г. Г., Сорокин Ю. Г. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М.: – Химия, 1983.
- 8 Шкатов Е. Ф., Низванов В. В. Основы автоматизации технологических процессов химических производств. М.: – Химия, 2005.
- 9 Путилов А. В., Копреев А. А., Петрухин Н. В. Охрана окружающей среды. М.: – Химия, 1991.

## ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ

ТУГАМБАЕВА Т. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЕЛУБАЙ М. А.

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

Вопросы предотвращения загрязнений окружающей среды с каждым годом приобретают все большую актуальность. На предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности одна из основных экологических проблем связана с необходимостью обезвреживания или утилизации загрязненных сернистыми соединениями отработанных щелочных растворов (СЩР) и водных технологических конденсатов (ТК), составляющих сернисто-щелочные стоки (СЩС). Они образуются при очистке газов пиролиза от сероводорода и диоксида углерода в производстве низших олефинов, при щелочной обработке сжиженных газов, бензиновых и керосиновых фракций в процессах нефтепереработки. На установках первичной переработки нефти, каталитического крекинга, замедленного коксования и др., где в технологическом процессе используется водяной пар, образуются загрязненные сероводородом водные технологические конденсаты [1, с. 19].

На предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности широко используется щелочная очистка сырья и готовой продукции от сернистых и углекислых соединений. При этом образуются сернисто-щелочные стоки, представляющие собой водные растворы смеси сульфидных, меркаптидных, карбонатных, сульфатных солей натрия разной концентрации, а также фенолятов натрия и водорастворимых или эмульгированных нефтепродуктов.

Состав и количество СЩС зависят от вида и качества зашлачиваемого продукта. Наиболее концентрированные СЩС образуются при щелочной очистке от сернистых соединений легких углеводородных фракций, с установок вторичной переработки нефти, работающих на сернистом сырье [1, с. 44].

В процессах вторичной переработки нефти сернистые соединения, содержащиеся в сырье, подвергаются термическому и каталитическому расщеплению до сероводорода и легких меркаптанов, которые переходят преимущественно в углеводородные газы и легкие бензиновые фракции, ухудшая их качество, придавая им неприятный

запах и коррозионную активность. Это обуславливает необходимость очистки указанных продуктов от сернистых соединений, которая на большинстве предприятий производится нерегенерируемым водным раствором щелочи, приводя к образованию большого объема токсичных СЩС. Так, только на очистку сжиженных углеводородных газов в нефтепереработке расходуется до 6 тыс.т/год 100 %-ной каустической соды, а на очистку только газов пиролиза 18–20 тыс.т, т.е. образуется до 200 тыс.т СЩС в пересчете на 10 %-ный водный раствор щелочи [2, с. 31].

Сернисто-щелочные стоки с блоков защелачивания сжиженных газов в отличие от стоков с узла защелачивания бензинов и керосинов практически не содержат растворенных нефтепродуктов и фенольных соединений. Они характеризуются высокой концентрацией сернистых соединений и щелочи. С точки зрения охраны окружающей среды и более полного использования содержащихся в СЩС ценных химических реагентов (щелочи и сульфида аммония) наибольший интерес представляет утилизация этих стоков в смежных отраслях промышленности [1, 2].

СЩС с защелачивания нефтепродуктов загрязнены меркаптидными соединениями, препятствующими их непосредственной утилизации.

Основные усилия в решении проблемы токсичных СЩС должны быть направлены не на поиск путей их обезвреживания, а на разработку мероприятий, позволяющих значительно снизить объемы их образования. Главными мероприятиями в этом направлении должны быть разработка рациональной схемы сероочистки с учетом качественного и количественного состава содержащихся сернистых соединений и использование прогрессивных малоотходных и безотходных технологий.

Процесс щелочной очистки, как уже говорилось выше, предназначен для извлечения сероводорода и меркаптанов из нефтепродуктов. Сероводород является вредной примесью и обуславливает высокую коррозионную активность нефтепродуктов, поэтому он должен максимально удаляться уже из сырьевых потоков. Меркаптаны, имеющие неприятный запах, в больших концентрациях также являются вредной примесью и усиливают коррозионную активность. Присутствие небольших количеств меркаптановой серы (до 0,01 % мас.), например, в сырье пиролизных установок, является даже желательным. При этой концентрации меркаптанов наблюдается значительное снижение коксоотложения и увеличение межремонтных пробегов установок пиролиза. При использовании сжиженных газов в

качестве коммунально-бытового топлива меркаптаны в концентрации 0,002–0,013 % мас. также являются необходимым компонентом, так как специфический сильный запах может служить сигналом создания опасных условий эксплуатации [3, с. 57].

При концентрации меркаптановой серы < 0,002 % мас. газ приходится искусственно одорировать путем добавления в него недостающего количества дорогостоящих меркаптанов. Поэтому в сжиженных газах, предназначенных для использования в коммунально-бытовых целях или в процессе пиролиза, желательно сохранять необходимое количество природных меркаптановых соединений, содержащихся в газах, осуществляя дозированную сероочистку.

При использовании сжиженных газов в процессах дегидрирования, изомеризации и полимеризации требования к содержанию сернистых соединений более жесткие. Так, при дегидрировании остаточное содержание серы в сырье не должно превышать 0,005 % мас., а при полимеризации пропилена 0,00005 % мас. Поэтому при выборе места размещения блоков сероочистки в технологической схеме газопроизводящих и газоперерабатывающих установок необходимо прежде всего учитывать направления использования товарных продуктов [4, с. 48].

Одним из простейших и достаточно эффективных способов утилизации сернисто-щелочных отходов является использование их для защелачивания нефти взамен свежих щелочных реагентов или в смеси с ними. Основным требованием к применяемому для защелачивания нефти реагенту является эффективное уменьшение низкотемпературной и высокотемпературной коррозии оборудования установок первичной переработки нефти и термического крекинга. Реагенты не должны вызывать закоксовывания змеевиков печных труб, каустического разрушения и растрескивания оборудования, должны быть экономичны, общедоступны и удобны в эксплуатации [4, с. 64].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Понамарев В. П., Иоакимис Э. Г., Монгайт И. Л. Очистка сточных вод. – М. : Химия, 2005. – 255с.
- 2 Смирнов И. Н., Солнцев Г. П., Зеленцова Н. И. и др. // Нефтепереработка и нефтехимия: НТИС. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 2010. – № 5.
- 3 Амиров Я. С., Абызгильдин Ю. М., Русанович Д. А., Тищенко В. Е. Вопросы рационального использования отходов нефтепереработки и нефтехимии. – Уфа : Баш.кн.изд-во, 2006. – 144 с.

4 Рахимкулов М. Г. и др. // Нефтепереработка и нефтехимия: НТИС. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 2008. – № 11. – С. 35.

5 Фахриев А. М., Кашеваров Л. А., Латыпова М. М., Мазгаров А. М. Процесс и установка для утилизации сероводородсодержащих кислых газов // Химическое и нефтяное машиностроение. 2008. – № 4. – С. 17–19.

6 Галуткина Г. А., Немченко А. Г., Рубинская Э. В. Использование метода химического окисления в процессе очистки сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 2009. – 44 с. / Охрана окружающей среды: Тем. обзор/.

### **ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК ГАЗА ИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

ТУЛЕУБАЕВ С. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АБДУЛЛИНА Г. Г.

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

ИБРАГИМОВА Г. Е.

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

Одним из основных источников национального богатства Республики Казахстан является природный газ. По объемам разведанных месторождений Казахстан занимает двадцать первое место в мире. При этом в ближайшее десятилетие ожидается спрос на газ, превосходящий рост спроса на другие источники энергии. Необходимо отметить, что из таких видов первичных энергоресурсов, как нефть и уголь, именно природный газ является самым чистым в экологическом отношении.

Одной из актуальных проблем в газовой отрасли на сегодняшний день остается проблема своевременного обнаружения мест утечек газа в трубопроводах. При этом, как показал проведенный анализ, наиболее распространенными местами утечек газа являются сварные, фланцевые и резьбовые соединения, поврежденные коррозией; участки, пораженные блуждающими токами; места механических повреждений; присоединения контрольно-измерительных приборов (КИП) и газовой арматуры [1].

Существуют разнообразные способы обнаружения утечек газа в трубопроводах. Самыми распространенными способами являются

визуальный и инструментальный методы. Визуальный способ основан на фиксации запаха, вспенивании мыльной эмульсии; наличии звука, образовании наледи или снежной шубы; появлении желтой травы летом и бурого снега зимой.

Более точным является инструментальный метод. В качестве приборов применяют газоанализаторы, предназначенные для определения качественного и количественного состава смесей газов. Различают газоанализаторы ручного и автоматического действия. Среди ручных распространены абсорбционные газоанализаторы, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами. Автоматические газоанализаторы непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или её отдельных компонентов.

Наиболее распространенными автоматическими газоанализаторами являются датчики загазованности, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления газа. Датчики загазованности применяют для определения концентраций горючих газов. Действие этого типа датчика основано на том, что при прохождении газо-воздушной смеси на поверхности катализатора возникает горение и выделяющееся тепло повышает температуру шарика. Вызванное этим увеличение сопротивления платиновой катушки регистрируется мостовой схемой, второе плечо которой не имеет оболочки – катализатора. При малых концентрациях изменение сопротивления находится в прямой зависимости от концентрации газа в окружающей среде.

Безусловно, датчики загазованности являются надежным методом обнаружения утечек газа. При этом, по нашему мнению, необходимо отметить, что экономически невыгодно и нецелесообразно устанавливать их на всем протяжении газопроводов. В связи с этим такие датчики можно эффективно использовать только в местах хранения и переработки газа.

В целом отметим, что и визуальный, и инструментальный методы обнаружения газа в силу их специфики невозможно использовать в отдаленных и труднодоступных местах. При этом более половины всех газопроводов расположены именно в отдалении от населенных пунктов.

Кроме вышеперечисленных методов, выделяют и другие способы обнаружения утечек газа – по профилю давления; объемно-балансовый; метод акустической эмиссии.

Метод выявления утечек по анализу профиля давления основан на моделировании распределения давления вдоль трубопровода и



статистическом анализе. При появлении утечки расход на участке до места утечки становится больше первоначального расхода на этом участке, а расход на участке после места возникновения утечки становится меньше первоначального расхода. Поэтому перепад давления на участке до места утечки увеличивается, а после утечки – уменьшается, что приводит к появлению излома в приведенном профиле давления.

Данный метод работает только в стационарном режиме, так как многие факторы вызывают похожие изменения. Кроме того, недостатком данного метода является его низкая точность и наличие ложных срабатываний.

Объемно-балансовый метод контроля основан на том, что при образовании утечки расход на входе становится больше расхода на выходе. Кроме того, в этом методе учитывается также количество газа в самой трубе, которое при образовании утечки уменьшается. Для реализации этого метода необходимо измерять расход на концах контролируемого участка с помощью высокоточных приборов. Параметром контроля газопровода при объемно-балансовом методе является не давление потока, а нормализованный расход газа через сечение трубы, то есть, по сути, сохранение количества перекачиваемого газа. Контроль участка газопровода осуществляется путем вычислений разности нормализованных объемов газа, входящих и выходящих из участка газопровода между двумя локальными расходомерами. Этот метод позволяет диагностировать, как быстро развивающиеся разрывы в трубе, так и медленно развивающиеся утечки. Метод позволяет диагностировать утечки на больших участках трубопровода между расходомерами. Минимальная величина диагностируемой утечки определяется, в первую очередь, погрешностью измерения расхода и при имеющихся в настоящее время средствах измерения расхода находится на уровне 0,5–1 %.

Существенный недостаток объемно-балансового метода заключается в том, что он не позволяет определять координату утечки. Расход объемного баланса по участкам дает возможность определять место утечки в газопроводе только с точностью до участка. Это, в свою очередь, приводит к дополнительным затратам времени и потерям газа с момента утечки до момента её обнаружения и устранения.

Метод анализа акустической эмиссии является лидирующим среди методов автоматического обнаружения утечек в трубопроводах. Этот метод основан на регистрации и анализе акустических волн, возникающих в процессе пластической деформации и разрушения

(роста трещин) трубопровода, а также при истечении рабочего тела (жидкости или газа) через сквозные отверстия в контролируемом объекте. Для приема сигналов акустической эмиссии применяются пьезоэлектрические преобразователи и быстродействующие измерители давления.

Преимуществами метода анализа акустической эмиссии являются высокая чувствительность к растущим дефектам, малое время обнаружения, высокая точность определения координат места утечки.

При этом можно отметить, что основным недостатком этого метода является трудность выделения сигнала акустической эмиссии на фоне шумов и помех. Для повышения помехоустойчивости и уменьшения количества ложных срабатываний применяются специальные алгоритмы обработки принимаемых сигналов. Точность метода зависит от точности расходомеров. Невозможно обнаружить утечку, которая меньше, чем погрешность измерения расхода. В данном случае не имеет значения абсолютная величина погрешности измерения, а только относительная погрешность одного прибора относительно другого [2].

Рассмотрим способы определения момента и места повреждения трубопровода. Известен акустический способ определения момента и места повреждения трубопровода, состоящий в том, что на противоположных концах контролируемого участка трубопровода устанавливаются датчики, чувствительные к действию волн разряжения, возникающих в месте повреждения и распространяющихся по перекачиваемому продукту вдоль трубопровода. При этом, момент возникновения повреждения определяют по времени срабатывания датчика, до которого волна разряжения дойдет быстрее, а место повреждения – по разности времени срабатывания датчиков.

Недостатком рассматриваемого способа является необходимость предварительного определения скорости распространения волны возмущения, причем не учитывается изменение ее величины по длине трубопровода из-за изменения температуры и других факторов [3].

Так же известен способ определения момента и места утечки газа из трубопровода, основанный на контроле скорости распространения волн давления в двух сечениях и измерении температуры потока газа как на входе, так и на выходе линейного участка трубопровода и температуры грунта на глубине укладки трубопровода на его входе. Основной недостаток этого способа заключается во временном запаздывании, связанном с регулированием температурного режима трубопровода, а также из-за невозможности проведения терморегулирования в местах

пересечения с оврагами и водными преградами, на участках открытой прокладки трубопровода [4].

Известен также способ определения момента и места повреждения трубопровода, в котором скорость распространения волн давления определяют в двух сечениях трубопровода. Как известно, скорость распространения волн возмущения в среде зависит от температуры среды. Трубопроводы, особенно магистральные, имеют большую протяженность и пересекают многочисленные овраги и водные преграды, которые иногда бывают достаточно протяженными и из-за которых происходит изменение температуры перекачиваемой среды. Имеются также участки открытой прокладки трубопроводов. В стесненных условиях населенных пунктов газопроводы, например, прокладываются в нормативной близости от теплотрасс, а также зачастую пересекают их. Температура перекачиваемого продукта во всех этих местах отличается от температуры перед и за преградами (местами со значительными изменениями температуры), и это оказывает влияние на точность определения момента и места повреждения трубопровода.

При прохождении трубопровода через места значительного изменения температуры транспортируемый продукт меняет свою температуру ( $T$ ), в результате чего меняется и скорость ( $V$ ) прохождения волн возмущения, которая равна:

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}, \quad (1)$$

где  $\gamma = C_p/C_v$  – отношение теплоемкостей газа при постоянном давлении  $C_p$  и постоянном объеме  $C_v$ ;

$R$  – газовая постоянная;

$M$  – молярная масса газа.

Известно также, что скорость прохождения звуковой волны  $V_1$  как в жидкости, так и в газе зависит от температуры среды:

$$V_1 = V_0 + \alpha \Delta t, \quad (2)$$

где  $V_0$  – скорость прохождения звуковой волны в среде при начальной температуре  $T$ , м/сек;

$\Delta t$  – отклонение температуры среды от начальной  $T$ , град.

Учитывая, что величина измеренной температуры перекачиваемого продукта зависит от координаты трубопровода, т. е. места установки датчика, реагирующего на волны возмущения в трубопроводе, то и определяемая скорость прохождения волны возмущения также будет зависеть от координаты установки датчика. Датчики устанавливаются на концах контролируемого участка трубопровода. Кроме того, устанавливают датчики до и после мест значительных изменений температуры, что позволяет, зная координаты установки датчиков по трассе трубопровода и вводя соответствующие поправки, существенно повысить точность определения момента и места повреждения трубопровода. При прорыве трубопровода возникает отрицательная ударная волна, которая распространяется в обе стороны от места порыва с неизвестной скоростью. Эти сигналы в виде резкого изменения давления улавливаются датчиками повреждения трубопровода.

По разности прихода и фиксирования сигналов на контролируемые пункты (КП) вычисляется скорость  $V$  прохождения сигнала по трубопроводу, которая, даже в идеальном случае (отсутствие рек, морей, океанов, открытой прокладки трубопроводов, параллельно проложенных теплотрасс) отличается по величине в начале и конце трубопровода хотя бы из-за изменения по трассе трубопровода температуры, давления перекачиваемого продукта:

$$F = \frac{I}{t}, \quad (3)$$

где  $I$  – фиксированное расстояние между датчиками на КП1-КП2, КП3-КП4, м;

$t$  – разница времени прихода сигналов, сек.

Далее определяется средняя скорость прохождения сигнала на контролируемом отрезке трубопровода, которая вводится в выражение определения места повреждения трубопровода:

$$Ln = \frac{(L - V \cdot t)}{2}, \quad (4)$$

где  $Ln$  – расстояние до места повреждения трубопровода длиной  $L$ , м;

$t$  – разница времени прихода сигнала в конечные точки трубопровода, сек.

Таким образом, существуют различные методы обнаружения утечек газа в трубопроводах. Однако в большинстве случаев все они

имеют недостатки, которые заключаются в значительных временных затратах с момента утечки газа до его обнаружения. Поэтому требуются дальнейшие исследования и разработка эффективных методов обнаружения утечек газа. Очевидно, эти методы должны представлять комплекс математических моделей течения газа и инструментальных средств контроля режимов и автоматических средств отключения и опорожнения газопроводов [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алиев Р. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учеб. для вузов. – М. : Недра, 2011. – 368 с.
- 2 Чупин В. Р., Майзель Д. И. Обнаружение утечек газа из магистрального газопровода // Известия вузов : Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Изд-во ИрГТУ. – 2011.
- 3 Ионин Д. А. Современные методы диагностики магистральных газопроводов. – Л. : Недра, 1995. – 164 с.
- 4 Коршак А. А. Трубопроводный транспорт нестабильного газового конденсата М.:ВНИИОЭНГ, 2003. – 156 с.
- 5 Моделирование задач эксплуатации систем трубопроводного транспорта (Яковлев Е. Н. и др.), М. : ВНИИОЭНГ, 1999. – 195 с.

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПО СИСТЕМЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

ХАСЕНОВА М. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

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

Казахстан является одним из мировых лидеров по запасам нефти, газа и крупнейшим производителем нефтепродуктов, поэтому вопросы качества добываемой, перерабатываемой и транспортируемой продукции архиважные и имеют социально-экономическое значение. Достоверная информация о качестве выпускаемой продукции одинаково важна для поставщика и потребителя.

Качество нефти и нефтепродуктов связано не только с техническими, но и с экономическими, социальными и правовыми факторами. Действительно, сдача нефтепромыслов нефтепроводному

управлению недостаточно обессоленной, обезвоженной, с механическими примесями нефти приводит ко многим последствиям: экономическим (незапланированные затраты, связанные с перекачкой некондиционной нефти, затраты нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) на обезвоживание и обессоливание нефти); техническим (коррозия стен нефтепроводов) и др.

В данной работе дается обзор деятельности АО «КазТрансОйл», назначения системы измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов (СИКН) в схеме транспортировки нефтепродуктов, значимость метрологического обеспечения измерительных систем, участвующих в коммерческом учете нефтепродуктов.

АО «КазТрансОйл» является крупнейшей нефтепроводной компанией Республики Казахстан, оказывающей услуги по транспортировке нефти на внутренний рынок и на экспорт.

В 2016 году объем транспортировки нефти по системе АО «КазТрансОйл» составил 56 575 тыс. тонн, в том числе сдача нефти на экспорт в дальнее и ближнее зарубежье.

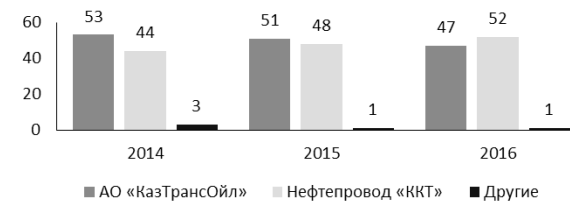


Рисунок 1 – Доля компании по транспортировке казахстанской нефти, %

Помимо основной деятельности по транспортировке нефти по территории Республики Казахстан АО «КазТрансОйл» осуществляет организацию транспортировки казахстанской нефти по трубопроводным системам других государств (операторская деятельность по единой маршрутизации). Установлены прочные партнерские отношения с нефтетранспортными компаниями России, Украины, Белоруссии и Азербайджана, осуществляющими транзит казахстанской нефти. Создана стабильная клиентская база и надежные договорные отношения с нефтяными компаниями (грузоотправителями) [1].

За последнее десятилетие в Казахстане существенно увеличился парк автотранспортных средств, что привело к росту потребления нефтепродуктов, в реализации которых участвуют поставщики различных

компаний. В цепи движения нефтепродуктов от производителя к потребителю может насчитываться до десятка различных компаний (НПЗ, нефтебаза, товарно-сырьевая биржа, АЗС и т.п.). Важная роль в процессе передачи прав собственности (купле-продаже) играют измерения количества и качества нефтепродуктов, которые проводятся, в том числе при их хранении, транспортировании и наливе (заправке).

При транспортировке нефти и нефтепродуктов условно различают оперативный и коммерческий учет нефти и нефтепродуктов. Оперативный учет осуществляется в пределах одной организации системы АО «КазТрансОйл» для оперативного контроля и оценки результатов хозяйственной деятельности. Коммерческий учет (учетные операции) осуществляются при сдаче, приемке нефти и нефтепродуктов между поставщиками и потребителями, что соответствует положениям закона Республики Казахстан № 53-ІІ «Об обеспечении единства измерений» [2].

Основными задачами ведения учетных операций являются:

- планирование и осуществление операций по приему, сдаче, перекачке, перевалке, сливу/наливу нефти, с обеспечением достоверного учета и контроля качества нефти и нефтепродуктов;
- определение количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов;
- проведение инвентаризации нефти и нефтепродуктов;
- проведение операций по компаундированию и хранению нефти и нефтепродуктов;
- оформление приемо-сдаточных документов и отчетной документации;
- контроль за выполнением таможенных требований при перемещении нефти через государственную границу Республики Казахстан [2].

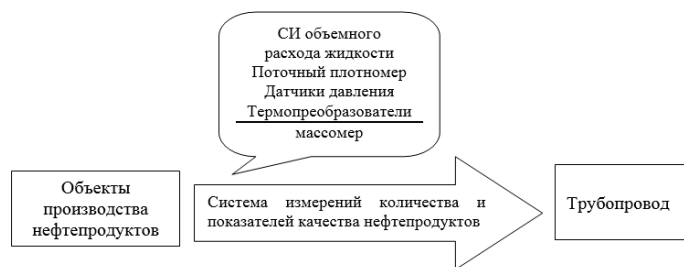


Рисунок 2 – Измерительная система учета нефтепродуктов в схеме транспортировки нефтепродуктов

Операции по приему/сдаче нефти и нефтепродуктов осуществляются на приемо-сдаточных пунктах (ПСП).

В качестве основной схемы учета нефти и нефтепродуктов на ПСП применяют СИКН, реализующие методы динамических измерений массы нефти и нефтепродуктов. Учет нефти и нефтепродуктов на ПСП с применением СИКН осуществляется в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН.

СИКН предназначена для:

- измерения массы (объема) нефти и нефтепродуктов методом прямых или косвенных динамических измерений;
- измерения технологических и качественных параметров нефти и нефтепродуктов (плотность, вязкость, влагосодержание, давление, температура);
- отображения (индикации), обработки и регистрации результатов измерений.

В общем случае СИКН состоит из технологической части и системы сбора и обработки информации.

Основной состав технологической части:

- блок фильтров (БФ);
- блок измерительных линий (БИЛ);
- блок измерения качества нефти (БИК);
- блок поверочной установки (БПУ);
- система обработки информации (СОИ).

В состав технологической части могут входить также:

- узел регулирования расхода и давления;
- узел подключения передвижной;
- технологические и дренажные трубопроводы.

По требованию Заказчика СИКН может быть:

- открытого исполнения – основой является рамочная конструкция для установки на открытой площадке либо в помещении;
- закрытого исполнения – оборудование размещается в блок-боксе, который имеет сварной металлический каркас с теплоизоляцией.

Определение показателей качества нефти и нефтепродуктов проводят в аккредитованной испытательной лаборатории сдающей или принимающей стороны, определенной инструкцией (регламентом) о взаимоотношениях сторон при ведении товарно-коммерческих операций [3].

В составе СИКН применены средства измерений (СИ), внесенные в реестр государственной системы обеспечения единства измерений

Республики Казахстан, поверенные и допущенные к применению в установленном порядке в Республике Казахстан.

Согласно ГОСТ 8.587-2006 предел относительной погрешности измерения массы брутто нефти не должна превышать  $\pm 0,25\%$ , а предел относительной погрешности массы нетто нефти не более  $\pm 0,35\%$ .

Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКН должны удовлетворять следующим требованиям, представленным в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Требования к метрологическим характеристикам СИ

Тип СИ	Пределы допускаемой погрешности СИ	Значение показателя
Основные СИ		
Массовый расходомер	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения массового расхода в рабочем диапазоне расходов, % не более	$\pm$
Преобразователь плотности	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения плотности, кг/м <sup>3</sup> не более	$\pm$
Преобразователь температуры	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С не более	$\pm 0,2$
Термометр	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С не более	$\pm 0,2$
Преобразователь давления	Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения давления, % не более	$\pm 0,5$
Манометр	Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения давления, % не более	$\pm 0,6$
Система обработки информации (СОИ)	Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования информации, % не более	$\pm 0,05$

Принцип действия СИКН основан на использовании косвенного метода динамических измерений массы нефти, реализованного с помощью турбинных преобразователей объемного расхода, поточных преобразователей плотности, вязкости, преобразователей температуры, давления и системы обработки информации. Выходные сигналы преобразователей поступают на соответствующие входы СОИ, которое преобразует их и вычисляет массу нефти как произведение объема и плотности, приведенных к одним и тем же условиям.

Основные причинами для реконструкции СИКН являются достижение бесперебойной работы системы учета нефти и повышения пропускной способности.

Проблема нехватки пропускной способности пунктов сдачи и приемки нефти в настоящее время является наиболее актуальной. Данная проблема связана с постоянно увеличивающимися объемами добычи нефти на месторождениях. Другими словами, постоянно возрастает объем передаваемой между узлами нефти, и в некоторый момент оборудование узла учёта перестает справляться с нагрузками, что заставляет узлы снизить скорость подачи нефти, следовательно, процессы требующие поступления нефти на узел учета вынуждены простаивать в ожидании. Решением этой проблемы является разработка и запуск нового проекта СИКН с наибольшей пропускной способностью, которая может быть достигнута увеличением количества измерительных линий, работающих без перебоя, а также выбором экономически эффективного и рационального измерительного оборудования.

Таким образом, совершенствование технологического комплекса СИКН, обеспечивающее повышение точности коммерческого учета нефти и нефтепродуктов, является одним из наиболее эффективных направлений инвестирования в производстве, дает отдачу в виде увеличения объема реализации нефти и сокращения ее себестоимости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Годовой отчет АО «КазТрансОйл», 2016. Электронный ресурс: <http://www.kaztransoil.kz/doc/ru/3270.pdf>.

2 Закон Республики Казахстан № 53-ІІ «Об обеспечении единства измерений».

3 Ханов, Н. И. Роль метрологии в решении проблем нефтяного комплекса страны. Электронный ресурс: <http://www.vniim.ru/book-khanov2.html>.

4 ГОСТ 8.587-2006 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛОННЫ ДЕИЗОГЕКСАНИЗАТОРА

ШАРАПИДЕНҰЛЫ А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Колонна-деизогексанизатор – Ректификационная колонна, предназначена для извлечения изогексана и пентанов из стабилизированных продуктов реактора. Как правило, сырьем для этой колонны служат кубовые продукты стабилизационной колонны. Кубовые продукты стабилизационной колонны подаются в колонну-деизогексанизатор при контроле уровня. Подача тепла в колонну осуществляется с помощью парового рубойлера, как правило, с использованием пара низкого давления при контроле расхода конденсата. Входная подача тепла регулируется, чтобы генерировать требуемый расход на линии орошения. Пар, отводимый из верхней части колонны, полностью конденсируется в воздушном холодильнике. Часть паров проходят в обход воздушного конденсатора при контроле давления паров головного погона. Рабочее давление в линии головного погона колонны, как правило, составляет около  $0,7 \text{ кг/см}^2$ . Продукт головного погона колонны, в основном это углеводороды C5 и диметилбутаны, отправляется на хранение при контроле расхода, который управляется регулятором температуры TRC в колонне-деизогексанизаторе, расположенном над одной из верхних тарелок. Увеличение температуры в тарелке будет указывать на движение тяжелых метилпентанов вверх по колонне, что потребует увеличение расхода на линии орошения. Повышение показателей регулятора температуры TRC перекроет поток продукта, что вызовет увеличение уровня в ресивере продуктов головного погона, что, в свою очередь, ведет к автоматическому увеличению расхода на линии орошения, который управляется по уровню в ресивере. В некоторых случаях, контрольно-измерительные приборы, установленные на линиях продуктов головного погона колонны и орошения работают совместно с устройством сложения сигналов, которое будет регулировать расход на линии орошения в соответствии с изменениями в расходе продукта (дистиллята), для того чтобы поддерживать постоянный общий расход. Таким образом, расход на линии орошения регулируется согласно изменениям температуры на контрольной тарелке до изменений уровня в ресивере, благодаря чему расход на линии орошения быстрее реагирует на изменение температуры на контрольной тарелке. Продукт головного погона, как правило, направляется непосредственно в

хранилище. Очень часто часть жидких продуктов головного погона используется для регенерации осушителей. После использования в осушителях продукты также отправляются в хранилище. Кубовые продукты из колонны – деизогексанизатора отправляются на хранение вместе с продуктами головного погона. Расход кубовых продуктов из колонны, как правило, является небольшим. Они выходят из колонны при контроле расхода. Эксплуатация колонны- деизогексанизатора довольно проста. Основное руководство – следует удалить все пентаны и 2-2 диметилбутан в качестве головного погона колонны, при этом минимизировать содержание 3 метилпентана в головном погоне. Состав продуктов головного погона колонны устанавливается с помощью заданных значений регулятора температуры TRC. Тепло подается в колонну со скоростью, которая оптимизирует расход на линии орошения, сохраняя нормальный уровень содержания метилпентана в продуктах головного погона колонны. Давление в колонне должно контролироваться в соответствии с расчетным значением. Поток рециркуляции колонны-деизогексанизатора отбирается как нижний боковой погон. Нижний боковой погон закачивается обратно в осушители жидкого сырья при контроле расхода. Регулятор расхода, как правило, управляется с помощью регулятора температуры в нижней части колонны. Присутствие тяжелых фракций в потоке бокового погона должно быть сведено к минимуму, чтобы обеспечить лучшую производительность в реакторной секции Repex. Большая часть циклогексана и C7 + сырья должно быть отведена из нижней части колонны. По причине того что если C7 попадут в боковой погон при рециркуляции вернуться обратно в реактора то произойдет перепад по температуре и будет наблюдаться не стабильная работа реакторов изомеризации. C7 подвергаются гидрокрекингу довольно легко и превращаются в C3 и C4, а те, которые не проходят гидрокрекинг, изомеризуются с образованием смеси с более низким октановым числом, чем получается при использовании C5 и C6, и, таким образом, ухудшают общее октановое число продукта. Нафтенy C7 имеют то же негативное влияние, что и нафтенy C6. При увеличении температуры в нижней части колонны, это свидетельствует о том, что состав потока становится тяжелее. Регулятор температуры TRC под точкой отбора бокового погона затем вызовет уменьшение расхода бокового погона. Далее потребуются увеличение отбора кубовых продуктов, для того чтобы вытеснить тяжелые фракции и регулировать уровень кубовых продуктов. Октановое число головного погона задается двумя независимыми параметрами. 1. Содержание пентанов в

дистилляте. Общее количество пентана в этом потоке устанавливается составом сырья. Содержание изопентана затем задается степенью изомеризации  $C_5$  в реакторах. Для данного состава сырья октановое число дистиллятов повышается за счет максимизации соотношения изо- $C_5$ / парафины  $C_5$  в дистиллятном продукте. Поскольку пентаны в продукте обрабатываются «однократно» (без рециркуляции), чем выше концентрация пентанов в сырье, тем ниже будет октановое число продукта. Содержание 2-метилпентана и 3-метилпентана в дистиллятах. Поскольку эти компоненты имеют октановое число смешения около 75, то чем выше их концентрация в дистиллятном продукте, тем меньше будет октановое число. Поскольку устранение всех метилпентанов потребует; а) больше тарелок, б) больший расход на линии орошения, и в) дополнительной рециркуляции к реакторной секции, должен быть найден экономический компромисс для регулирования октанового числа продукта относительно потребления энергоресурсов. Обычно, около 80 процентов метилпентанов поступают в потоке рециркуляции обратно к реакторной секции. Если требуется продукт с более высоким октановым числом, то расход на линии орошения колонны должен быть увеличен, расход дистиллятов снижен и рециркуляция жидкости к осушителям увеличена.

Образование тяжелой фракции  $C_7+$  из циклического сырья  $C_6$  в реакторах. Это явление в катализаторе изомеризации во многом остается неисследованным, и механизм этой реакции неизвестен. Виды сырья с высоким X-Фактором при высоких температурах в реакторе, низком давлении и низком соотношении  $H_2/HC$  способствуют образованию тяжелых фракций. Предполагается, что нафтеносодержащие углеводороды  $C_6$  не только имеют тенденцию к раскрытию кольца (гидрокрекинг), но также могут вступать в реакции алкилирования с образованием тяжелых нафтеносодержащих  $C_7$ . Таким образом, образование тяжелой фракции  $C_7+$  в кубе колонны деизогексанизации неизбежно.

А еще надо не забывать влияние состава сырья на октановое число (рис.1).

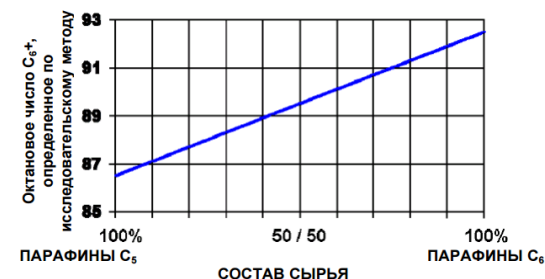


Рисунок 1 – Зависимость октанового числа колонны деизогексанизатора от состава сырья

На этом рисунке мы видим насколько максимально можно получить октановое число за счет состава сырья.

А так же мы знаем, что продукты куба колонны деизогексанизации имеют низкое октановое число, по этой причине перевести куб колонны деизогексанизатора на риформинг или в колонну разделения нефти является оптимальным выходом для повышения качества товарного изомеризата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Чеканцев Н.В. Оптимизация реакторного оборудования и условий промышленной эксплуатации процесса изомеризации пентан – гексановой фракции. Автореферат, Томск-2009. – 3 с.

2 Технологический регламент комбинированной установки изомеризации и сплиттера нефти ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар., 2016. – 44-48, 109 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРА

ШАРИПОВА А. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПАК Л. В.

начальник сектора оценки и развития персонала,  
руководитель учебного центра ТОО «ПНХЗ», г. Павлодар

НЕСМЕЯНОВА Р. М.

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

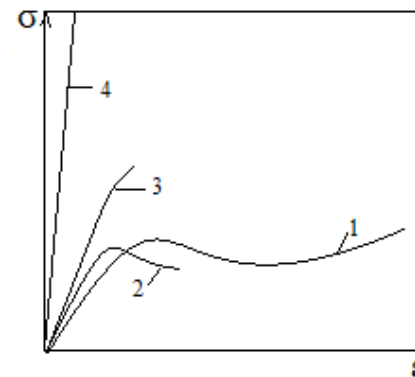
Наполнитель, как один из компонентов, играет ведущую роль в формировании основных характеристик при введении в полимер, в первую очередь – прочностных. Одним из существенных факторов его влияния на свойства системы полимер-наполнитель является формирование переходного слоя, в котором макромолекулы полимера частично утрачивают сегментальную подвижность в результате сорбции на поверхности наполнителя. Это неизбежно приводит к уменьшению относительного удлинения при разрыве. При использовании в качестве наполнителя дисперсных частиц снижение относительного удлинения, как правило, сопровождается ухудшением ударных характеристик у большинства материалов на основе жесткоцепных полимеров (ПС, ПВХ, полиформальдегид). Наполненные материалы на основе полимеров с гибкими цепями (полиэтилен, полипропилен, полиамиды) менее чувствительны к ударным воздействиям.

Дисперсные частицы непосредственного влияния на прочность наполненного полипропилена не оказывают, их собственные прочностные характеристики имеют минимальное значение – практически когезионного разрушения частиц дисперсного наполнителя не наблюдалось. Вклад таких частиц в формирование прочностных свойств композита определяется главным образом физико-химическими процессами на поверхности раздела полимер-наполнитель (смачивание, адгезия, пористость) и формированием переходного слоя, его толщиной и подвижностью полимерных цепей в нем [1].

Полимеры, содержащие дисперсные наполнители, которые равномерно распределены в материале, чаще всего, характеризуются изотропией свойств, оптимум которых достигается при степени наполнения, обеспечивающей адсорбцию всего объема связующего поверхностью частиц наполнителя. При повышении температуры и давления часть связующего десорбируется с поверхности наполнителя,

благодаря чему материал можно формовать в изделия сложных форм с хрупкими армирующими элементами. Дисперсный наполнитель уменьшает усадку при прессовании, повышает жесткость и твердость изделий из композитных материалов, а в отдельных случаях – изделия приобретают специфические свойства, например, электро- и теплопроводность, стойкость к действию электромагнитного и проникающего излучения и др. Введение в полимер дисперсных наполнителей целесообразно для создания материалов массового производства, более технологичных, с невысоким уровнем прочностных характеристик. Дисперсные наполнители вводят в термопласты с высокой энергией разрушения для снижения их стоимости, повышения жесткости и прочности при сжатии и улучшения их технологических характеристик при переработке. При этом их прочность при растяжении и ударная вязкость снижаются вследствие уменьшения доли полимера в наполненной композиции.

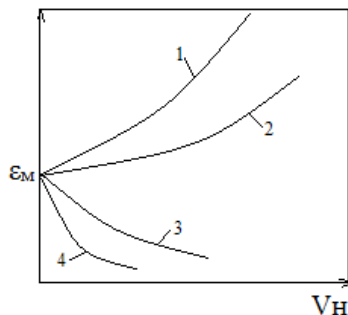
На рисунке 1 приведены сравнительные зависимости напряжения от деформации при введении в матрицу-полимер различных видов наполнителей.



1 – исходные полимеры, 2 – дисперсно-наполненные,  
3 – наполненные короткими волокнами,  
4 – наполненные непрерывными волокнами  
Рисунок 1 – Зависимость напряжения от деформации при  
растяжении наполненных полимеров [2]

Введение твердых и жестких частиц приводит к повышению модуля упругости (E), а мягких, эластичных или газообразных наполнителей – к его снижению (рисунок 2).

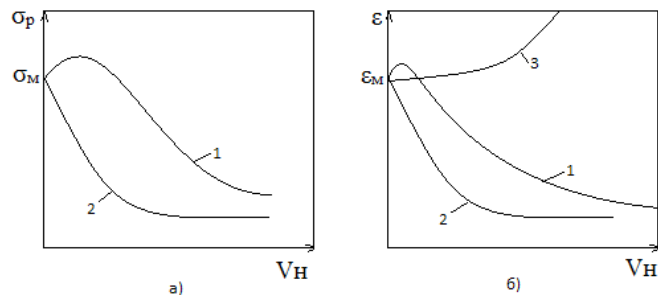




1,2 – твердые наполнители, 3 – эластичный наполнитель,  
4 – газообразный наполнитель

Рисунок 2 – Зависимость модуля упругости системы полимер-наполнитель от содержания наполнителя [2]

Прочностные свойства наполненных пластиков возрастают с увеличением степени наполнения до определенного предела, соответствующего предельно упрочненному полимеру в межфазных слоях (рисунок 3). Частицы наполнителя являются концентраторами напряжений, что может привести к хрупкости системы полимер-наполнитель при наполнении. Для стеклообразных и термореактивных полимеров прочность при растяжении ПКМ практически не повышается по сравнению с прочностью матрицы, а для высокоэластичных полимеров её повышение незначительно.



1 – высокодисперсный наполнитель,  
2 – крупнозернистый наполнитель

Рисунок 3 – Зависимость прочности при растяжении (а) и относительного удлинения при разрыве наполненных полимеров (б) от объемной доли наполнителя ( $d_1 < d_2$ ) наполненных твердыми (1, 2) и эластичными (3) частицами [2]

Вне зависимости от формы и размера частиц, введение наполнителя в полимерную матрицу приводит к возникновению в системе фазовой гетерогенности. С увеличением степени наполнения равномерность распределения частиц возрастает, но структурная неоднородность может сохраняться до высоких степеней наполнения [2].

Основными характеристиками наполнителя является форма частиц ( $k_0$  – коэффициент формы); размер и распределение частиц по размерам (диаметр, кривая распределения частиц); удельная поверхность (общая, геометрическая, внутренняя); пористость частиц (объем, размер пор); насыпная и истинная плотность ( $\rho_{нас}$ ,  $\rho_{ист}$ ); максимальная объемная доля ( $\phi_{max}$ ).

Значение  $k_0$  меняется от 2,5 для шарообразных (стеклосферы, кварцевый песок) до 5,9 для эллипсоидных частиц. Большинство наполнителей имеют неправильную форму частиц.

Размеры частиц наполнителей изменяются от 7 нм до 50 мм. Дисперсные наполнители по размеру частиц делятся на крупнодисперсные (диаметр  $d > 40$  мкм), среднедисперсные ( $40 \text{ мкм} < d < 10$  мкм), высокодисперсные ( $10 \text{ мкм} < d < 1$  мкм) и ультрадисперсные ( $d < 1$  мкм). Реальные наполнители всегда характеризуются кривой распределения частиц по размерам, т.е. имеют различный гранулометрический состав. По кривой распределения частиц по размерам определяют средний размер частиц данного наполнителя.

Общая удельная поверхность  $S_{об}$  ( $\text{м}^2/\text{г}$ ) является мерой площади поверхности 1 г дисперсного наполнителя. Величина удельной поверхности наполнителя в системе полимер-наполнитель указывает на протяженность границы раздела фаз и долю граничного слоя. Для наполнения полимеров используются соединения с  $S_{уд}$  от 0,01 до 300  $\text{м}^2/\text{г}$ .

Общая удельная поверхность частиц наполнителя ( $S_{об}$ ) характеризует размер частиц, зависит от их пористости и равна сумме внутренней ( $S_{вн}$ ) и геометрической ( $S_r$ ) поверхности наполнителей.

Удельную геометрическую поверхность наполнителя  $S_g$  любого гранулометрического состава можно рассчитать по формуле (1):

$$S_g = \frac{k}{\rho_{ист}} * \sum \frac{dw}{x} \quad (1)$$

где  $dw$  – массовая доля данной фракции наполнителя;

$x$  – средний диаметр частиц соответствующей фракции;

$k$  – коэффициент, учитывающий форму частиц (для сферы – 6, для призмы – 12, для пластины – 18, для чешуйки – 20-30).

Внутреннюю поверхность пористого наполнителя рассчитывают, как разность  $S_{об}$  и  $S_r$ . Значение  $S_{вн}$  для пористых наполнителей может в 10-100 раз превышать  $S_r$ .

Удельная поверхность частиц наполнителя ( $S_{уд}$ ) характеризует размер частиц и зависит от их пористости. Различают общую ( $S_{об}$ ), внутреннюю ( $S_{вн}$ ) и геометрическую ( $S_r$ ) поверхность наполнителей (2), причем:

$$S_{об} = S_r + S_{вн} \quad (2)$$

К основным параметрам наполнителя относят его истинную и насыпную плотности. Для пористых и агрегирующих наполнителей насыпная плотность всегда ниже, чем для непористых частиц.

На рисунке 4 приведена зависимость  $\phi$ ,  $V_n$  и  $S_{уд}$  для узких фракций дисперсного наполнителя (карбида бора) от диаметра частиц.

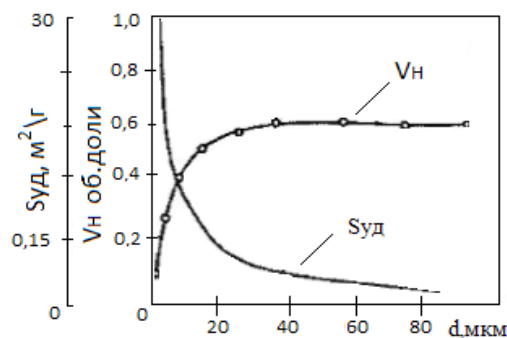


Рисунок 4 – Зависимость максимальной объемной доли и удельной поверхности наполнителя от диаметра частиц [3]  $S_{уд}, \text{м}^2/\text{г}$

Пористые наполнители бывают с открытыми и закрытыми порами. О внутреннем объеме пор судят по разности между истинной и кажущейся плотностью наполнителя, по количеству поглощенной низкомолекулярной жидкости. При введении пористого наполнителя в полимер последний может полностью или частично заполнять поры, или совсем в них не проникать. Степенью пропитки можно регулировать прочностные, тепло- и звукоизоляционные характеристики наполненных пластмасс. Особое место занимают легкие полые дисперсные наполнители в виде частиц шарообразной формы – полые микросферы, которые получают промышленными методами. Введение полых микросфер в полимеры позволяет получать легкие прочные газосодержащие материалы со строго заданными

параметрами структуры, получившие название сферопластов или синтактных пен [3, 4].

Некоторые дисперсные наполнители:

Белая сажа – синтетический мелкодисперсный порошок, при введении в полимер увеличивает влагостойкость и показатели электроизоляционных свойств, а также способствует улучшению его переработки.

Бентонит – природный дисперсный наполнитель с частицами пластинчатой формы. При введении в полимер увеличивается стойкость его к растрескиванию, стабильность размеров, теплостойкость.

Каолин – природный порошкообразный наполнитель. При введении в полимер увеличивает стабильность его размеров, влаго-, тепло- и химическую стойкость, жесткость, твердость, показатели антифрикционных свойств.

Мел – при введении в полимер увеличивает стабильность его размеров, жесткость, твердость, теплостойкость, облегчает легкость переработки.

Также в качестве наполнителей используются диоксид кремния, аэросил, сажа, порошки металлов, слюда, тальк, фториды, сульфаты и сульфиды металлов, полые микросферы (стеклянные, из оксида алюминия, оксида циркония, фенолформальдегидной смолы) и т.д. [5].

Таким образом, при введении дисперсных наполнителей физико-механические свойства (прочность) дисперсно-наполненных полимеров, как правило, возрастает с увеличением содержания наполнителя до определенного предела. Так же на прочность дисперсно-наполненных полимеров оказывают влияние характеристики наполнителя: форма и размер частиц, удельная поверхность и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кербер М. Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. А. А. Берлина. – Санкт-Петербург : Профессия, 2008. – 560 с., ил.
- 2 Наполнители композиционных материалов [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.detalmach.ru/composit1.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
- 3 Бондалетова Л. И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск : Издательство: Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

4 Власов С. В. Основы технологии переработки пластмасс: учебник для вузов/ С. В. Власов, Л. Б. Кандырин, В. Н. Кулезнев и др. – М. : Химия, 2004. – 600 с.; ил.

5 Бабаевский П. Г. Наполнители для полимерных композитных материалов: справочное пособие; пер. с англ./Под ред. П. Г. Бабаевского. – М. Химия, 1981. – 736 с., ил. – Нью-Йорк : Ван Ностранд Рейнольда., 1978.

## ВЛИЯНИЕ И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В СОСТАВЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ

ШОКПАРОВА К. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Одной из основных целей является проведение сравнительного исследования, получаемых показателей результатов анализа отдельных фракций установок атмосферной перегонки нефти, установок каталитического крекинга, гидроочистки, а также рассмотрение наиболее оптимальных методов снижения сернистых соединений в составе нефтепродуктов.

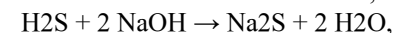
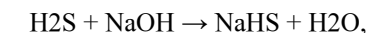
В нефтях сера встречается в виде растворенной элементарной серы, сероводорода, меркаптанов, сульфидов, дисульфидов и производных тиофена, а также в виде сложных соединений, содержащих одновременно атомы серы, кислорода, азота в различных сочетаниях.

Физико-химические характеристики нефтей Казахстанских месторождений связаны со значительным содержанием  $H_2S$  и составом органических соединений серы, особенно присутствием меркаптанов и дисульфидов [1, с. 25].

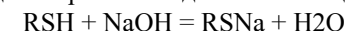
Установлено, что меркаптаны нефти казахстанских месторождений представлены алифатическими (в основном  $C_5H_{11}SH$  и  $C_8H_{17}SH$ ) соединениями.

Меркаптаны обладают слабокислыми свойствами, поэтому могут реагировать с оксидами тяжелых металлов или гидроксидами щелочных металлов с образованием меркаптидов. Поэтому эффективным способом является щелочная очистка. Данный вид очистки наиболее подходит для легких фракций нефти, например, бензино-лигроиновой, т.к. в них содержатся преимущественно низкомолекулярные сернистые соединения (сероводород, легкие меркаптаны).

При щелочной очистке сероводород реагирует с образованием кислых и средних солей:



Меркаптаны дают при взаимодействии со щелочью меркаптиды



Меркаптаны термически нестабильны, особенно высокомолекулярные гомологи, которые могут разлагаться при температуре ниже  $100^\circ C$ . Низшие меркаптаны при нагревании до  $300^\circ C$  разлагаются с образованием сульфида и сероводорода, а при более высоких температурах образуется соответствующий алкен и сероводород.

Циклические и ароматические сульфиды более термически стойки. Они разлагаются при нагревании до  $400-450^\circ C$ . При нагревании таких сульфидов в присутствии алюмосиликатов – катализаторов каталитического крекинга - происходит их разложение с образованием сероводорода, меркаптанов и соответствующих углеводородов.

Тиофены химически малоактивны и термостойки, чем, видимо, объясняется наличие серы в пиролизных смолах и даже в нефтяном коксе.

Меркаптаны и сульфиды сравнительно легко окисляются. В мягких условиях окисления из меркаптанов образуются дисульфиды:

Окисление сильным окислителем ( $HNO_3$ ) приводит к образованию сульфокислот. При окислении сильными окислителями сульфидов образуются последовательно сульфоксиды и сульфоны [2, с. 52].

Все серосодержащие соединения нефти, кроме низших меркаптанов, химически нейтральны и очень близки по свойствам к аренам нефти. Существующие лабораторные и промышленные методы разделения, такие, как сульфирование, адсорбционная хроматография, экстракция, разделение с помощью комплексообразования, ректификация и другие, малоэффективны и неприемлемы для промышленного применения. Поэтому для удаления серосодержащих соединений из нефтяных фракций используют гидрирование.

Гидрогенолиз является характерной реакцией для всех групп органических соединений серы:

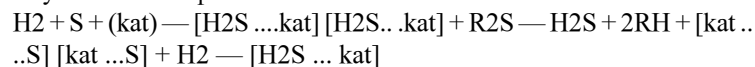


Как видно из схемы, она основана на селективном гидрогенолизе C - S -связей и приводит к образованию сероводорода и углеводородов. В результате возможно снизить содержание серы на 85–97 %.

Управляющие факторы процесса - давление водорода, температура процесса, тип и активность катализатора.

Катализаторами гидродесульфирования могут быть оксиды (или сульфиды) кобальта, молибдена, вольфрама, никеля, железа, а также их смеси на подложке из оксида алюминия.

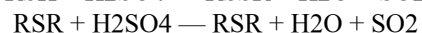
Например, схема реакции сераорганических веществ с сульфидированным катализатором  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CoO-MoO}_3$  (kat) по данным Института химии нефти РАН такая:



Одновременно идут реакции гидрокрекинга, дегидрируются нафтеновые углеводороды, возможны процессы дегидроциклизации парафиновых углеводородов.

Данный процесс широко используется в промышленности для очистки легких и средних дистиллятов. Успешное развитие процессов обессеривания других фракций, вероятно, будет определяться достижениями в области создания новых катализаторов.

Сернокислотная очистка – наиболее старый метод, заключающаяся в смешении продукта с небольшим количеством серной кислоты (90–93%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) при обычной температуре. При этом меркаптаны окисляются до дисульфидов, сульфиды до сульфоксидов, тиофаны и тиофены до сульфоксидов.



Используют два способа получения нефтяных сульфоксидов и сульфонов. По первому способу из исходной нефтяной фракции экстракцией избирательными растворителями выделяют концентрат сульфидов, а после подвергают его окислению. Второй способ заключается в окислении серосодержащих веществ непосредственно в нефтяной фракции и последующем извлечении сульфоксидов методом жидкостной экстракции.

Наряду с серной кислотой в качестве окислителей могут быть применены азотная кислота, персульфат калия, оксиды азота (нитрозные газы), гипохлориты, пероксид водорода и его производные, озон. Использование многих из названных окислителей может быть неприемлемо в промышленных условиях из-за низкой селективности,

малых выходов целевых продуктов, побочных явлений или весьма ограничено из-за дороговизны окислителя.

Биодесульфуризация – микробное обессеривание нефти, основанное на аэробных и анаэробных трансформациях органических соединений серы. При этом в итоге образуется легко удаляемые водорастворимые продукты. Главная задача, решаемая исследователями в этих процессах, – избирательное удаление серы без заметной деградации остальных компонентов нефти [4, с. 36].

Перечисленные приемы удаления сероводорода из нефти не могут обеспечить глубокую очистку нефти. Поэтому авторами настоящей работы представлен обзор по способам обессеривания нефтепродуктов и установлению оптимальных условий при щелочной очистке и гидрировании.

Содержание серы в дизельном топливе ЗАО «Ванкорнефть» не превышает 350 ppm, что соответствует 3 экологическому классу (К3), дизельное топливо ДТ-3 по ГОСТ Р 54283-2010 (дизельное топливо для автомобильных дизельных двигателей класса 3 в соответствии с приложением 2 технического регламента). Для улучшения качества топлива до классов К4 и К5 по требованиям технического регламента необходимо снизить содержание серы до 50 и 10 ppm, соответственно.

Для этого, мы предлагаем окислительное обессеривание топлива. Осадки при окислении топлив, образуются при участии серосодержащих соединений. Полученные в результате окисления полярные продукты удаляются методами адсорбции.

Окисление проводили кислородом воздуха в окислительной установке барботажного типа без катализатора при температуре 150 °С в течение 5 часов (100 мл ДТ, расход воздуха 10 л/ч). Окисленные дизельные фракции характеризуются [5, с.15] улучшенными смазывающими и цетановыми свойствами вследствие образования в дистиллятных фракциях пероксидов, являющихся цетаноповышающими добавками, и кислородсодержащих соединений (вторичных продуктов окисления), обладающих повышенными смазывающими свойствами. Кроме этого, окисленное дизельное топливо характеризуется лучшей приемистостью к присадкам.

Адсорбцию проводили на угле активном древесном ГОСТ 6217-74 марки БАУ-А, отношение массы образца к массе сорбента 4:1. Активный уголь марки БАУ-А имеет широкий диапазон пор, сильно развитую общую пористость. Величина удельной поглощающей поверхности 700–800 м<sup>2</sup> на 1 г угля.

Адсорбция на активированном угле позволила снизить содержание серы в исходном дизельном топливе производства на 33,5 %, а окислительное обессеривание топлива с последующей адсорбцией снизило содержание серы на 54,3 %.

ГХ/МС анализ дизельного топлива позволил обнаружить замещенные тиофены.

Для выделения и анализа серосодержащих соединений была проведена экстракция дизельной фракции серной кислотой, затем – рекстракция разбавленного сернокислотного экстракта диэтиловым эфиром. ГХ/МС анализ эфирного экстракта показал присутствие меркаптана замещенного ароматического тиола.

Для улучшения результатов мы предполагаем в дальнейшем провести окисление сернистых соединений топлива в присутствии катализаторов окисления, в качестве которых можно использовать соли тяжелых металлов.

Так, соли железа Fe (III) нитрат и Fe (III) бромид использовались [6, с.89] как катализаторы окисления на модели реактивного топлива (MJF) и на реальном реактивном топливе (JP-8) при окислении молекулярным кислородом, они эффективно превращали бензотиофены жидкого углеводородного топлива в сульфоны и/или сульфоксиды при комнатной температуре и атмосферном давлении. Топливо MJF является экспериментальной моделью (имитирование моноароматических соединений как в коммерческом реактивном топливе), а JP-8 реальное реактивное топливо с S=717 ppm.

Экспериментальная часть состояла в том, что соли железа смешивали, затем измельчали в тонкодисперсный порошок и обозначали Fe-Fe. Далее Fe-Fe смешивали в течение 5 мин с активированным углем в соотношении 1/2 или 1/3 и обозначали: Fe-Fe/АСМВ – ½. Адсорбенты сушили в шкафу при 110 °С в течение 2 часов. Адсорбция сероорганических соединений после окисления топлива проводилась на активированном угле также при комнатной температуре и атмосферном давлении. Fe (III) соли являются эффективными в преобразовании бензотиофеновых соединений, существующих в жидком углеводородном топливе в сульфоны и/или сульфоксиды. Результаты показали, что молекулярный кислород участвует в окислении непосредственно. Так как активированный уголь имеет более высокую способность к адсорбции сульфонов и сульфоксидов, чем тиофеновых соединений, то можно утверждать, что двухступенчатая система Fe-Fe/АСМВ является более эффективной, даже при при комнатной температуре и атмосферном давлении.

Окисление проводили с катализатором в соотношении образец/ катализатор 21:1(вес.) при температуре 25 °С в течение 2 часов в присутствии O<sub>2</sub>. Адсорбцию проводили при соотношении образец/ адсорбент 21:1(вес.) при температуре 25 °С в течение 3 часов. Исследователям удалось понизить содержание серы в топливе-модели (MJF) на 99,5 % и в реактивном топливе (JP-8) на 82,4 % соответственно.

Значительные преимущества проектной работы заключаются в том, что данным методом удастся окислять соединения серы в топливе в присутствии молекулярного кислорода (или воздуха) при комнатной температуре и атмосферном давлении. Следовательно, этот метод более энергоэффективен, экономически эффективен и экологически чист по сравнению с другими методами, известными нам в настоящее время. Таким образом, разработанный в лабораторных условиях метод позволяет нам, в дальнейшем, спроектировать реактор для последующего внедрения в производство. Метод окислительного обессеривания - перспективный процесс для глубокой десульфурации жидкого углеводородного топлива.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богомолов А.И. и др. Химия нефти и газа // Под ред. В. А. Проскурякова – СПб.: Химия, 1995 - 446 с.
- 2 Справочник нефтепереработчика / Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина// - СПб.: Химия, 1986 - 648 с.
- 3 Черножуков Н. И. Технология переработки нефти и газа. Ч. 3-я Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. – СПб.: Химия, 1978. - 424 с.
- 4 Справочник нефтехимика. Том 1 // Под ред. С.К. Огородникова – СПб.: Химия, 1978. – 496 с.
- 5 Е.Б. Кривцов, А.К. Головкин. / Превращения сернистых соединений дизельной фракции в процессах окислительного обессеривания. Материалы VII Международной конференции «Химия нефти и газа». //Томск: Издательство Института оптики атмосферы СО РАН, 2009.- С.592-595.
- 6 Левинбук М. И./ Крекинг на микросферическом катализаторе. // Химия и технология топлив и масел. – 1999. – No. 6.– с. 21-22.
- 7 Капустин В. М., Гуреев А. А. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы (учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). –Москва: КолосС. – 2008. – 334 с: ил.

## К ВОПРОСУ О ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

ШОКПАРОВА Т. Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

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

Целью работы является метрологическое обеспечение испытаний и эксплуатации магистральных нефтепроводов.

С целью поддержания пропускной способности и предупреждения скапливания воды и внутренних отложений, а также для подготовки участка нефтепровода к внутритрубной инспекции и переиспытаниям должна проводиться очистка внутренней полости МН пропуском очистных устройств.

Существуют следующие виды очистки:

- периодическая: для удаления парафиновых отложений, скоплений воды и газа с целью поддержания проектной пропускной способности нефтепроводов и предупреждения развития их внутренней коррозии;

- целевая: для удаления остатков герметизаторов после проведения ремонтных работ на ЛЧ МН;

- преддиагностическая: для обеспечения необходимой степени очистки внутренней полости МН в соответствии с техническими характеристиками внутритрубных инспекционных приборов.

Очистка производится в соответствии с разработанными и утверждёнными главным инженером эксплуатирующей организации инструкциями для каждого участка МН.

Задачи внутритрубной инспекции участков МН состоят в определении наличия и параметров дефектов стенки трубы и сварных швов, классификации дефектов по степени опасности и принятии решения:

- о возможности эксплуатации МН на проектных режимах;
- о необходимости перехода на пониженные режимы эксплуатации;
- о необходимости проведения ремонта участка МН с точной локализацией мест его проведения.

Техническая диагностика предполагает определение состояния объектов с определённой точностью, причём, результатом этого процесса должно быть заключение о техническом состоянии объекта с указанием места и при необходимости, вида и причины дефекта.

Современные системы диагностики трубопроводов являются не только средствами получения информации об их фактическом состоянии на этапах сооружения и эксплуатации, но и активными органами контроля управления качеством и надёжности.

Диагностика трубопроводов позволяет также объективно оценивать реальную экологическую ситуацию в зоне непосредственного техногенного воздействия данного объекта [3].

Планирование работ по очистке нефтепровода производится путём формирования годового и на его основе месячных планов работ с учётом:

- требований периодичности очистки;
- годового плана внутритрубной диагностики;
- необходимости проведения целевой очистки после проведения

ремонтных работ в соответствии с планом остановок нефтепровода.

При наличии на участках МН резервных ниток подводных переходов через реки и болота, лупингов и обводных линий сначала планируется их очистка, а потом – очистка непосредственно участка. Лупинги, резервные нитки и перемычки между параллельными трубопроводами должны быть отключены от основного трубопровода на период прохождения СОД.

Проведение конкретных работ по диагностическому обследованию нефтепровода производится в следующем порядке. Не менее чем за 3 дня до начала транспортирования диагностического оборудования для выполнения работ по договору (срок начала работ предварительно согласовывается с предприятием, выполняющим диагностические работы) региональная управляющая организация системы магистральных нефтепроводов должна письменно подтвердить готовность участков к проведению диагностических работ и готовность принять оборудование и персонал предприятия, выполняющего диагностические работы, для проведения работ. Все участки МН, включённые в договор на проведение диагностических работ, должны быть подготовлены к диагностированию.

Обследование участков МН проводится последовательно, в соответствии с утвержденным технологическим планом-графиком, без перерывов в работе.

В случае обслуживания диагностируемого участка МН двумя эксплуатирующими предприятиями, инициатором согласования пропуска является предприятие, на чьей территории находится камера пуска СОД. Предприятие, на чьей территории находится камера приёма СОД, подтверждает готовность к принятию СОД и

организации его сопровождения по своей территории. Координирует это согласование диспетчерский отдел центральной управляющей организации системы МН.

Операции заправки и выемки снарядов выполняет персонал предприятия, эксплуатирующего диагностируемый участок МН под наблюдением персонала предприятия, выполняющего диагностические работы. Персонал предприятия, эксплуатирующего участок МН, должен:

- определить меры по обеспечению заданной постоянной скорости движения СОД в период пропуска, расчёт и согласование графика прохождения снаряда по трассе;

- обеспечить полное открытие линейных задвижек и закрытие задвижек боковых отводов, лупингов и резервных линий МН и блокировку их от несанкционированного открытия во время пропуска снаряда.

Сопровождение снаряда при его движении по трассе нефтепровода осуществляет персонал предприятия, выполняющего диагностические работы.

Контроль качества подготовки участка МН к диагностированию проводится силами заказчика путём пропуска снаряда-калибра с мерными калибровочными дисками. Пропуск снарядов-калибров и СОД заказчик в обязательном порядке оформляет актом с подробным перечислением технического состояния этих устройств перед пуском и после, обращая внимание на целостность манжет и деформацию калибровочных дисков. При обнаружении механических повреждений СОД заказчик выявляет причины повреждения и устраняет их. При отсутствии возможности точного определения на предназначенном для диагностирования участке места, где произошло повреждение СОД, такой участок не подлежит диагностированию до устранения дефектов, препятствующих нормальному прохождению СОД.

Организация и контроль выполнения работ по подготовке участка МН к диагностированию осуществляется отделом эксплуатации МН.

Очистные устройства рекомендуется оборудовать низкочастотными передатчиками во взрывозащищенном исполнении, которые в комплекте с наземными переносными детекторами позволяют контролировать прохождение очистных скребков по участку МН и обнаруживать места их возможной остановки (застывания).

Периодичность очистки определяется индивидуально для каждого МН в зависимости от особенностей его эксплуатации и свойств перекачиваемого продукта.

Таким образом, современные системы диагностики трубопроводов являются не только средствами получения информации об их фактическом состоянии на этапах сооружения и эксплуатации, но и активными органами контроля управления качеством и надежности.

Диагностика трубопроводов позволяет также объективно оценивать реальную экологическую ситуацию в зоне непосредственного техногенного воздействия данного объекта

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Филоненко И. А., Кадакин В.П. Направления развития внутритрубной диагностики // Трубопроводный транспорт нефти. 2010. – №2. – с.57–60

2 СНиП РК 3.05-01-2013 Магистральные трубопроводы

**21 Секция. Кәсіпорындардағы өнеркәсіптік қауіпсіздік**  
**21 Секция. Промышленная безопасность на предприятиях**

**ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ И РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ**

АБИЛДИНОВ Р. Р.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БЕЙСЕМБАЕВ М. К.

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

В настоящее время наблюдается высокий, представляющий опасность для экосистем и здоровья населения уровень загрязнения окружающей среды. Неблагоприятное экологическое положение складывается в подавляющем большинстве регионов, в которых располагаются крупные предприятия.

Важнейшее направление экологизации современного производства – разработка и внедрение эффективных и экономически обоснованных способов глубокой очистки водооборотных циклов, позволяющих извлекать содержащиеся в них опасные для окружающей среды компоненты. Это обеспечивает сохранение качества воды тем самым решая вопросы экономии ресурсов.

Солеотложения, коррозия и биологические отложения – основные проблемы, возникающие при эксплуатации водооборотных циклов на промышленных предприятиях. Эти проблемы оказывают негативное влияние на процесс производства: увеличивается расход энергии, снижается эффективность теплопередачи, повышаются эксплуатационные затраты.

Для увеличения эффективности работы водооборотных циклов, теплообменного оборудования, а также его защиты необходимо применять комплексные программы реагентной обработки, которые будут обеспечивать:

- защиту теплообменного оборудования и трубопроводов от коррозии и отложения солей жесткости;
- поддержание микробиологической зараженности оборотной воды на уровне, соответствующем нормативам, исключающем образование биопленок и биологических отложений.

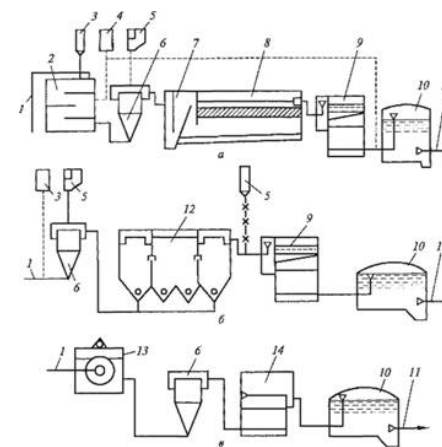
Основные технологические схемы очистки воды.

- Сочетание необходимых технологических процессов и сооружений составляет технологическую схему улучшения качества воды. Используемые в практике водоподготовки технологические

схемы можно классифицировать по следующим основным признакам: реагентные и безреагентные, по эффекту осветления, по числу технологических процессов и числу ступеней каждого из них, по характеру движения обрабатываемой воды.

– Реагентные и безреагентные технологические схемы применяют для подготовки воды как для хозяйственно-питьевых целей, так и для промышленности. Безреагентные технологические схемы существенно различаются по конструкциям и размерам водоочистных сооружений и условиям их эксплуатации.

– Процессы обработки воды с применением реагентов протекают (рис. 1) во много раз быстрее и иногда значительно эффективнее. Так, для осаждения основной массы взвешенных веществ в первом случае необходимо 2...4 ч, а во втором – несколько суток. С использованием реагентов фильтрация осуществляется со скоростью 5...12 м/ч (и более), а без реагентов (медленное фильтрация) – 0,1...0,3 м/ч.



- 1,11 – подача исходной и отвод обработанной воды; 2 – контактная камера; 3 – установка для углевания и фторирования воды; 4 – хлораторная; 5 – баки коагулянта; 6 – вертикальный смеситель; 7 – камера хлопьеобразования; 8 – горизонтальный отстойник со встроенными тонкослойными модулями; 9 – скорый фильтр; 10 – резервуар чистой воды; 12 – осветлитель со слоем взвешенного осадка и его рециркуляцией; 13 – микрофильтр; 14 – контактный осветлитель КО-3

Рисунок 1 – Реагентные технологические схемы улучшения качества воды с отстойниками (а), осветлителями со слоем взвешенного осадка (б), микрофильтрами и контактными осветлителями (в)



При обработке воды с применением реагентов водоочистные сооружения значительно меньше по объему, компактнее и дешевле в строительстве, но сложнее в эксплуатации, чем сооружения безреагентной схемы. Поэтому безреагентные технологические схемы (с гидроциклонами, намывными и медленными фильтрами), как правило, применяют для водоснабжения небольших водопотребителей при цветности исходной воды до 50° платино-кобальтовой шкалы.

Процесс и обеспечение качественной работой водных циклов дает возможность мобилизовать большие резервы производственных мощностей и добиться значительного повышения эффективности и экономичности работы промышленных предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Шиян, Л.Н. Свойства и химия воды. Водоподготовка/ Л.Н. Шиян; ТПУ,- Томск, 2004,- 72с.

2 Загрязнение водных ресурсов и методы очистки [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://1doklad.ru/index.php>

3 Емелина З.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов. Красноярск, 2000г. 183с.

4 Бушуев, Ю.Г. Структурные свойства жидкой воды/ Ю.Г. Бушуев, С.В. Давлетбаева, В.Г. Королёв//Изв. АН. Сер. хим.- 1999,- №5. 345с.

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ НА ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТЛИВОК МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

АБИЛЬМАНОВА Ш. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

В последние годы в литейном производстве повсеместно внедряются специальные способы литья, имеющие ряд преимуществ по сравнению с традиционным литьем в разовые песчано-глинистые формы. Удельный вес отливок, получаемых специальными способами, неуклонно увеличивается. Специальные способы литья позволяют получать отливки более точных размеров с хорошим качеством поверхности, что способствует уменьшению расхода металла и трудоемкости механической обработки, повысить механические свойства отливок и уменьшить потери от брака, значительно

снизить или исключить расход формовочных материалов; сократить производственные площади; улучшить санитарно-гигиенические условия и повысить производительность труда. К наиболее распространенным специальным способам литья относят: литье в кокиль, литье под давлением, центробежное литье, литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям, литье в гипсовые формы, литье под регулируемым давлением, литье в керамические формы, электрошлаковое литье, а также литье в формы, полученные вакуумированием.

Литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) – процесс, отличающийся более высокой производительностью, структурой, оборудованием, материальным обеспечением, специализацией и количеством обслуживающего персонала. Практика эксплуатации организованных производств показывает, что низкие затраты на материалы экономят не менее 100 \$ США на тонну литья, а размещение отливок по всему объему контейнера сокращает расход шихты металла на 150-250 кг, электроэнергии на 100-150 кВт·ч. Расход на 1 тонну годного литья состоит из четырех модельно-формовочных материалов: кварцевый песок – 50 кг, противопопригарные покрытия – 25 кг, пенополистирол – 6 кг, пленка полиэтиленовая – 10 кв.м. Технология литья по пеномоделям имеет следующие технико-экономические показатели, отличающиеся в лучшую сторону от традиционного литья в песчаную опочную форму: коэффициент использования металла – 80-98 %, выход годного – 65-80 %, повышение механических характеристик материала отливок на 10-15%, снижение массы отливок на 15-25 %, снижение расхода шихтовых материалов и ферросплавов на 15-25 %, снижение расхода формовочных и стержневых материалов на 80-90 %, снижение капитальных затрат – в 2-2,5 раза, уменьшение производственных площадей – в 3-4 раза, уменьшение трудозатрат – на 30-50 %. Трудоемкость конечных операций сокращается на 10-20% при единичном и на 40-60 % при серийном производстве. Особенно крупная экономия наблюдается при литье сложных отливок из износостойких сталей (шнеки для машин производства кирпича, била, молотки и детали дробилок), т.к. резко снижаются затраты на их механообработку. Также отливают без ограничений колеса, звездочки, корпуса, сантехнику, головки и блоки цилиндров бензиновых и дизельных двигателей, художественные, парковые и другие отливки.

При модернизации литейного цеха ЛГМ-технология является лучшим вариантом для повышения качества выпускаемой продукции. ЛГМ-технология относится к высоким литейным технологиям,

ломающим стереотип их отношения к сложным малодоступным производствам. Использование ЛГМ-технология позволяет опередить на «шаг» конкурентов в направлении укрепления собственного машиностроения. Проблемы экологической безопасности производств, утилизации отходов, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов не обошли стороной и литейное производство. Образуется значительное количество отходов, негативно влияющих на состояние окружающей среды. В частности, при использовании перспективного способа литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) образуются отходы при производстве моделей:

- обрезки плит строительного пенополистирола, применяемого в основном, для изготовления моделей литников и крупных моделей мелкосерийных партий отливок;
- бракованные модели, полученные путем спекания подвспененных гранул пенополистирола в пресс-формах.

Эти отходы перерабатывают различными способами. В условиях единичного производства их используют для склеивания отдельных частей моделей. При получении массивных отливок для улучшения газопроницаемости, выбиваемости, податливости форм в формовочные смеси вводят измельченные отходы пенополистирола. При сушке форм или при заливке сырых форм пенополистирол подвергается деструкции, что увеличивает газопроницаемость формы и позволяет:

- повысить скорость заливки при ЛГМ до величины, близкой к скорости при литье в пустотелые песчано-глинистые формы;
- уменьшить в 2–4 раза производственные затраты на выбивку форм и стержней.

Экологическая безопасность технологического процесса с использованием ЛГМ-технологии обеспечивается исключением из применения токсичных связующих, большого объема формовочных и стержневых смесей, транспортировки их и выбивки отливок. Образующиеся вредные газы при заливке металла в форму и в период его затвердевания эвакуируются непосредственно из формы (контейнера) в вакуумную систему и поступают для обезвреживания в систему термо-каталитического дожигания, где они окисляются до уровня 98 % и, в виде воды и двуокиси углерода выбрасываются в атмосферу. Формовочный (кварцевый) песок по закрытой системе пневмотранспорта поступает в установку терморегенерации, где освобождается от накопившихся в нем конденсированных продуктов термодеструкции пенополистирола

Применение технологии литья по газифицируемым моделям – важный шаг в области охраны окружающей среды. ЛГМ-технологии активно применяются во всем мире. В традиционном литейном производстве основной источник токсичных веществ, выделяемый в атмосферу, – это связующие материалы и синтетические смолы, используемые при изготовлении стержней и форм. При заливке, вредные вещества выделяются в воздух производственного помещения, и его очистка представляется довольно сложным мероприятием. При ЛГМ-процессе модель для отливки создается из пенополистирола. В процессе выжигания полистирол полностью разлагается на газообразные составляющие. Литье по газифицируемым моделям относится к малоотходному производству. Формованный песок тщательно просеивается, подается элеваторами в охладитель, после чего возвращается на формовку. При этом удаляются вредные газы и пыль. Актуальность темы заключается в том, что литейное производство является опасным для окружающей среды. Основной причиной загрязнения окружающей среды является использование большинством предприятий устаревших технологии изготовления металлоотливок. При использовании традиционных технологии литья на каждую тонну отливок выделяются около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5–2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3 куб.м сточных вод и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей. В настоящее время существует более экологичные технологии, внедрение которых значительно снизит влияние на окружающую среду.

Для решения данной проблемы и грамотного безаварийного ведения процесса ЛГМ необходимо: исключение из применения токсичных связующих, большого объема формовочных и стержневых смесей, транспортировки их и выбивки отливок. Образующиеся вредные газы при заливке металла в форму и в период его затвердевания эвакуируются непосредственно из формы (контейнера) в вакуумную систему и поступают для обезвреживания в систему термо-каталитического дожигания, где они окисляются до уровня 98 % и в виде воды и двуокиси углерода выбрасываются в атмосферу. Формовочный огнеупорный наполнитель по закрытой системе пневмотранспорта поступает в установку терморегенерации, где освобождается от накопившихся в нем конденсированных продуктов термодеструкции пенополистирола.

Для защиты субъектов и окружающей среды предусмотрены системы пассивной и активной экологической защиты:

- газоочистная установка для очистки вредных выбросов при плавке металла в электродуговых печах;
- вакуумовсасывающие системы удаление и локализация вредных выбросов, образующихся при заливке металла в форму, затвердевании, охлаждении и удалении отливок из формы и транспортировка их в системы окончательной нейтрализации;
- установка термо-каталитического дожигателя газов;
- установка термо-регенерации формовочного песка;
- герметично закрытая транспортная система формовочного материала.

К тому же широко используется система оборотного водоснабжения на всех технологических переделах производства отливок по газифицируемым моделям, местные отсосы вредных выбросов от оборудования, что работает с тепло-, газо- и пылевыведением.

Важным следует отметить, что образующиеся вредные газы при термодеструкции пенополистирола эвакуируются непосредственно из формы (контейнера) в вакуумную систему и поступают для обезвреживания в систему термо-каталитического дожигателя, где они окисляются до уровня 98 % и в виде воды и двуоксида углерода выбрасываются в атмосферу. Формовочный огнеупорный наполнитель по закрытой системе пневмотранспорта поступает в установку терморегенерации, где освобождается от накопившихся в нем конденсированных продуктов термодеструкции полистирола.

В результате применения современных и уникальных средств пылеулавливания, нейтрализации вредных газовых выбросов, сточных вод внедрение новых технологических процессов литья по газифицируемым моделям при создании и реконструкции литейных производств позволит снизить концентрацию содержания двуоксида кремния, марганца, азота и др., оксидов и двуоксидов углерода, различных металлов, азото-фтористых соединений, сернистого ангидрида в 8-10 раз в сравнении с предельными нормами концентрации (ПДК) и выбросов в атмосферу (ПДВ). Полностью исключить выбросы в окружающую среду бензола, толуола, стирола пентана, как вредных продуктов, образующихся при литье по газифицируемым моделям.

Одновременно с внедрением новых методов литья уменьшаются отвалы отработанных формовочных материалов, объемом превышающих 20 тыс. тонн/год, которые накапливаются на территориях, прилегающих к предприятиям.

В производственных помещениях цехов литья по пенополистироловым моделям должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением в соответствии с нормами проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.



Рисунок 1 – Вытяжная вентиляция при заливке



Рисунок 2 – Вытяжная вентиляция в модельном цехе

Вредные газообразные вещества и пыль должны удаляться местными отсосами, теплообменной вентиляцией.

На участках изготовления отливок с заливкой форм на плацу, помимо общеобменной механической вентиляции, необходимо предусматривать аэрацию.

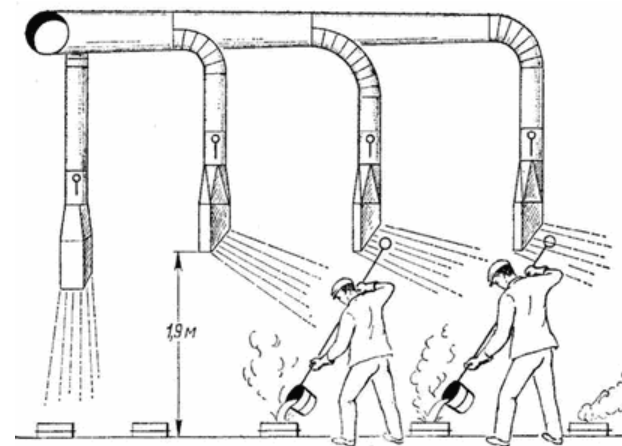


Рисунок 3 – Аэрация в модельном цехе

Над установками для предварительного подвспенивания исходного материала и изготовления моделей необходимо предусматривать местную вытяжную вентиляцию. Объем удаляемого воздуха необходимо принимать, исходя из средней скорости 0,7 м/с, отнесенной к общей площади рабочего проема укрытия.



Рисунок 4 – Местная вытяжная вентиляция в модельном цехе

Сборку моделей в блоки с применением электропаяльников необходимо производить в вытяжном шкафу. Объем удаляемого воздуха следует принимать, исходя из скорости 0,7 м/с, отнесенной к рабочему проему шкафа.

Установки для нанесения противопожарного или огнеупорного покрытия на модели методом окунания должны оборудоваться местной вытяжной вентиляцией в виде наклонной панели с щелевидным отсосом. Скорость всасывания воздуха должна быть не менее 0,5 м/с в зоне выделений вредностей.

Печи для подогрева форм перед заливкой должны быть оборудованы вытяжными зонтами-козырьками с выносом, равным высоте загрузочных и разгрузочных отверстий. Скорость отсасываемого воздуха в приемном отверстии зонта следует принимать не менее 1,0 м/с.

Соблюдение всех этих правил приведет производство к безаварийному ведению работ. Металлургическая отрасль вступила в период экономических преобразований, имея на большинстве предприятий крайне отсталую затратную технологию, физически устаревшие основные производственные фонды, во многом определяющие высокую степень тяжелого труда и вредных для здоровья сотрудников факторов.

Сегодня, к счастью, ситуация существенно меняется к лучшему. «Бизнесменов стал беспокоить вопрос личной репутации и репутации своих предприятий. В целом, по оценкам экспертов, нынешнюю ситуацию с соблюдением ТБ на предприятиях можно оценить как улучшившуюся, особенно по сравнению с картиной 10 – 15-летней давности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям. – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с. ISBN 978-5-91259-011-5 .

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

АБИШЕВА Г. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Актуальность и необходимость расширения утилизации отходов производства с каждым годом возрастают вследствие истощения запасов богатых руд, сложившейся структуры их добычи, увеличения потребности в строительных материалах и обострения проблемы хранения отходов. Утилизация техногенных отходов для производства стройматериалов постепенно становится национальной проблемой. Растущие горы отходов засоряют среду обитания. Кроме того, недалек день, когда дефицит сырьевых ресурсов будет тормозить темпы строительства.

На предприятиях металлургической отрасли в связи с особенностями технологии производства до 40 % от первоначального сырья уходит в отходы – шлаки [1, с. 236]. Учитывая объёмы современного производства металлов, количество производимых шлаков огромно. На сегодняшний день данные отходы в большинстве случаев складываются, не подвергаясь никакой дальнейшей переработке.

Вторичная переработка позволит повысить эффективность производства и степень использования сырья, уменьшит количество отходов, улучшит экологическую ситуацию.

В связи с ухудшением экологической ситуации в регионе, данная тема актуальна, необходимо эффективнее решать вопросы утилизации,

вторичной переработки отходов металлургии и рассмотрение перспектив использования отходов промышленности в производстве строительных материалов.

При производстве строительных материалов и конструкций можно применять отходы металлургических производств, золы, торговое экономические зоны и многое другое [2, с. 238]. В цветной металлургии расходы на добычу руды составляют около 50% от всей стоимости затрат и около 60 % трудовых затрат. На долю карьеров и шахт приходится 30–40 % основных производственных фондов. Накопленные вскрышные и вмещающие породы рудных месторождений представлены скальными породами (более 90 %), галечником (7,9 %), гравием, песком и глиной (1,5–2 %). В горном производстве утилизируется около 20 % вскрышных и вмещающих пород, в том числе для засыпки карьеров и закладки вырабатываемого пространства на рудниках 14–16 % и для производства строительных материалов 3–4 % [3, с. 768]. Применение отходов металлургических предприятий для производства строительных материалов отличается высокой эффективностью, способствует улучшению экологической ситуации.

На данный момент шлаковый щебень металлургических заводов применяется в основном при строительстве дорог в качестве замены природному щебню. Однако, несмотря на известные технологии применения шлакового щебня в бетонных смесях, изделия из бетонов с шлаковым заполнителем не получили должного распространения.

Популяризацию применения шлакового щебня в качестве заполнителя для бетонных смесей стоит начинать с отработки технологии применения данного материала в неотчетственных бетонных изделиях, производимых в больших объемах.

Тротуарная плитка – современный строительный материал, массово производимый и не предъявляющий к качеству бетона высоких требований, именно тротуарная плитка была выбрана в качестве экспериментального продукта для применения шлакового щебня ТОО «KSP Steel» в качестве заполнителя бетонных изделий.

Существует брусчатка нескольких видов, которые различаются по материалу, из которого выполнены изделия:

- каменная (гранитная)
- клинкерная
- бетонная

Каменную брусчатку выполняют из гранита, мрамора, базальта. Технология производства гранитной брусчатки элементарна: камень

распиливают или раскалывают на фрагменты нужной формы или размера.

Клинкерная брусчатка делается из глины. По своей сути – это тот же кирпич, но несколько иной формы и с более высокой прочностью.

Бетонную брусчатку изготавливают из высокопрочного бетона. На технологии ее производства остановимся подробнее. Отличия брусчатки по типу производства приведены в рисунках 1–3.

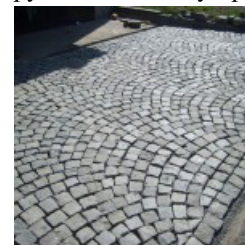


Рисунок 1  
– Каменная  
(гранитная)  
брусчатка

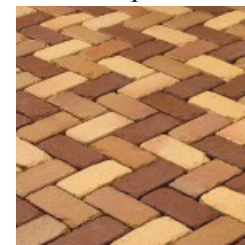


Рисунок 2  
– Клинкерная  
брусчатка



Рисунок 3  
– Бетонная  
брусчатка

Бетонная брусчатка – это строительный материал, получаемый путём формовки бетонной смеси нужных геометрических параметров либо вибрированием, либо вибропрессованием. Как и любая бетонная смесь, смесь для брусчатки состоит из крупного и мелкого заполнителя и минерального вяжущего.

Для изготовления 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси требуется:

- цемент марки 400 или 500 – 500 кг;
- щебень – 1 т;
- песок без примесей – 1 т;
- пластификатор – 2 кг;
- вода – 250 л.

Пластификатор добавляется в смесь для повышения прочности и износостойкости изделий. Он предотвращает появление пузырьков воздуха и дает возможность производить брусчатку даже при низком температурном режиме.

В качестве минерального вяжущего будет использоваться портландцемент марки ПЦ400. В виде мелкого заполнителя будет использоваться строительный песок с модулем крупности 2.

Так как целью исследования является изучение возможности применения шлакового щебня в производстве тротуарной плитки только в качестве заполнителя, для экспериментов была выбрана



фракция шлакового щебня 5-10 производства ТОО «KSP-Steel». Данная фракция может выступать в качестве крупного и мелкого заполнителя одновременно и даёт возможность отказаться от применения песка, вовлекая большее количество шлаков в производство и позволяя дополнительно снизить себестоимость изделия.

Бетонные образцы будут изготавливаться методом вибрolitия. Будет получено два вида образцов: стандартные кубические образцы 100×100×100 для прочностных испытаний и образцы тротуарной плитки для изучения визуального качества готовой продукции и свойств формуемости смеси.

Будут изготовлены образцы на основе смеси «цемент-песок-шлак» в трех вариантах и вариант без применения песка – «цементно-шлаковый»: Долевой состав бетонной смеси приведен в таблице 1 и изображен в виде диаграммы на рисунке 4.

Таблица 1 – Долевой состав

	Вариант состава изделия, %			
	1	2	3	4
шлаковый щебень	40	50	60	70
песок	30	20	10	0
цемент	20	20	20	20
вода	10	10	10	10
пластификатор	0,5 от цем.	0,5 от цем.	0,5 от цем.	0,5 от цем.

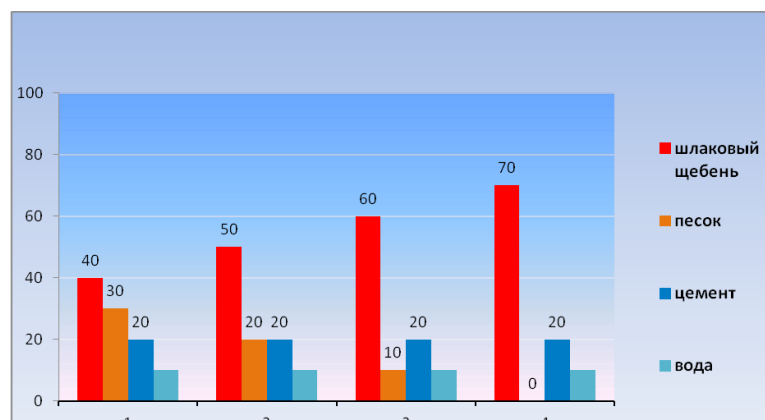


Рисунок 4 – Долевой состав

Состав изделий на 1 м<sup>3</sup>, 1 м<sup>2</sup>, 5 м<sup>2</sup>, 10 м<sup>2</sup>, 100 м<sup>2</sup>, 1000 м<sup>2</sup> и 1000000 м<sup>2</sup> во всех четырех вариантах представлен в таблице 2.

Так как в составе бетонной смеси переменными будут являться только шлаковый щебень и песок, то цементно-водное соотношение 2:1 будет оставаться без изменений, т.е. 10 % воды и 20 % цемента. А остальные заполнители:

для 1 варианта – 30 % песка и 40 % шлакового щебня;

для 2 варианта – 20 % песка и 50 % шлакового щебня;

для 3 варианта – 10 % песка и 60 % шлакового щебня;

для 4 варианта – 0 % песка и 70 % шлакового щебня.

В составе бетонной смеси должны быть мелкий и крупный заполнитель, поэтому в образцах 2, 3, 4 вариантов мы должны восполнить фракцию мелкого заполнителя, т.е. песка 10 %, 20 %, 30 % соответственно шлаковым щебнем, измельченным до модуля крупности от 2 до 3.

Таблица 2 – Вариант №1–4 состава изделия на определенную площадь

	%	кг						
		1 м³	1 м²	5 м²	10 м²	100 м²	1 тыс м²	1 млн м²
1 вариант								
шлаковый щебень	40	1 000,00	69,93	349,65	699,30	6 993,01	69 930,07	69 930 069,93
песок	30	750,00	52,45	262,24	524,48	5 244,76	52 447,55	52 447 552,45
цемент	20	500,00	34,97	174,83	349,65	3 496,50	34 965,03	34 965 034,97
вода	10	250,00	17,48	87,41	174,83	1 748,25	17 482,52	17 482 517,48
пластификатор	0,5	2,50	0,17	0,87	1,75	17,48	174,83	174 825,17

2 вариант								
шлаковый щебень	50	1 250,00	87,41	437,06	874,13	8 741,26	87 412,59	87 412 587,41
песок	20	500,00	34,97	174,83	349,65	3 496,50	34 965,03	34 965 034,97
цемент	20	500,00	34,97	174,83	349,65	3 496,50	34 965,03	34 965 034,97
вода	10	250,00	17,48	87,41	174,83	1 748,25	17 482,52	17 482 517,48

пластификатор	0,5	2,50	0,17	0,87	1,75	17,48	174,83	174 825,17
---------------	-----	------	------	------	------	-------	--------	------------

3 вариант

шлаковый щебень	60	1 500,00	104,90	524,48	1 048,95	10 489,51	104 895,10	104 895 104,90
песок	10	250,00	17,48	87,41	174,83	1 748,25	17 482,52	17 482 517,48
цемент	20	500,00	34,97	174,83	349,65	3 496,50	34 965,03	34 965 034,97
вода	10	250,00	17,48	87,41	174,83	1 748,25	17 482,52	17 482 517,48
пластификатор	0,5	2,50	0,17	0,87	1,75	17,48	174,83	174 825,17

4 вариант

шлаковый щебень	70	1 750,00	122,38	611,89	1 223,78	12 237,76	122 377,62	122 377 622,38
песок	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
цемент	20	500,00	34,97	174,83	349,65	3 496,50	34 965,03	34 965 034,97
вода	10	250,00	17,48	87,41	174,83	1 748,25	17 482,52	17 482 517,48
пластификатор	0,5	2,50	0,17	0,87	1,75	17,48	174,83	174 825,17

Целью создания этих образцов является изучение возможности замены гранитного (природного) щебня в «классической» бетонной смеси шлаковым.

Суть метода заключается в следующем:

Щебень и песок очищают и просеивают.

Сырье смешивают с цементом, водой и пластификатором. В результате получают полусухую массу.

Смесь отправляют на вибропресс. Здесь она помещается в специальную форму, где осуществляется уплотнение массы с помощью вибраций.

Готовые изделия на поддонах отправляют в сушильную камеру для созревания.

После того, как твердость изделий достигла 70 %, их распалубливают и вручную выполняют проверку качества.

В дальнейшем будет выполняться экономический расчет эффективности изготовления строительных материалов, в зависимости от состава и качества изделия.

Рыночная стоимость используемых материалов на сегодняшний день приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимость используемых материалов

ингредиенты	объемный вес		цена, тг		
	т/м³	кг/м³	1 м³	1т	1 кг
песок	1,63	1 630	2 169	1 331	1,33
цемент	1,1	1 100	19 620	17 658	17,66
вода	1	1 000	31	31	0,03
пластификатор	0,7	700	269 231	385 000	385

Так как производство тротуарной плитки будет на территории завода ТОО «KSP-Steel», и из отходов их промышленности, то стоимость шлака не учитывается.

Стоимость сырья, применяемого для каждого из вариантов и общая сумма, затрачиваемая на материалы приведена в таблице 4.

Исходя из полученных данных, экономически выгодным вариантом получается 4 вариант, на 1 м² которого будет затрачено 685 тенге сырья. Это на 9,3 % дешевле 1 варианта, на 6,4 % дешевле 2 варианта и на 3,4 % дешевле 3 варианта. Т.е. производство изделий только с использованием шлакового заполнителя является экономически и экологически целесообразным и позволяет экономить природные ресурсы, улучшать экологическую ситуацию и снижать себестоимость изделия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лившиц Б.Г. Металлография. М.: Металлургия, 1990 – 236 с.
- 2 Панфилов М.И., Школьник Я. Ш., Орининский Н. В., Коломиец В. А., Сорокин Ю. В., Грабеклис А. А. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии/ «Металлургия» Москва 1987 - 238с.
- 3 Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. 6-е изд., перераб и доп. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 768 с.

Таблица 4 – Вариант №1-4 Стоимость материалов изделия на определенную площадь

	%	цена за 1кг	кг/м³	тг/м³	кг/м²	тг/м²	тенге/5 м²	тенге, 10м²	тенге, 1 тыс м²	тенге, на 10 тыс м²	тенге, на 1 млн м²
1 вариант											
шлаковый щебень	40	0	1000	0	69,93	0	0	0	0	0	0
песок	30	1,33	750	998,01	52,45	70	349	698	69 791	697 906	69 790 639
цемент	20	17,66	500	8829	34,97	617	3 087	6 174	617 413	6 174 126	617 412 587
вода	10	0,03	250	7,75	17,48	1	3	5	542	5 420	541 958
пластификатор	0,5	385	2,5	962,5	0,17	67	337	673	67 308	673 077	67 307 692
ИТОГО				10 797		755	3 775	7 551	755 053	7 550 529	755 052 877
2 вариант											
шлаковый щебень	50	0	1250	0	87,41	0	0	0	0	0	0
песок	20	1,33	500	665	34,97	47	233	465	46 527	465 271	46 527 093
цемент	20	17,66	500	8829	34,97	617	3 087	6 174	617 413	6 174 126	617 412 587
вода	10	0,03	250	8	17,48	1	3	5	542	5 420	541 958
пластификатор	0,5	385	2,5	963	0,17	67	337	673	67 308	673 077	67 307 692
ИТОГО				10 465		732	3 659	7 318	731 789	7 317 893	731 789 330

3 вариант											
шлаковый щебень	60	0	1500	0	104,90	0	0	0	0	0	0
песок	10	1,33	250	333	17,48	23	116	233	23 264	232 635	23 263 546
цемент	20	17,66	500	8829	34,97	617	3 087	6 174	617 413	6 174 126	617 412 587
вода	10	0,03	250	8	17,48	1	3	5	542	5 420	541 958
пластификатор	0,5	385	2,5	963	0,17	67	337	673	67 308	673 077	67 307 692
ИТОГО				10 132		709	3 543	7 085	708 526	7 085 258	708 525 784
4 вариант											
шлаковый щебень	70	0	1750	0	122,38	0	0	0	0	0	0
песок	0	1,33	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0
цемент	20	17,66	500	8829	34,97	617	3 087	6 174	617 413	6 174 126	617 412 587
вода	10	0,03	250	8	17,48	1	3	5	542	5 420	541 958
пластификатор	0,5	385	2,5	963	0,17	67	337	673	67 308	673 077	67 307 692
ИТОГО				9 799		685	3 426	6 853	685 262	6 852 622	685 262 238



## ПРИНЦИП ПОДАВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ КАК ВАРИАНТ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

КУРМАНГАЛИЕВ Б. Т.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАКЕНОВ А. У.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Пожарная охрана на объектах нефтехимии и нефтедобычи является важной частью пожарной безопасности, так как пожары и аварии на объектах нефтехимии приводят к серьезным последствиям для окружающей среды и населения.

Априори пожарная опасность объектов нефтегазового комплекса обусловлена следующими факторами: сложность технологических линий; значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, твердых горючих материалов; большое число резервуаров, емкостей, технологических аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под высоким давлением и при высокой температуре, разветвленная сеть технологических трубопроводов; высокая теплота сгорания веществ и материалов.

Пожары и взрывы на объектах могут возникать при нарушении технологического режима, из-за неосторожного обращения с огнем, в результате допущенных нарушений при проектировании, строительстве, эксплуатации. Дополнительными факторами, влияющими на пожарную опасность объектов, является изношенность и старение значительной части технологического оборудования, снижение технологической и производственной дисциплины, недостаточность, как нормативной базы, так и финансовых ресурсов.

Учитывая, что решение проблемы прогнозирования условий протекания и последствий пожаров на нефтехимических предприятиях связано с сохранением человеческих жизней и снижением материального ущерба, она является достаточно актуальной.

На сегодняшний день предлагается много новых технических решений, обеспечивающие надежную локализацию пожаров и эффективное подавление пламени. Но каждое решение должно соответствовать специальным нормативам, не отклоняясь от регламентированных законодательством Республики Казахстан документов.

В настоящий момент на предприятиях топливно-энергетического комплекса применяют ряд конструктивных способов, частично ограничивающих развитие пожаров горящих жидкостей. Например, маслопроводы проектируются из бесшовных труб с минимальным количеством фланцевых соединений, фланцевые соединения закрываются специальными кожухами, препятствующими разбрызгиванию и разливу масла при нарушении герметичности и т.д.. Однако подобные меры защиты не являются средствами тушения горящих при проливе жидкостей и полностью не решают проблемы обеспечения пожарной безопасности предприятий.

На сегодняшний день найдены новые технические решения, обеспечивающие надёжную локализацию проливов горящих жидкостей и эффективное тушение пламени, благодаря которым были созданы устройства пожаротушения посредством подавления конвекции.

Процесс свободного (диффузионного) горения большинства жидкостей: нефти и продуктов нефтепереработки (углеводородные топлива, масла, мазуты и т.п.) – протекает в газовой фазе. При этом, зона наиболее интенсивной химической реакции горения располагается на некотором расстоянии от горящей поверхности жидкости (в области стехиометрических концентраций паров топлива и кислорода воздуха), а существование пламени возможно только при вполне определённых внешних условиях, обеспечивающих процесс диффузии воздуха в зону реакции (1...3). Для этого, прежде всего, необходимо наличие естественно конвективных потоков воздушной среды, поставляющих в достаточном количестве окислитель в зону горения, а также наличие процесса испарения с поверхности жидкости, создаваемого излучением пламени, и поступление паров горючего в зону горения. Эти физические процессы находятся в неразрывной взаимосвязи, и если каким-либо способом она нарушается, происходит уменьшение скорости горения, а затем и тушение пламени.

Следует отметить, что все способы тушения пожаров горючих жидкостей связаны с нарушением равновесия указанной взаимосвязи (изоляция поверхности жидкости от воздуха, разбавления паровоздушной смеси в зоне горения, торможение химической реакции горения путём торможения химической реакции или охлаждением зоны горения или горючей жидкости).

В разработанных устройствах пожаротушения используется принцип подавления естественной конвекции с помощью конструктивных приёмов, которые создают условия для отрыва пламени от поверхности жидкости.

Указанные условия достигаются в вертикальных каналах, имеющих в поперечном сечении осесимметричную форму, собирающихся в сборки. Для каждой сборки каналов существует вполне определённая, критическая для процесса горения высота, которая не заполняется жидкостью, и если её уровень располагается ниже этой высоты, то будет полностью исключена возможность горения жидкости во всех вертикальных каналах. При этом критическая высота незаполняемой части каналов функционально связана с их диаметром.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема, поясняющая динамику развития процесса тушения пламени в отдельно взятом вертикальном канале.

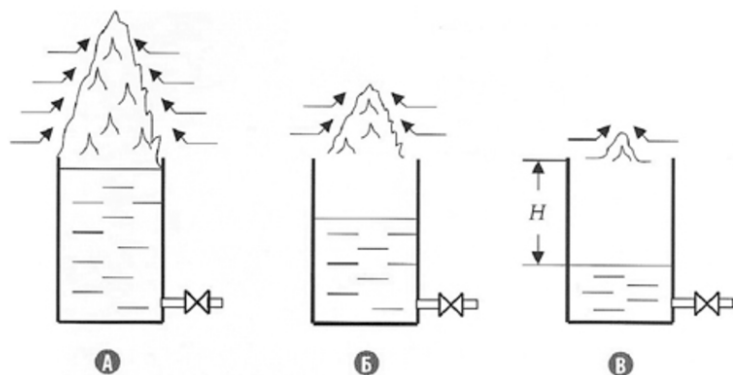


Рисунок 1 – Схема развития процесса тушения пламени в вертикальном канале УПС

В начале процесса, когда жидкость практически полностью заполняет канал (положение А), наблюдается ламинарный или турбулентный режим горения, при этом пламя расположено по поверхности.

В этом случае кислород свободно поступает со всех сторон в зону реакции (стрелками обозначено направление естественно-конвективных потоков), обеспечивая достаточно интенсивный режим горения. Одновременно под действием теплового излучения пламени происходит испарение жидкости с её поверхности.

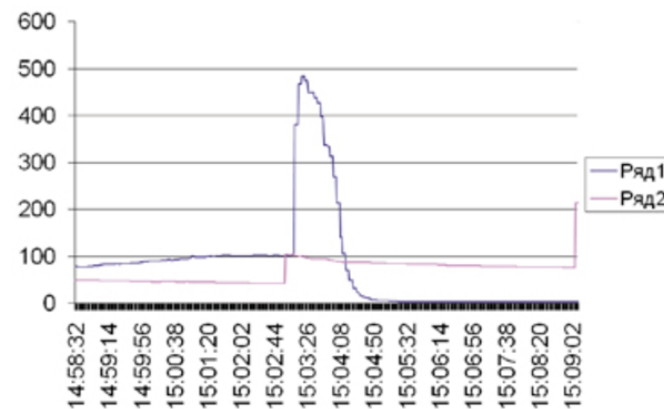
По мере понижения уровня жидкости в вертикальном канале (положение Б) происходит отрыв пламени от поверхности, поскольку оно не может существовать внутри вертикального канала из-за отсутствия окислителя, доступ которого внутрь канала невозможен

из-за вертикальных стенок. Расстояние между зоной горения и жидкостью увеличивается. В результате резко ослабевает тепловой поток, вызывающий испарение жидкости, и вследствие этого падает интенсивность процесса горения, а пламя уменьшается в размерах.

Дальнейшее понижение уровня жидкости в вертикальном канале (положение В) создаёт условие, при котором пламя приобретает предельно малые размеры, процесс становится неустойчивым, пламя начинает пульсировать, и при достижении критического уровня жидкости (Н) происходит потухание пламени.

Таким образом, при горении жидкости в вертикальном канале нарушается (сначала затормаживается, а затем прекращается) естественная конвекция воздуха в канале, поставляющая окислитель, что в конечном итоге приводит к прекращению горения.

Крупномасштабные испытания описанных устройств, проведённые в полигонных условиях, подтвердили их способность эффективно работать в условиях длительного теплового воздействия от горящих потоков жидкостей. В действующих нормах пожарной безопасности п.10.11 СП 13.13130.2009, п.75 НПБ 114-2002 предусматривается применение устройств для тушения пожаров при горении масел. В процессе испытаний фиксировалась температура в ёмкости и в поддоне четырьмя элементами сотовой структуры. Результаты приведены на рисунке 2.



Ряд 1 – температура жидкости в ёмкости.

Ряд 2 – температура жидкости в поддоне

Рисунок 2 – Изменение температуры жидкости в ёмкости, где производился нагрев топлива и в поддоне после слива

Из графика видно, что температура жидкости при попадании в поддон снизилась до температуры 50 °С, затем повышалась до 200 °С, при этом повторное воспламенение дизельного топлива не происходило.

На рис.3 представлен график зависимости минимального числа горизонтальных сеток ( $n$ ) в слое сеток, разделяющих вертикальные каналы; от размера одной квадратной ячейки сетки «в свету» ( $a$ ), позволяющий подобрать параметры металлических сеток, при которых обеспечивается надежное отсекаание пламени от жидкости, падающей в устройство пожаротушения подавлением конвекции.

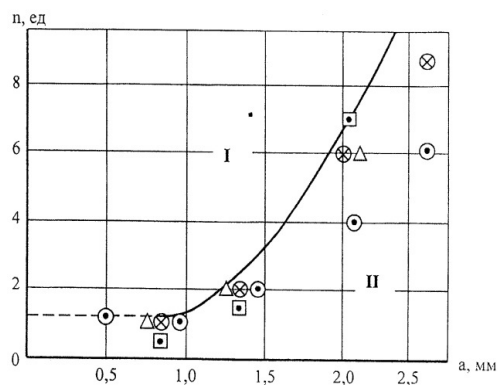


Рисунок 3 – График зависимости экспериментальных параметров

Область I характеризует параметры сеток, при которых проскок пламени отсутствует. Область II - это область значений параметров, при которых проскок пламени будет иметь место. В зависимости от параметра « $a$ » по графику можно определить число сеток, которое необходимо установить между каждым слоем вертикальных каналов. Зависимость  $n(a)$ , представленная на рис.3, получена в экспериментальных исследованиях. При этом использовались следующие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости:

- – изопропиловый спирт;
- ⊗ – керосин ТС-1;
- – дизельное топливо;
- △ – трансформаторное масло.

Конструкция предлагаемого устройства пожаротушения подавлением конвекции для горючих жидкостей позволяет реализовать условия, когда в каждом вертикальном канале устанавливается один

или несколько слоев металлических сеток. Назначение верхнего слоя сеток во втором варианте конструкции заключается в том, что с его помощью создаются наилучшие условия для реализации процесса тушения жидкостей. Наличие этого слоя сеток полностью изменяет схему движения газовой среды в структуре вертикальных каналов. Так, например, сетка, установленная на уровне « $h$ », выполняет функцию элемента, устраняющего поступление воздуха в межсеточное пространство, образуя замкнутую область и исключая возможность существования пламени на нижнем уровне расположения сеток. Это позволило уменьшить высоту устройства примерно в 1,5 раза.

Данные подтверждены исследованиями. Так, например, для дизельного топлива при  $d_{экв}=30$  мм и одном слое сеток расстояние  $H$  уменьшается до  $H=2d_{экв}=60$  мм. При наличии двух слоев сеток  $H=4/3 d_{экв}=40$  мм и  $h=20$  мм.

Конструкция устройства пожаротушения подавлением конвекции для горючих жидкостей обеспечивает прием вертикально падающих и одновременно горящих потоков жидкости малых и больших расходов. При этом отсекается пламя, ликвидируется разбрызгивание, а потушенная жидкость может либо оставаться в емкости под устройством, либо сливаться в специальную резервную емкость.

Описанный принцип пожаротушения может в будущем стать хорошей альтернативой устаревшей системе пожаротушения на предприятиях нефтехимической промышленности и предполагает более детального изучения и внедрения на производстве.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АО «КАЗТРАНСОЙЛ»

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

СУЮНОВА Ж. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Послание Главы государства «Казахстанский путь-2050: единая цель, единые интересы, единое будущее» определяет комплекс задач, решение которых позволит нашей республике войти в тридцатку наиболее развитых стран мира. Нефтегазовая отрасль имеет ключевое значение для экономики РК [1, с. 47].

Основными приоритетными направлениями в работе над снижением негативного воздействия на окружающую среду и уменьшения рисков в области безопасности и здоровья необходимо продолжить работы по внедрению экологически чистых технологий и оборудования, экологически эффективных проектов, технических инноваций в сочетании с социальной корпоративной ответственностью, продолжить работы по дальнейшему проведению экспертной оценки новой техники, технологий, материалов, реагентов и контрактов с учетом экологических требований, предъявляемых к ним, проведению диагностики, капитального ремонта, модернизации, технического перевооружения на основе ресурсосберегающих и малоотходных технологий, реконструкции производственных объектов, внедрению современных систем автоматизации объектов.

Мобильная трубопроводная система – это сборно-разборный трубопровод нового поколения, который используется для перекачки нефти, нефтепродуктов, воды, газов и прочих сред на значительное расстояния, при этом обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными типами трубопроводов. Актуальна при оперативном устранении аварий и несанкционированных врезок на нефтепроводе.

Преимущества мобильных трубопроводов перед обычными трубами [2, с. 52]:

- замерзание остатков воды не создает проблем (рукав эластичен, может увеличиваться в диаметре);
- длина одного цельного сегмента рукава до 200 м;
- легко монтируются с существующими сетями;
- занимают минимум места при хранении и транспортировке;
- для транспортировки, развертывания/свертывания требуется минимальное количество людей и техники;
- скорость развертывания и свертывания до 10 км/ч.;
- не требуется предварительной подготовки трассы, огибает препятствия и подстраивается под рельеф местности;
- не подвержены коррозии, внутренним отложениям;
- химическая нейтральность (не взаимодействует с перекачиваемыми средами), высокая маслостойкость;
- не требует специального ухода и консервации;
- остатки продукта автоматически удаляются при свертывании;
- производительность на 20-30 % больше чем у обычной трубы с равным внутренним диаметром.

Мобильные сборно-разборные трубопроводы (МСРТ) в гражданском строительстве появились относительно поздно, лишь в 1996 году. Первый опыт использования ПМТП (МСРТ) в нефтяной отрасли получил свою реализацию на временном трубопроводе «Талакан-Витим», Республика Якутия [3, с. 27].

Технические возможности мобильных сборно-разборных трубопроводов позволяют при условном диаметре 150 мм и рабочем давлении 6,3 МПа позволять перекачивать до одного миллиона тонн нефти (нефтепродуктов) в год.

Изделия из полиуретана обладают свойствами недоступными для изделий из обычных резин [4, с. 32]:

- эластичность (относительное удлинение при разрыве в 2 раза больше, чем у резины);
- высокая стойкость к абразивному износу (условная износостойкость в 4 раза выше, чем у резины);
- высокая прочность (превышает прочность резины в 3 раза);
- высокое сопротивление раздиру и многократным деформациям;
- возможность работы при высоком давлении;
- кислотостойкость;
- маслостойкость и стойкость ко многим растворителям;
- температурный интервал от -50°C до +80°C;
- стойкость к микроорганизмам и плесени;
- вибростойкость;
- упругость при низких температурах;
- высокие диэлектрические свойства;
- озоностойкость;
- водостойкость.

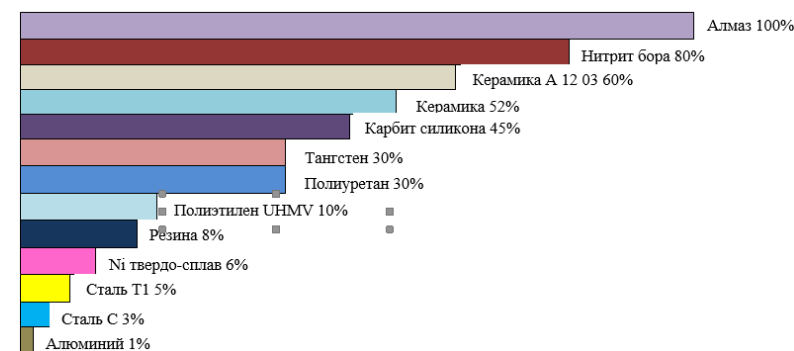


Рисунок 1 – Относительная стойкость к абразивному износу  
Коэффициент сопротивления, %

Данные показатели представляют лишь значение по стойкости описанных материалов к абразивным нагрузкам. Следует учитывать, что износ является результатом действия совокупности факторов, действующих одновременно [5, с. 42]:

- абразивность;
- ударные нагрузки;
- коррозия.

Высокоустойчивость к следующим видам перекачиваемых жидкостей:

- бензин;
- бутан;
- вода морская;
- глицерин;
- изооктан;
- керосин авиационный;
- кислота дубильная 10 %, кислота серная до 50 %, кислота стеариновая, кислота уксусная 20 %, кислота винная, кислота борная;
- масло моторное, масла смазочные, масло касторовое, масло минеральное, масло эталонное № 1 по ASTM, масло эталонное № 3 по ASTM;

- мыльные растворы;
- силиконовая смазка;
- спирт изопропиловый;
- топливо авиационное JP-4;
- топливо эталонное «А» по ASTM (70C);
- топливо эталонное «В» по ASTM (70C).

Тело трубы и трубопроводного оборудования может иметь различную длину (вставки К-К, Р-Р, 0,3 м, 0,45 м, 0,6 м, 0,9 м, 1,35 м, 1,8 м, 3,0 м) и форму (угольники 15°, 30°, 45°, 90°, тройник прямой, задвижки, обратные клапана, вставки с сеткой и т.д.), но все элементы имеют элементы соединения «Раструб» и по строительным размерам кратны 0,15 м [6, с. 27].

Соединения трубопроводного оборудования, состоящие из отличаются высочайшей надежностью, быстротой и простотой монтажа, а готовить трассу для сборно-разборного трубопровода практически не нужно. На практике трубы кладутся просто на бревна, и где даже специальная техника не пройдет – там пройдет сборно-разборный трубопровод. Причем прокладывать его можно не только зимой, но и летом. Скорость монтажа составляет несколько километров в сутки, а размер капиталовложений по сравнению со стационарным трубопроводом меньше в 3-10 раз (в зависимости от климатических

условий). Отсутствие земляных работ облегчает не только экономику проекта, но и позволяет выполнять самые жесткие экологические требования. Ширина просеки для таких трубопроводов составляет всего 10 метров против пятидесяти для стационарных. Обнаружить протечку можно простым наблюдением с воздуха. Нефтяники хорошо помнят, как приходилось выискивать протечку подземных стационарных трубопроводов по пятнам нефти на поверхности земли. Соответственно, крупная авария на таком трубопроводе с тяжелыми последствиями для природы практически не возможна.

Увеличение концентрации тяжёлых металлов в окружающей среде увеличивает число мутаций, передающихся по наследству. Мутанты подвержены порокам физического и умственного развития. Если проследить за мутацией, например, рыб, станет очевидно, что у многих из них в загрязнённых водоёмах нарушается генофонд.

Применение мобильных труб обеспечивает сохранение экологии окружающей среды; сокращение объемов строительно-монтажных работ до 50 %; экономию металла до 70-80 %; снижение гидравлических сопротивлений на 15-20 %; сохранение исходных гидравлических характеристик в течение всего эксплуатационного периода; увеличение срока службы внутрипромысловых трубопроводов до 20 и более лет; сокращение числа порывов трубопроводов в десятки раз, и т.д. В целом можно сказать, что применение коррозионностойких мобильных труб позволяет перевести парк внутрипромысловых трубопроводных коммуникаций в безаварийный режим эксплуатации.

Мобильные трубопроводы – уникальный тип шланга, он буквально остается плоским, когда не используется, что резко отличает его от обычных резиновых и прочих цилиндрических шлангов. Эта главная особенность делает мобильные трубопроводы компактными в сложенном состоянии, что облегчает их транспортировку к месту назначения и позволяет упростить хранение между периодами использования. Также, в силу особенности конструкции и применяемых материалов, плоские рукава являются более легкими по сравнению с резиновыми аналогами такого же давления, что в совокупности факторов делает их более удобными при транспортировке и разворачивании в составе мобильных систем сборно-разборных трубопроводов.



Рисунок 2 – Мобильные трубопроводные системы

Все рукава могут комплектоваться быстроразъемными соединениями, обеспечивая тем самым скорость соединения между двумя рукавами и герметичность.



Рисунок 3 – Быстроразъемные соединения мобильных трубопроводных систем

Мобильные трубопроводы не ржавеют. Коррозия – главная причина выхода из строя металлических труб.

Изготовление мобильных труб является экологичным, поскольку используются гранулы из вторичного полиэтилена (ПЭ 100). Мобильные трубопроводы не вредят окружающей среде: полиэтилен низкого давления устойчив к агрессивным химическим средам и не выделяет вредных веществ.

В Политике в области качества АО «КазТрансОйл» декларированы обязательства и задачи, которые ставятся перед работниками для

обеспечения удовлетворения требований и ожиданий потребителей на основе постоянного улучшения качества оказываемых услуг в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан, международных и государственных стандартов, корпоративных требований.

В соответствии с Политикой АО «КазТрансОйл» в области безопасности и охраны труда, охраны окружающей среды безусловными приоритетами являются безопасность жизни и здоровья работников и охрана окружающей среды.

Развитие исследований в области применения мобильных трубопроводных систем соответствует основным приоритетным задачам, определенными Энергетической политикой АО «КазТрансОйл», является энергосбережение и постоянное повышение энергоэффективности.

Для инновационно-технологического развития АО «КазТрансОйл» осуществляет научно-техническое, информационно-аналитическое сопровождение инновационных проектов и проектов по внедрению новой техники и технологий. Таким образом, предлагаю внедрение мобильных трубопроводов в АО «КазТрансОйл».

Сравнение условий монтажа, габаритов, эксплуатации двух видов трубопроводов приведенных далее, показывают основные преимущества мобильных трубопроводов [7, 28].

Таблица 1 – Стандартные габариты труб диаметром 150 мм

Металлические трубы		Мобильные трубопроводы	
длина	6 м/шт	длина	200 м/шт
вес	10,76 кг/м.п.	вес	2,5 кг/м.п.

Таблица 2 – Объем материалов для монтажа 1 км трубопровода

Металлические трубы		Мобильные трубопроводы	
количество, всего	167 шт	количество, всего	5 шт
вес, всего	10,7 т	вес, всего	рукава 2,5 т
			кассета с рукавами 3,3 т
количество машин для перевозки	4	количество машин для перевозки	1
скорость монтажа ручным методом одной бригадой	3–5 км в сутки	скорость монтажа ручным методом одной бригадой	5 -10 км в час

Таблица 3 – Требования к транспортировке металлических труб и мобильных трубопроводов

Металлические трубы	Мобильные трубопроводы
<p>В соответствии с ГОСТом и правилами, для перевозки труб используются транспортные средства с бортовой платформой, а для длинномерных металлов (труб) свыше 8 метров – автомобили с прицепами-ропусками.</p> <p>Для строительства трубопроводов трубы длиной 6 метров доставляют или до места укладки труб или до сварочных баз, где трубы свариваются по несколько штук в плети, затем плети длиной 24-48 м от сварочных баз доставляются до места укладки автомобилями с прицепами-ропусками.</p> <p>При использовании резьбового соединения труб, прямолинейность таких труб должна находиться в пределах <math>\pm 10</math> мм на 6 м длины, что требует особой осторожности при перевозке, погрузке, разгрузке.</p> <p>Перевозить приходится в тяжелых дорожных условиях, что и определяет требование к подвижному составу.</p>	<p>Для транспортировки, развертывания, свертывания труб существует несколько способов, отличающихся количеством ручьев на сменных кассетах, длиной гибкого трубопровода в одном ручье, системой привода кассеты и способом установки на транспортное средство:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- установка на внедорожном прицепе, оснащена стойками для кассет, дизельным двигателем, гидравлическим приводом для вращения кассет, отжимными вальцами для удаления остатков.</li> <li>- система на базе рамы с гидравлическим приводом для вращения кассет, отжимными вальцами для удаления остатков устанавливается на любую транспортную платформу.</li> <li>- система на базе рамы с ручным приводом для вращения кассет, отжимными вальцами для удаления остатков устанавливается на любую транспортную платформу.</li> </ul> <p>При невозможности использовать технику могут быть развернуты и свернуты вручную.</p>

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Турчанинов В. Е., Волков О. Е. Подвижные средства для перекачки горючего / Нефтепереработка и нефтехимия, 2014, № 3, с. 47 – 48.
- 2 Турчанинов В. Е., Волков О. Е. Перспективные насосы для перекачки нефтепродуктов / Нефтепереработка и нефтехимия, 2012, № 9, с. 52 – 53.
- 3 ГОСТ 5398 – 76 Рукава резиновые напорно-всасывающие с текстильным каркасом неармированные, с.27-28.
- 4 ТУ 38 – 105373 Рукава маслбензостойкие напорно-всасывающие антистатические. Технические условия, с. 32-33.
- 5 ГОСТ 10362 – 76 Рукава резиновые напорные с нитяным усилением, неармированные, с. 42-44.
- 6 Корнев В. А., Рыбаков Ю. Н., Харламова О. Д., Чириков С. И. Перспективы применения термопластичных полиуретанов в

технических средствах нефтепродуктообеспечения / Наука, техника и образование, 2015, № 3 (9), с. 27 – 32.

7 Корнев В. А., Рыбаков Ю. Н. Композиционные полимерные материалы для технических средств нефтепродуктообеспечения // European Research, 2015, № 8 (9), с. 28 – 30.

### ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

ШАРИПОВА С. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Производительность труда – это основополагающий фактор ГПФИИР. О необходимости ее повышения постоянно говорят на самом высоком уровне, в том числе это отмечается в программе «Нұрлы жол». В целом именно высокая производительность труда обеспечивает конкурентоспособность товаров, производств, отраслей и в конечном итоге устойчивость экономики.

На рост производительности труда влияют три фактора. Первый, технический фактор, обеспечивающий рост до 30 %, представляет собой совершенствование производственного оборудования, его автоматизацию, а также внедрение прогрессивных технологий.

Обеспечивающий рост от 10 до 30 % социальный фактор предполагает совершенствование организации труда, т.е. создание условий для работников предприятия, совершенствование персонала и уровня специализации производств.

И, наконец, третий – организационно-структурный фактор – создание производства путем изменения структуры управления. Это означает, что рост производительности труда напрямую связан с творческим инновационным потенциалом сотрудников, которые могут принять наиболее выгодное для предприятия решение при любых ситуациях. Организационно-структурный фактор обеспечивает рост в 10-30 %.

В связи со значительными социальными и экономическими потерями, вызванными производственным травматизмом и профзаболеваниями, резко возрастает значимость углубленного исследования, оценки и разработки новых, более совершенных



механизмов управления и методов воздействия на условия труда и профессиональные риски на металлургических предприятиях.

Правильно организованная работа по обеспечению безопасности труда повышает дисциплинированность работников, что, в свою очередь, ведет к повышению производительности труда, снижению количества несчастных случаев, поломок оборудования и иных нештатных ситуаций, то есть повышает в конечном итоге эффективность производства.

Применение компьютерных технологий способствует совершенствованию организаций безопасности жизнедеятельности и охраны труда на металлургическом предприятий путем реализации комплексного и оперативного доведения полного объема информации по охране труда до конечных потребителей.

Разработка мобильного приложения по безопасности жизнедеятельности и охране труда на предприятии позволит усовершенствовать организацию БЖД и охраны труда, и как следствие повысить производительность труда на металлургическом предприятии.

Цель исследования – разработка мобильного приложения по организации промышленной безопасности на металлургическом предприятий.

В ходе обзора уже существующих информационных систем по организации промышленной безопасности были выявлены работы Фоменко А. П. (Казахстан) [1, с. 53], Шарафутдинова Д. К. (Россия) [2, с. 52; 3, с. 40].

Работа Фоменко А. П. представлена в виде автоматизированной обучающей системы, которая состоит из двух частей: «Обучение» и «Тестирование».

Программа может использоваться для:

- приобретения, повышения и проверки уровня знаний с целью реализации их в практической деятельности по обеспечению минимизации ЧС, травматизма и профессиональных заболеваний;
- определения уровня знаний работников в случаях их принятия на работу, продвижения по службе и увольнения.

Также в ходе обзора были рассмотрены работы Шарафутдинов Д. К. – дидактические средства профессиональной подготовки по охране и безопасности труда для линейной части магистральных трубопроводов на основе графического дизайна и информационных технологий. С применением компьютерных технологии были разработаны учебные плакаты-пособия по охране и безопасности труда, которые могут быть использованы как для рабочих профессий в системе непосредственного

производственного обучения, так и подготовки специалиста среднего звена в системе среднего производственного обучения [2].

В результате анализа была выявлена острая необходимость создания мобильного обучающего приложения по промышленной безопасности на металлургических предприятиях.

В результате исследования нами было разработано мобильное приложение по промышленной безопасности на металлургических предприятиях. Мобильное приложение по промышленной безопасности было разработано в среде Adobe Flash CS5 (Adobe AIR for Android) на языке программирования ActionScript 3.0.

Начальная страница приложения изображена на рисунке 1.

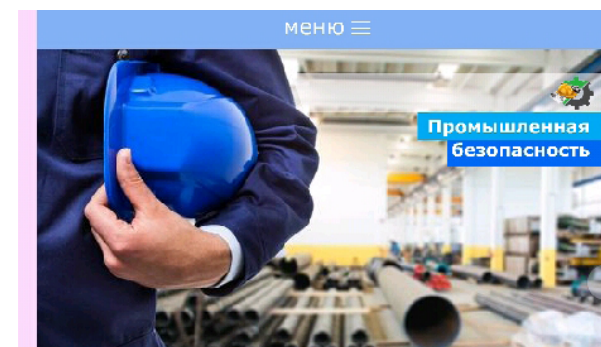


Рисунок 1 – Начальная страница мобильного приложения

Нажав на кнопку «Меню» пользователь попадает на страницу, изображенную на рисунке 2.

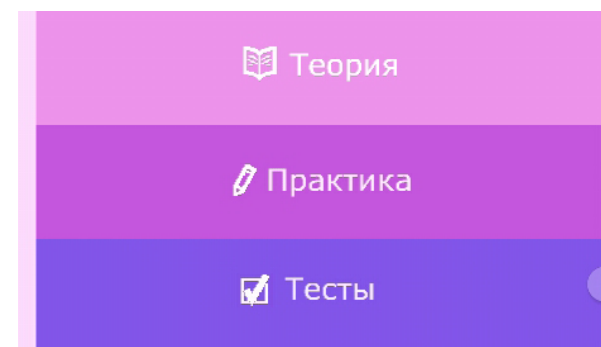


Рисунок 2 – Страница «Меню»



На странице «Меню» пользователь нажимая на нужный пункт, переходит на соответствующую страницу в мобильном приложении. Страница «Теория», изображенная на рисунке 3, имеет четыре кнопки:

- Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов по производству расплавов черных, цветных, драгоценных металлов и сплавов на основе этих металлов;
- Правила обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации грузоподъемных механизмов;
- Правила обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением;
- Закон Республики Казахстан «О гражданской защите».



Рисунок 3 – Страница «Теория»

Теоретический материал по выбранной теме отображается как на рисунке 4. На этой странице пользователь получает знания путем чтения.

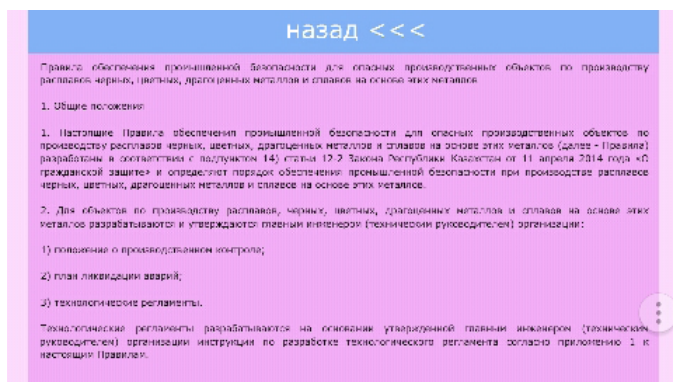


Рисунок 4 – Теоретический материал по выбранной теме

После освоения теоретического материала, пользователь выполняет практические занятия, которые находятся на странице «Практика». Данная страница включает в себя практические задания, которые разработаны по методу Drag and Drop, то есть пользователю нужно будет перетаскивать объекты и таким образом полученная информация закрепляется более эффективно.

Выполнив все задания, пользователь может пройти тестирование, которое находится на странице «Тесты».

Таким образом, пользователь, которым может быть сотрудник металлургического завода, осваивает весь материал по промышленной безопасности и закрепляет, выполняя наглядные практические задания, и в конце проверяет свои знания. Также значительным преимуществом данного метода обучения является то, что сотрудник получает знания в любой момент, в любом месте, используя свое мобильное устройство.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Фоменко А. П. Интеграция современных технологии в образовательный процесс по промышленной безопасности. – Охрана труда. Казахстан. №2 (26) – 2008. – 53 с.

2 Шарафутдинов Д. К. Дидактические средства профессиональной подготовки по охране и безопасности труда для линейной части магистральных трубопроводов на основе графического дизайна и информационных технологий. – Охрана труда. Казахстан. №12 (36) – 2008. – 52 с.

3 Шарафутдинов Д. К. Учебно-методический комплекс по охране труда на основе графического дизайна и информационных технологий / М. Н. Бадрутдинов. – Казанский педагогический журнал. № 3 / 2009. – 40 с.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

АРЫНГАЗИН К. Ш.

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

АХМЕТКАЛИЕВ М. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

РОЕВ С. Л.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Павлодарской области являются тепловые и электрические станции, работающие на высокосольных углях. Доля валовых выбросов от отрасли энергетики составляет 85-86 % от общих выбросов области. Доля валовых выбросов остальных крупных отраслей находится в зоне 10 % и лишь 4 % выбросов образуется в ходе хозяйственной деятельности предприятий II, III, IV категории. Выбросы от передвижных источников в 2011 году составили 42,4 тыс. тонн, за аналогичный период прошлого года выбросы составили 42,4 тыс. тонн.

Общее количество стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу насчитывается более 7120 единиц, из них 5206 единиц оборудованы системами аспирации.

В 2015 году эмиссия вредных веществ в атмосферу от стационарных источников крупных предприятий составила 621,8 тыс. тонн. Выбросы с учетом предприятий II, III, IV категории составят 644,8 тыс. тонн. За аналогичный период прошлого года выбросы от крупных предприятий составили 549,3 тыс. тонн. Выбросы в 2015 году с учетом предприятий II, III, IV категории составили 572,76 тыс. тонн. Наблюдаемое увеличение выбросов более 113 % связано с увеличением объемов производства на ряде крупных предприятий: Так увеличение эмиссий в текущем году произошло на: – АО «Павлодарский нефтехимический завод». Увеличение выбросов на 6,1 % в связи с увеличением переработки сырья; – ТОО «KSPSteel» Увеличение выбросов на 5,9 % в связи с появлением новых источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и увеличением объемов производства.

Источники загрязнения атмосферы определяются путем проведения инвентаризации организованных и неорганизованных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, а также во многом от

характеристики самого источника выбросов – высоты источника над уровнем земли, скорости, объема и температуры газового выброса из устья трубы, размеров неорганизованного источника, расположения источника на заводской площадке и т.д. В соответствии с этим источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре выходящих газов (нагретые, холодные) [1].

Профиль производства, схема переработки, ассортимент выпускаемой продукции, системы очистки, характеристика технологических и вспомогательных производств, общие сведения о предприятии определяют его как источник загрязнения атмосферы. Различают организованные и неорганизованные источники выбросов загрязняющих веществ. К неорганизованным источникам, через которые могут выделяться вредные вещества, на предприятии относятся:

- резервуары, цистерны сливно-наливных эстакад, поверхности испарения очистных сооружений, неплотности запорной арматуры и фланцевых соединений технологических установок;

- дефекты в арматуре и во фланцевых соединениях;

- пропуски сальниковых устройств, предохранительных клапанов пробобортных кранов, открытых постоянно действующих дренажей.

Кроме того, предприятию принадлежат более 100 передвижных источников загрязнения (автомобили с карбюраторными и дизельными двигателями). Из этих источников ежегодно в атмосферу завода, как рассчитано, может выделяться около 40 тыс т углеводородных примесей [2].

При добыче, транспортировке нефти и нефтепродуктов (бензин, топливо) атмосфера загрязняется углеводородами в основном в результате аварийных выбросов и испарений. Потери от испарений происходят при хранении, транспортировке, опорожнении резервуаров и транспортных емкостей. Особенно велики потери от испарения легковоспламеняющихся нефтепродуктов (бензин, топливо) с резервуаров в товарных парках.

Как известно, нефть представляет собой сложную смесь весьма большого количества индивидуальных углеводородных компонентов. При испарении в начальной стадии теряются наиболее легкие фракции, как метан, пропан, этан, бутан, изобутан и др. Они называются ЛОС – летучие органические соединения.

НПЗ являются крупными источниками выбросов летучих органических соединений. Из-за размера производства и размера

растений посаженных на территории предприятия трудно знать, сколько и чего выбрасывается. Летучие органические соединения (ЛОС) представляют собой органические соединения, которые имеют достаточно высокое давление пара испаряющиеся при нормальных условиях. Они встречаются в природе почти повсюду, но при выходе продукции и в ходе деятельности эти летучие органические вещества могут влиять на окружающую среду и здоровье человека в отрицательную сторону [1].

ЛОС способствует формированию атмосферного озона, кроме того, некоторые соединения ЛОС, являются токсичными, а некоторые способствуют глобальному потеплению. НПЗ – предприятие где перерабатывается нефть, и так же преобразованы в продукты, используемые в нашей повседневной жизни. Сырая нефть состоит из углеводородов, что делает его отличным источником энергии. Это означает, что там будет много летучих органических соединений. Из-за большой площади завода и риск утечки ЛОС-большая проблема. Очень большое количество ЛОС выделяются из нефтеперерабатывающих заводов ежегодно.

Снижению потерь нефти способствует применение специальных резервуаров, предусматривающих уменьшение объема газового пространства, например, резервуары с плавающими крышами и понтонами, хранение нефтепродуктов (бензин, топливо) под повышенным давлением, окраска наружных и внутренних стен резервуаров в светлые тона, снижающие их нагревание, применение дисков-отражателей и т.п.

В настоящее время расширяется применение различных систем улавливания легких фракций углеводородов, (УЛФ), выделяющихся из резервуаров. В товарных парках устанавливаются специальные блок-боксы, где расположено оборудование установок УЛФ. Работа осуществляется в автоматическом режиме, без присутствия обслуживающего персонала.

Система улавливания легких фракций состоит из газо-уравнительной обвязки (ГУЛ), соединяющей герметичные резервуары (РВС) с установкой УЛФ.

Преимущества использования систем УЛФ

- 1 практически полностью устранить потери легких фракций углеводородов из резервуаров;
- 2 значительно уменьшить взрывопожароопасность объектов;
- 3 улучшить состояние воздушного бассейна в районе резервуарного парка и систем налива нефтепродуктов (бензин, топливо);

4 снизить вредные выбросы в атмосферу и улучшить экологическую обстановку;

5 сохранить свойства нефтепродуктов (бензин, топливо);

6 получить дополнительную прибыль.

При оптимизации системы УЛФ необходимо получить ответ на следующие основные вопросы:

1 Тип, количество и объем резервуаров по ассортименту нефтепродуктов (бензин, топливо).

2 Высота, диаметр резервуаров и установленная дыхательно-предохранительная арматура (тип, марка, производительность и настроенное избыточное давление).

3 Технические характеристики насосов (количество, производительность, параллельное или последовательное включение), что связано со скоростью заполнения резервуаров.

4 Максимальная производительность насосов, работающих при заполнении одного резервуара.

Для выполнения этой задачи проводится следующий комплекс мероприятий:

- проведение обследования объекта, определение потерь нефтепродуктов (бензин, топливо);
- анализ работы объекта до установки оборудования и после установки оборудования с выдачей карт рассеивания;
- выбор оптимальной технологической схемы и подбор необходимого оборудования;
- разработка проектной документации;
- разработка необходимой конструкторской документации;
- изготовление и поставка оборудования;
- осуществление гарантийного обслуживания.

Системы УЛФ, применяемые в нефтепродуктообеспечении, могут быть разделены:

По характеру работы;

1 по виду «защитного газа»;

2 методу отделения углеводородов;

3 по методу аккумулирования или реализации парогазовой смеси.

Описание системы улавливания паров углеводородов активированным углем.

Система улавливания паров углеводорода основана на хорошо известном процессе адсорбции активированным углем. Насыщенный уголь регенерируется при помощи вакуума. Углеводороды выделенные с поверхности активированного угля заново поглощаются одним из

продуктов складирования на терминале. Так как процесс адсорбции не постоянный, требуется, по истечении определенного времени, останавливать процесс для регенерации угля. Чтобы обеспечить непрерывное свободное прохождение паров по системе, необходимо использовать по меньшей мере два резервуара, заполненных углем. Очередность открытия и закрытия запорной арматуры (задвигек) регулируется таким образом, чтобы один из слоев активированного угля оставался всегда на линии.

Во время заполнения цистерны грузовика одним или несколькими продуктами одновременно, смесь воздуха и паров углеводорода вытесняется из отсеков и направляется через общую трубу в охватываемую паровую втулку диаметром 4 дюйма по стандарту АНИ, расположенную в той же зоне, что и пост налива (рисунок 1.8). Далее пары поступают через рукав или шланг, оснащенный пламегасителем-антидетонатором, в общий коллектор паров. Коллектор паров соединен с системой рекуперации паров. В зависимости от оценки рисков и философии собственника терминала, пламегаситель-антидетонатор устанавливается на входе паров в систему рекуперации. Проектирование всех компонентов циркуляции паров, как и самой УРП, такова, что общая потеря нагрузки при максимальном расходе никогда не превышает максимально допустимое давление в отсеках грузовика. Механическое устройство для подачи паров, как например вентилятор, не требуется.

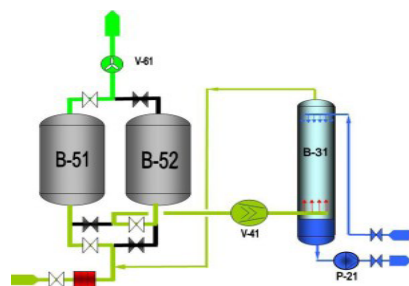


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки УЛЛФ

Смесь углеводорода и воздуха пересекает слой угля снизу вверх. Углеводороды быстро адсорбируются в порах активированного угля в нижнем слое. Средняя секция угольной загрузки функционирует как буфер, который компенсирует колебания уровня загрузки и концентрацию углеводорода в смеси. Верхние слои угольной загрузки

функционируют в качестве очистительной секции, чтобы получить допустимый уровень выбросов. Эта часть угольной загрузки продувается чистым воздухом на протяжении последних минут регенерационного цикла. Очищенный от углеводорода воздух, выходит из системы в атмосферу через трубу, высотой 10 метров приблизительно. Выбросы непрерывно контролируются инфракрасным датчиком.

Регенерация из активированного угля производится вытяжкой вакуума при помощи сухих винтовых вакуумных насосов. Чтобы устранить проблемы коррозии и абразивного износа, связанные с использованием жидкости из гликоля и воды, применяемой в жидкостно-кольцевых вакуумных насосах. Более того, сухие вакуумные насосы потребляют энергии примерно на 40 % меньше. Поскольку сухие вакуумные насосы могут быть оборудованы частотными преобразователями, то возможности вакуума могут быть прекрасно адаптированы к потоку в системе рекуперации паров. Это является второстепенным методом, способным значительно уменьшить общее потребление энергии. Загрузка углеводородами активированного угля также более сбалансирована, что уменьшает риск горячих точек.

Пары бензина и дизельного топлива в основном состоят из бутана и пентана. Их повторная абсорбция в один из продуктов терминала будет незначительно увеличивать давление насыщенных паров этого продукта. Следовательно, мы рекомендуем использовать, в качестве абсорбента для УРП, продукт с достаточным ежедневным расходом. Помимо легких углеводородов, в резервуар складирования, который находится в циркуляции, также передается вырабатываемое системой тепло. Чтобы избежать короткой циркуляции тепла и легких углеводородов, впускная и выпускная труба должны быть расположены по крайней мере на расстоянии 3 метров друг от друга. Чтобы не допустить перегрева резервуара складирования, объем циркулирующего продукта в танке должен быть не менее 300 м³. В крайних случаях, может быть установлена закрытая охлаждающая циркуляция для вакуумных насосов. Разница температуры абсорбента на входе и выходе из системы рекуперации паров не превышает 5 °C.

Повторный абсорбер представляет собой обычную промывочную колонну. Высоко насыщенные углеводороды, выходящие из вакуумной системы, вступают в прямой контакт с абсорбентом противотечения на уплотненном слое колец рашига. Оставшийся воздух, насыщенный новыми углеводородами из абсорбента, покидает верхнюю часть колонны и направляется обратно в подающий трубопровод УРП. В случае, если температура окружающей среды намного меньше чем

температура абсорбента, некоторое количество конденсата может образовываться в линии возврата в верхней части повторного абсорбера. Этот конденсат собирается вместе с возможным конденсатом из линии паров в отстойник в самой нижней точке подающего трубопровода УРП. Этот отстойник должен постоянно опорожняться или, в случае чрезмерного накопления жидкости, может быть установлен небольшой насос для выкачки жидкости в резервуар повторной абсорбции.

Предлагаемая установка УЛФ позволит практически полностью устранить потери легких фракций углеводородов из резервуаров, значительно уменьшить взрывопожароопасность объектов, улучшить состояние воздушного бассейна в районе резервуарного парка и систем налива нефтепродуктов (бензин, топливо), снизить вредные выбросы в атмосферу и улучшить экологическую обстановку, сохранить свойства нефтепродуктов (бензин, топливо).

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий. Утверждена приказом Министра охраны ООС РК от 18 апреля 2008 года №100-П.

2 Ю.Д. Земенкова - Хранение нефти и нефтепродуктов. Учебное пособие. Тюмень 2001 г., 108 с.

3 Арынгазин К.Ш., Кусанов Е.Т., Газизова О.Г., Ибраим М.К., Жакиянова А.Х. Основы промышленной безопасности. Учебно-методическое пособие, г. Павлодар, 2012 г., 108 с.

4 Арынгазин К.Ш., Кусанов Е.Т., Газизова О.Г., Ибраим М.К., Жакиянова А.Х. Электронный учебник «Основы промышленной безопасности» (программа для ЭВМ). Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права № 563 от 2 мая 2012 г.

## ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

АРЫНГАЗИН К. Ш.

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

ЖИЛКИБАЕВ Д. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЖУНУСОВА Ш. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На основании закона «О Гражданской защите» от 11.04.2014 г. № 188-V система обеспечения пожарной безопасности в Республике Казахстан – это совокупность экономических, социальных, организационных, научно-технических и правовых мер, а также сил и технических средств противопожарной службы, направленных на предотвращение пожара и вреда (ущерба) от него.

Система обеспечения пожарной безопасности в Республике Казахстан включает в себя центральные и местные исполнительные органы, обеспечивающие пожарную безопасность, органы государственной противопожарной службы, негосударственные противопожарные службы, добровольные противопожарные формирования, пожарно-технические научно-исследовательские учреждения, организации образования уполномоченного органа, предприятия, выпускающие пожарно-техническую продукцию.

Предприятия нефтехимической промышленности являются пожаро-взрыво-газоопасные, поэтому вопросы обеспечения пожарной и газовой безопасности на этих объектах находятся на особом контроле. Чтобы свести к минимуму риски возникновения нештатных ситуаций, связанных с возгораниями, предприятие системно осуществляет противопожарную защиту и ведет регулярную пожарно-профилактическую деятельность.

Промышленные объекты химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности можно при выборе способа пожарной защиты дифференцировать следующим образом:

- технологические установки, коммуникации, емкости и другое оборудование, размещенные в зданиях;
- хранилища (резервуары) горючих химических веществ и материалов, сливо-наливные эстакады и др.;
- технологические процессы, в которых предусматриваются установки с открытым огнем (печи).

Пожары на химических объектах могут характеризоваться следующими видами:

- горение веществ в виде факелов (при выбросе под давлением паров, газов или распыленных жидкостей);
- горение разлившихся жидкостей (или в открытой емкости);
- горение движущейся жидкости (растекающейся или струн);
- взрыв парогазовоздушной смеси.

Одной из основных особенностей таких объектов является сосредоточение крупных аппаратов, емкостей и другого оборудования, содержащего десятки и сотни тонн горючих материалов (ЛВЖ, горючих газов и жидкостей). Пожарная опасность усугубляется тем обстоятельством, что горючие материалы, как правило, обращаются в технологических процессах при повышенных давлении (или разрежении) и температуре. Поэтому возникающие пожары характеризуются быстрым распространением (до 40 м<sup>2</sup>/мин), высокой вероятностью обрушения конструкций, поддерживающих аппаратов и тем самым возможностью увеличения размеров аварии и пожара.

В случае возникновения пожаров в помещениях довольно велика также вероятность образования взрывоопасных парогазовоздушных сред. Возможность создания взрывоопасной среды не исключается и в случае аварии наружных установок. Известны, например, случаи разлива огромных количеств ЛВЖ при аварии крупных наружных технологических установок, сопровождавшейся образованием взрывоопасных облаков объемом в десятки тысяч кубометров. Взрывы таких облаков сопровождалась катастрофическими последствиями.

Характерной особенностью пожаров технологических установок является то, что они обычно связаны с факельным горением. При факельном горении развиваются высокая (до 1500 °С) температура горения и выделяется большое количество тепла. При этом особенно опасен контакт пламени с соседними аппаратами и коммуникациями, так как металлические конструкции и трубопроводы теряют механическую прочность и деформируются в течение первых 10–15 мин. Поэтому, согласно действующим нормативам, несущие металлоконструкции необходимо покрывать теплоизоляционным слоем с таким расчетом, чтобы повысить их огнестойкость до 0,75 ч и выше.

Особо опасным видом горения в технологических установках является взрыв газопаровоздушной смеси. Известны случаи, когда силой взрыва детали аппаратуры массой в несколько десятков тонн отбрасывались на сотни метров.

При выборе средств и способов пожаротушения необходимо обеспечивать условия достижения наиболее эффективной пожарной защиты (т. е. обеспечение надежного тушения в наикратчайшее время) при наименьших затратах.

Из анализа изложенных выше сведений о средствах тушения и особенностях развития пожаров на химических объектах следует, что в случае технологических процессов, размещаемых в зданиях, одним из наилучших способов является объемное тушение с применением газовых составов. Такой способ пожарной защиты, во-первых, обеспечивает не только пожаротушение, но и предупреждение образования взрывоопасной среды и, во-вторых, дает возможность потушить пожар независимо от его масштабов за очень короткое время (30 с и даже менее в зависимости от конкретных условий).

Эффективность и надежность способа существенно возрастают при использовании составов на основе галондоуглеводородов и, в частности, комбинированных газовых составов (типа хладон–азот или хладон–двуокись углерода). Комбинированный азотохладоновый состав особенно перспективен в том случае, если на объекте имеется азотное «питание». Весьма перспективны составы на основе хладона 13В1, так как они практически безвредны и могут в отдельных случаях использоваться в присутствии людей. При применении огнетушащих составов на основе бромхладонов для объемного тушения следует, как отмечалось ранее, учитывать ряд проблем, в том числе связанную с их испарением. Например, в опытах с хладоном 114132 наблюдались случаи, когда не весь подаваемый на создание огнетушащей среды хладон, несмотря на его высокую упругость пара (40 кПа при 20 °С), не успевал испаряться и часть его скапливалась на дне опытной камеры в виде жидкости. В работе [3] это обстоятельство объясняется тем, что струя распыленного жидкого хладона движется в потоке его насыщенных паров и поэтому испаряться могут лишь капли, находящиеся на периферии струн, а основная масса капель находится в условиях равновесия между конденсированной и газообразной фазами. Сказанное объясняет преимущество применения значительно более летучего хладона 13В1 и комбинированного азотохладонового состава.

При проектировании стационарных пенных установок необходимо учитывать ряд особенностей. Прежде всего это касается необходимости ограничения площади растекания горючего при его аварийном разливе и площади, одновременно защищаемой пеной. При этом, с одной стороны, уменьшаются масштабы возможного пожара и вероятность создания взрывоопасной среды (за счет уменьшения площади

испарения) и, с другой стороны, уменьшается расход пенообразователя, что ведет к значительному удешевлению системы. Такое ограничение площади разлива и тушения достигается разделением на секции производственных площадей, на которых возможен аварийный пролив горючих жидкостей. Размеры секции определяются конкретными условиями, но, как правило, они не превышают 500 м<sup>2</sup>. Для разделения на секции применяют специальные перегородки, высота которых должна обеспечивать предупреждение перелива аварийно разлившейся жидкости и сохранения определенной толщины слоя иены. В случае использования пены повышенной кратности требуемая толщина слоя и соответственно высота ограждения могут достигать 1 м. В этом случае можно использовать металлическую сетку с ячейками размером 1–2 мм. Чтобы предотвратить накопление чрезмерных количеств жидкостей, необходимо при проектировании пенных установок предусматривать аварийные сливы и дренажные устройства. В некоторых случаях применение иены может существенно уменьшить опасность образования взрывоопасной паровоздушной среды при проливах ЛВЖ, что обусловлено растворением ЛВЖ в воде и тем самым снижением упругости ее паров. Такой эффект был, например, обнаружен в случае добавления раствора ПО–11 к диэтиловому эфиру. В этих опытах интенсивность испарения эфира при добавлении раствора ПО–11 уменьшалась в 2–2,5 раза.

Порошковые установки, представляющие собой обычно сосуды, находящиеся под давлением, подробно рассмотрены ниже. Основным достоинством порошковых установок является возможность пожарной защиты объектов, содержащих вещества, которые нельзя тушить водой, пенами, составами на основе хладонов, а также: быстрота тушения. Но они не лишены и недостатков. Во-первых, при их использовании не исключается возможность повторных загораний, а во-вторых, для них характерны те же недостатки, что и для пенных установок: сложность оборудования, необходимость системы трубопроводов, громоздкость и др.

В связи с этими обстоятельствами порошковые стационарные установки не получили еще в нашей стране широкого распространения.

Примером рационального использования пенного пожаротушения с помощью стационарной установки является тушение диэтилового эфира, отличающегося низкой температурой вспышки, полярными свойствами и поэтому трудно поддающегося тушению.

Тушение эфира иеной на основе пенообразователя ПО–11 кратностью 25–40 достигается при интенсивности подачи раствора 0,15 л/(м<sup>2</sup>–с) и выше и накоплении слоя пены не менее 70 см.

Оптимальная интенсивность подачи раствора составляет 0,36 л/(м<sup>2</sup>–с), время разрушения пены 8–11 мин. Тушение эфира пеной на основе пенообразователя «Легкая вода» кратностью 50 достигается при интенсивности подачи раствора 0,10 л/(м<sup>2</sup>–с) и выше и накоплении слоя пены не менее 35 см. Оптимальная интенсивность подачи раствора составила 0,10 л/(м<sup>2</sup>–с). Применение для тушения эфира пены на основе пенообразователя ПО–11 кратностью 25–40 потребовало несколько изменить пенообразующую аппаратуру: в стандартную аппаратуру дополнительно установили сетку на выходе пеногенератора.

Дренаж из секций пожаротушения должен обеспечивать слив раствора пенообразователя и эфира не позднее чем через 10 мин после выключения пенной установки. В случае пролива эфира в помещение без воспламенения последнего опасность создания взрывоопасной среды можно уменьшить, включив систему пенного пожаротушения.

Тушение металлоорганических соединений. В последние годы в химической и родственных ей отраслях промышленности в качестве катализаторов процессов полимеризации широко применяют различные металлоорганические соединения, в том числе алюминийорганические (АОС) и литийорганические (ЛОС) соединения.

Обладая повышенной реакционной способностью, эти вещества обуславливают высокую пожарную опасность предприятий, на которых их получают или применяют. Организация пожаротушения металлоорганических соединений представляет определенные трудности. В частности, известно, что концентрационные растворы АОС характеризуются высокой пирофорностью. Реакция концентрированных растворов АОС с соединениями, содержащими активный водород (минеральные кислоты, щелочи, спирты и т.д.), протекает бурно с большим выделением тепла и сопровождаются в ряде случаев самовоспламенением. Реакция с водой протекает со взрывом; при взаимодействии с водой выделяются горючие углеводородные газы, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Также бурно (со взрывом) АОС реагируют и с четыреххлористым углеродом.

Наиболее эффективным средством тушения АОС является порошок СИ-2. Норма расхода состава СИ-2 на тушение концентрированных растворов триэтилалюминия (ТИБА), разлитых слоем до 2,5 см, при применении ручных средств (в том числе полустационарных установок) составляет 20 кг/м<sup>2</sup>, а при применении стационарной установки 32 кг/м<sup>2</sup>.

Разбавленные (до 10 %) растворы ТИБА и диизобутилалюминийхлорида (ДИБАХ) и каталитический комплекс на основе ТИБА в различных растворителях можно тушить воздушно-меха-

нической пеной и тонкораспыленной водой. Применять воду и все виды пен для тушения растворов ТИБА, ДИБАХ концентрацией выше 10 % и триэтилалюминия (ТЭА), диэтилалюминийхлорида (ДЭАХ) концентрацией выше 2,5 % категорически запрещается.

При проливе относительно небольших количеств продукта на нижних отметках в качестве первичного средства тушения для локализации очага горения и охлаждения конструкций рекомендуется применять снежную двуокись углерода с последующим тушением порошковым составом СИ-2.

При нарушении герметичности во фланцевых соединениях необходимо охлаждать и тушить места истечения снежной двуокисью углерода и одновременно снижать давление в аппаратах с нарушенной герметизацией. После сброса давления, не прекращая подачу снежной двуокиси углерода, к месту истечения следует подвести поддон или асбестовое одеяло и засыпать фланцевое соединение огнетушащим порошковым составом СИ-2. После подавления горения, не убирая состав СИ-2, нужно отремонтировать разгерметизированное соединение.

При фонтанировании АОС из аппаратов необходимо непрерывно подавать двуокись углерода для охлаждения мест истечения и снижения интенсивности факельного горения до тех пор, пока не будет сброшено давление в реакторах. При этом стравливание давления должно продолжаться не более 15 мин с момента загорания.

Для ускорения уборки остатков после пожара рекомендуется залить их спустя 0,5 ч после тушения минеральным маслом (трансформаторным, веретенным или другим, имеющим температуру вспышки выше 200 °С и температуру самовоспламенения выше 300 °С) из расчета 1,5 кг масла на 1 кг разлитого продукта. В этом случае возможность повторного воспламенения значительно снижается.

ЛОС, как и концентрированные растворы АОС, нельзя тушить водопенными огнетушащими составами, однако пожары растворов и суспензий литийорганических соединений в концентрациях до 20 % можно тушить объемным способом с помощью газообразной двуокиси углерода, поскольку такие растворы не обладают пирофорными свойствами.

Огнетушащая концентрация двуокиси углерода для тушения, например раствора бутиллития, составляет 50 % (об.) при интенсивности ее подачи 15 л/(м<sup>3</sup>-с).

Результаты испытаний показали, что наиболее трудно погасить пожар шлама бутиллития и раствора бутиллития в гептане.

Тушение всех ЛОС на открытом воздухе, за исключением шлама бутиллития, весьма эффективно достигается порошковым составом типа ПСБ при расходе 1–5 кг/м<sup>2</sup> в зависимости от характера растекания продукта.

Удовлетворительные результаты достигаются также при тушении литийорганических соединений снежной двуокисью углерода из аппаратов типа УП-2М при расходе от 2,5 до 16 кг/м<sup>2</sup> в зависимости от природы продукта, материала пола и характера пролива продукта.

Для тушения шлама бутиллития рекомендуется использовать порошковый состав СИ-2 с удельным расходом 1,5 кг/м<sup>2</sup>.

Тушение пожара на объектах хранения нефтепродуктов – сложные, опасные и не предсказуемые процессы. Успех по быстрому и качественному тушению пожара, а так же достижение наименьшего прямого и косвенного материального ущерба будет зависеть как от оперативно-тактической подготовки личного состава и слаженного взаимодействия пожарных подразделений, так и от выбора средств и способа пожаротушения для той или иной аварийной ситуации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Республики Казахстан от 3 апреля 2002 года № 314-ІІ (с изменениями на 10.07.2012 г.) «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах».

2 Баратов А. Н., Иванов Е. Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. М. 2009, 368 с.

3 Тодес О. М. Проблемы горения и тушения. М.: ВНИИПО, 2003. с.3

4 Арынгазин К.Ш., Кусанов Е.Т., Газизова О.Г., Ибраим М.К., Жакиянова А.Х. Основы промышленной безопасности. Учебно-методическое пособие, г. Павлодар, 2012 г., 108 с.

5 Арынгазин К.Ш., Кусанов Е.Т., Газизова О.Г., Ибраим М.К. Жакиянова А.Х. Электронный учебник «Основы промышленной безопасности» (программа для ЭВМ). Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права № 563 от 2 мая 2012 г.



## ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF RISKS OF ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS TECHNOLOGICAL PROCESSES IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

ARYNGAZIN K. SH.

candidate of technical sciences, professor,

S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

KAZYBAYEVA S. M.

undergraduate student, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

Along with the developing oil, gas and chemical industries in our country, environmental risks are also growing in large industrial enterprises. Since the solution of environmental issues includes multiple factors in terms of the types of impact, and from the point of view of the participants in the impact, or objects and subjects, it is necessary that certain types of work is carried out at each level of the environmental safety system. From the point of view of an anthropogenic impact site, or an industrial enterprise, this may be a certain list of procedures, starting with the identification of environmental aspects, accounting for sources of anthropogenic pollution, documenting all regulated procedures for environmental protection, obtaining all permits for emissions, discharges and disposal (in other words, the integrated use of natural resources for industrial purposes), the declaration of the enterprise's environmental policy, the completion of a declaration on measures taken to protect the environment, and on this basis - the preparation and conduct of production certification in the environmental management system.

In assessing environmental risks in the chemical and oil and gas production industry, not only the assessment of physical level risks, that is, those that can be directly measured, is important, but also an integrated risk assessment should be taken into account. Such an integrated risk assessment takes into account not only the direct impact on the environment in the form of emissions and discharges, but also indirect accumulation of environmental risk through the prolonged or delayed impact on the environment of anthropogenic factors.

The environmental risk system of petrochemical industry includes the risk associated with the source, control mechanisms and risk receptors. In other words, the degree of risk is not only dependent on the inherent risk size of the risk source, but is also related to the prevention and control level and the degree of environmental sensitivity of the receptor [1]. If an enterprise has strong prevention and emergency response capabilities for sudden risk accidents, its risk level should be reduced appropriately.

Similarly, if an environmentally sensitive receptor adjacent to the enterprise has a low degree of sensitivity, the associated risk level should be reduced appropriately. Therefore, systematic analysis of risks is the key to risk management. Based on these, comprehensive risk level as an integrated indicator that considers the inherent risk of source, the prevention and control level, and the degree of environmental sensitivity of the receptor are defined.

Risk, in this case, refers to environmental pollution accidents. It means any occurrence including a major emission, fire or explosion involving one or more hazardous chemicals and resulting from some uncontrolled development in the course of industrial activity or storage or due to transportation accidents leading to serious effects, cause loss of life and property, including adverse effects on the environment. The occurrence of an environmental pollution accident can be interpreted as a qualitative change in the system caused by changes in internal parameters. The shift of the system from a secure to an accident state is a catastrophic event.

The source of risk, which forms the main body of an accidental risk, includes the inherent toxicity and flammability or explosibility of risk factors, as well as the possibility of sudden risk accidents and the operating condition of production processes [2]. Therefore, the sub-criteria layer of the inherent risk associated with the risk source includes two sub-indices, the risk factor essential characteristic index and the risk accident characteristic index. The effectiveness index of the prevention and control mechanism includes the environmental management mechanism index and considers the positive role that fire departments and medical institutions play in emergency rescue [3]. The risk receptors include human and other environmentally sensitive receptors vulnerable to risk accidents [4]. When evaluating risk associated with an accident, human beings are the primary objects of protection, followed by an environment that ensures the quality of human life, and finally the property that relates to human production and living.

The presence of a risk factor is a prerequisite for the occurrence of any risk event. Major risk characteristics of chemical enterprises include toxic and hazardous risk materials in storage and in use during production, flammable and explosive hazardous materials that cause secondary pollution, and chemically reactive hazardous materials. Because the quantity of hazardous materials forms the basis for determining whether these materials form a major risk source, the risk factor index should also include a quantitative hazardous material sub-index. The accident hazard characteristic index includes the probability of risk accident and the operating pressure and temperature conditions of production processes.

For chemical enterprises, there are four sub-indices of the risk factor index in the alternative layer: toxicity, quantity, flammability and explosibility, and reactivity of hazardous materials. Of these, the quantity of hazardous materials has the highest priority, as leakage can directly impact human health and environmental safety. The accident hazard characteristic index includes two sub-indices, the probability of accident and operating pressure and temperature conditions. Of these, the former directly corresponds to the consequences of an accident. A risk accident with a high probability commonly results in small consequences, whereas that with a low probability results in relatively large consequences. Therefore, accident probability has priority over operating pressure and temperature conditions.

Conclusion: Among the three sub-indices of the environmental management mechanism index, the command center for early warning and emergency response has the highest priority, as a sound risk management department is the foundation of environmental management. Of the two sub-indices of the fire rescue index, the arrival time of the fire department has priority over the quantity of emergency facilities because arrival time is a key factor involved in rescue. Similarly, medical rescue time has priority over the quantity of medical treatment facilities in the medical rescue index because arrival time is a key factor in life-saving. Among the three sub-indices of the population-sensitive receptor index, the distance of population from the risk area has priority over population density and degree of population sensitivity because the former directly determines the degree of risk injury. Of the two sub-indices of the environmentally sensitive receptor index, the distance from risk area has priority over the degree of environmental sensitivity.

#### REFERENCES

- 1 Chen, Y., Song G., Yang, F., et al. Risk assessment and hierarchical risk management of enterprises in chemical industrial parks based on catastrophe theory / *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2012, No. 9, Pages 4386-4402
- 2 Jia, Q., Huang, L., Yuan, Z.W., Zhang, X.F. Assessment and management of accidental environmental risks in the petrochemical industry / *Acta. Sci. Circumst.* – 2010, No. 30, Page 1510–1517
- 3 Chen, G.H., Zhang, J., Zhang, H., Yan, W.W., Chen, Q.G. Study on regional risk assessment methodology / *China Saf. Sci. J.* – 2006, No. 16, Page 112–117
- 4 Jiang, W.Y., Tang, Q.H., Li, H.Z., et al. Development of composite environment risk evaluation method for chemical enterprises and its application. / *China Environ. Sci.* – 2010, No. 30, Page 133–138

## АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОКАЛЕННОГО НЕФТЯНОГО КОКСА В КАЗАХСТАНЕ И МАКРОРЕГИОНЕ

АРЫНГАЗИН К. Ш.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ШАМИЛОВА С. С.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Предприятие ТОО «УПНК-ПВ» (Установка прокатки нефтяного кокса) – отечественный завод по производству прокаленного нефтяного кокса. Завод спроектирован и построен Китайской международной инженерно-строительной компанией цветной металлургии (NFC) с привлечением иностранных специалистов. Компания NFC имеет богатый опыт в строительстве масштабных проектов, в том числе в Казахстане.

Основная продукция завода – это прокаленный нефтяной кокс. Для получения прокаленного нефтяного кокса используют сырой нефтяной кокс.

Нефтяной кокс применяется в основном в металлургической промышленности. Также используется для получения анодной массы в производстве алюминия, графитированных электродов дуговых печей в сталеплавильном производстве, для получения сульфидизаторов в цветной металлургии (для перевода металлов или оксидов металлов в сульфиды с целью облегчения их последующего извлечения из руд, в частности в производстве Cu, Ni и Co).

Развитая в Казахстане и макрорегионе нефтехимическая промышленность обеспечивает большой спрос на нефтяной кокс.

В Казахстане производителями прокаленного нефтяного кокса является ТОО «УПНК-ПВ» и ТОО «АНПЗ» (Атырауский нефтеперерабатывающий завод).

Прокаливание нефтяного кокса является необходимым этапом его подготовки к использованию в производстве анодной и графитированной электродной продукции для нужд алюминиевой и электросталеплавильной промышленности. Нефтегазовый комплекс выполняет незаменимую роль в обеспечении жизнедеятельности современного человека, а также в развитии регионов и страны в целом. На сегодняшний день продолжается активное использование нефти, газа и продуктов их переработки, как первичных, так и вторичных. Такие продукты, как асфальты, битумы, кокс и другие, активно используются в строительной, металлургической промышленности. Одним из важных

вторичных продуктов нефтепереработки является кокс, который крайне необходим для металлургической промышленности.

Мировой практикой подтверждается, что наиболее эффективными установками прокаливания нефтяного кокса являются барабанные вращающиеся печи.

УПНК используется для получения прокаленного кокса, путем удаления из сырого нефтяного кокса летучих компонентов и влаги. Вырабатывает прокаленный кокс.

Продукция производится на территории специальной экономической зоны «Павлодар». Сырье берут на местном нефтехимическом заводе, которое раньше почти нигде не использовалось.

Перечень производителей прокаленного нефтяного кокса в Казахстане и соседних регионах приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Мощности по прокаливанию сырого нефтяного кокса на предприятиях СНГ

Предприятие	Тип печи по обжигу кокса	Кол-во печей	Мощность по сырому коксу, тыс.т	Мощность по прокаленному коксу, тыс.т	Вид прокаленного кокса
Туркменбашинский	барабанная	1	170	140	Кусковой кокс и коксик
Ферганский	барабанная	1	150	115	Кусковой кокс и коксик
Омский	барабанная	1	140	100	Кусковой кокс и коксик
Волгоградский	барабанная	2	200	140	Кусковой кокс и коксик
Атырауский	барабанная	1	140	100	Кусковой кокс и коксик
Павлодарский	барабанная	2	280	205	Кусковой кокс и коксик
Сланцы	камерная	92	350	250	Коксик
Всего			1430	1050	

Литературный обзор работ по установке проковки нефтяного кокса показал, что данной теме были посвящены работы:

В работе Качана Д. М. [1, с. 129] основными задачами являлись:

– изучение закономерностей газообразования при прокаливании нефтяного кокса в лабораторных условиях и моделирование процесса с прямо- и противоточным движением парогазовых продуктов;

– разработка и опытно-промышленные испытания новой конструкции верхнего отбора газа из камерных печей и новой

технологии прокаливания кокса в печах с измененной схемой отбора парогазовых продуктов,

– опытно-промышленные исследования технологии газового и парового охлаждения прокаленного кокса;

– промышленная реализация усовершенствованной технологии прокаливания кокса на батарее камерных печей.

Научная новизна заключается в исследовании закономерности формирования состава газовой фазы при слоевом прокаливании нефтяного кокса в интервале температур ЭОО–1000С и скорости его нагрева 1–2 град/мин.

Тагиров М. А. [2, с. 110] проводил исследования в области организации производства активированного углеродного материала на базе кокса. В настоящее время актуальны и позволят расширить возможности квалифицированного применения нефтяных остатков. Был предложен способ определения оптимальных условий (температуры и времени активирования) изготовления нового активированного пористого углеродного материала из нефтяного кокса; составлено математическое описание процесса активирования углеродного материала во вращающейся барабанной печи, устанавливающее связь между основными параметрами процесса и свойствами активированного углеродного материала; показано, что полученный активированный углеродный материал может использоваться в качестве заменителя активированного угля в частности для удаления фенолов из сточных вод.

Ф. Б. Кайрлиева, А. С. Буканова, Г. А. Оразова [3, с. 129] предложили эффективный подход, позволяющий решить проблемы процесса проковки нефтяных коксов, использование методов математического моделирования для анализа статических режимов проковки нефтяных коксов во вращающейся печи. Математическое моделирование в последнее время становится все более эффективным методом научного исследования, основанном на познании изучаемого химико-технологического объекта с помощью математической модели-системы уравнений, связывающих его химические, тепловые, гидродинамические, конструктивные и другие параметры.

Сторожева Ю. И., Арнаутова А. Д., Лапаева И. И., Евстигнеева В. В. [4, с. 12] представили результаты расчетов повышения производительности вращающейся печи для проковки нефтяного кокса при установке 4-х или 8-и продольных порогов в футеровке зоны сушки печи. Разработана и исследована на модели вращающейся печи конструкция продольных столбчатых порогов

треугольной формы, рекомендованных к установке в промышленной печи перед зоной прокалики. Применение продольных порогов позволяет повысить производительность печи без снижения качества прокалики кокса и экологичности процесса по пылеуносу.

Морозова С., Подвинцева И. Б., Ширкунова А. С. [5] рассмотрели проблемы повышенного остаточного содержания влаги в нефтяном коксе, обусловленная технологией его производства на установках замедленного коксования-применением воды для выгрузки его из коксовых камер. Не удаленная на оборудовании узла хранения и погрузки свободная влага приводит к появлению ряда эксплуатационных проблем для перевозчиков и потребителей кокса. Степень обводненности кокса главным образом зависит от его гранулометрического состава, пористости и размеров пор, которые определяются составом сырья, технологическими параметрами процесса коксования и гидровыгрузки кокса.

Целью их работы являлось определение влияния температуры коксования на свойства кокса и скорость его обезвоживания.

Xiao J., Huang J. D., Zhong Q. F., Li F. C., Zhang H. L., Li J. [6, с. 2149] на основе вычислительной гидродинамики была разработана математическая модель реального времени для двумерного температурного поля прокаливания нефтяного кокса в вертикальной шахтной обжиговой печи. В процессе моделирования процесс выгрузки нефтяного кокса описывался течением вязкого течения, для определения теплопередачи между стенкой дымохода и газом в дымоходе было принято условие граничного динамического теплового потока, а для характеристики было использовано уравнение Аррениуса Процесс пиролиза нефтяного кокса. Модель была подтверждена как данными измерений, так и данными из литературы.

Tan M. W., Wang X. G., Wang X. X., Zou X. J., Ding W. Z., Lu X. G. [7, с. 151] обсуждали важные аспекты выбора, транспортировки и хранения сырой нефти, необходимой для производства высококачественного кальцина, а также этапы переработки сырой нефти, связанные с качеством.

Yang C. H., Zhu H. Q., Gui W. H. [8, с. 475] предложили интеллектуальную систему управления для прокаливания кокса во вращающейся печи.

Нефтяной кокс обычно прокаливают во вращающейся печи. Это очень распространенная проблема нестабильных условий производства и низких коэффициентов извлечения в процессе прокаливания кокса. Температурное поле в зоне прокаливания является решающим фактором, влияющим на выход и качество прокаленного нефтяного кокса (КПК). На основе анализа основных факторов, влияющих на температурное

поле в вышеуказанной зоне, предлагается интеллектуальная система управления для прокаливания кокса во вращающейся печи, чтобы стабилизировать температурное поле и максимизировать производительность вращающейся печи для прокаливания кокса методом экспертного гибридного метода, сочетающего рассуждение на основе случая. Вкратце представлены некоторые основные подсистемы. Система работает на заводе по прокаливанию кокса с 2005 года. Улучшена эффективность, экономичность, необычная установка и надежность системы управления. Результаты фактического запуска показывают достоверность и осуществимость этой системы.

Вывод: В результате литературного обзора выявлены основные тенденции развития рынка, технологии производства, эксплуатации прокаленного нефтяного кокса в Республике Казахстан и макрорегионе.

Установлено, что развитая в Казахстане и макрорегионе нефтехимическая промышленность обеспечивает и будет обеспечивать в дальнейшем большой спрос на прокаленный нефтяной кокс.

На заводе уже не только получили первую партию готовой продукции, но уже и определили покупателей за пределами Казахстана.

Новое предприятие по прокатке нефтяного кокса впервые в истории Казахстана будет работать с мировыми лидерами по производству алюминия.

Первую партию в объеме 1000 тонн предприятие поставило на казахстанский электролизный завод, который находится здесь же в Павлодаре. Прокаленный кокс нужен для производства чистого алюминия. Раньше эту продукцию павлодарские металлурги закупали извне.

Мощность нового завода – 205 тысяч тонн готовой продукции. Уже сейчас на этапе, когда предприятие готовится выйти на проектную мощность, к нему проявляют большой интерес зарубежные потребители, в числе которых крупные производители алюминия из России и Китая.

Первую партию в объеме 3 тысячи тонн прокаленного кокса экспортируют для нужд «РУСАЛа». У корпорации в России – 4 алюминиевых завода. Следующий на очереди – Китай.

Потенциальными потребителями прокаленного кокса на территории Павлодарской области и Республики Казахстан являются АО «Казахстанский электролизный завод» (который в настоящее время импортирует его из Китая) и АО «Аксуский завод ферросплавов», а также планируется выйти на рынок приграничных территорий.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Качан Д. М. кандидат технических наук, Диссертационная работа «Интенсификация процесса прокаливания нефтяного кокса в камерных печах», Санкт-Петербург, 2005. – 129 с.
- 2 Тагиров М. А., Диссертационная работа «Технология получения активированного углеродного материала на основе нефтяного кокса», УФА, 2014. – 110 с.
- 3 Кайрлиева Ф. Б., Буканова А. С., Оразова Г. А. «Моделирование процесса прокаливания нефтяного кокса на Атырауском НПЗ». Вестник КазНУ. Серия химическая, №4 (64), 2011 г. Атырауский институт нефти и газа, Республика Казахстан, г. Атырау. – 129–132 с.
- 4 Storozhev Yu. I., Arnahoutov A. D., Lappayev I. I., Yevstigneyev V. V. Increasing Productivity of Rotary Furnace for Calcination of Petroleum Coke with Minimal Ash Fly. База данных Thomson Reuters Калвис (Москва), 2011. – 12–15 с.
- 5 Морозова С., Подвинцева И. Б., Ширкунова А. С. «Исследование влияния температуры коксования на кинетику осушки нефтяного кокса». Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, Россия, 2011.
- 6 Xiao, J (Xiao, Jin); Huang, JD (Huang, Jindi); Zhong, QF (Zhong, Qifan); Li, FC (Li, Fachuang); Zhang, HL (Zhang, Hongliang); Li, J (Li, Jie). A Real-Time Mathematical Model for the Two-Dimensional Temperature Field of Petroleum Coke Calcination in Vertical Shaft Calciner. База данных Thomson Reuters JOM. Опубликовано: AUG 2016. Том: 68 Выпуск: 8. Стр.: 2149–2159. DOI: 10.1007/s11837-016-1846-9.
- 7 Tan, MW (Tan, Mingwu); Wang, XG (Wang, Xueguang); Wang, XX (Wang, Xinxing); Zou, XJ (Zou, Xiujiang); Ding, WZ (Ding, Weizhong); Lu, XG (Lu, Xionggang). Influence of calcination temperature on textural and structural properties, reducibility, and catalytic behavior of mesoporous gamma-alumina-supported Ni-Mg oxides by one-pot template-free route. База данных Thomson Reuters JOURNAL OF CATALYSIS. Опубликовано : SEP 2015. Том: 329. Стр. : 151–166. DOI : 10.1016/j.jcat.2015.05.011.
- 8 Yang, CH (Yang, Chunhua); Zhu, HQ (Zhu, Hongqiu); Gui, WH (Gui, Weihua). An intelligent control system for coke calcination in rotary kiln 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL AND AUTOMATION. База данных Thomson Reuters, Опубликовано: 2007. VOLS 1-7. Серия книг: IEEE International Conference on Control and Automation ICCA. Стр.: 475–479.

## УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА РАСШИРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ГОСУДАРСТВА

АРЫНГАЗИН К. Ш  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
НУРЛАНОВА К. Ж  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Любое производство сопровождается образованием отходов, которые необходимо утилизировать.

Нефтяные отходы – это различные по составу и физико-химическим свойствам углеводородные смеси, образующиеся в процессах хранения, транспортировки и использования нефтяного топлива, масел и смазочных материалов, а также нефтепродукты, потерявшие товарные качества и непригодные к дальнейшему использованию по назначению. Нефтепродукты и нефтяные отходы, попавшие в окружающую среду, являются токсичными и взрывопожароопасными загрязнителями. Наличие их ухудшает и без того сложную экологическую обстановку любого города и региона.

С увеличением потребления нефтепродуктов растет количество нефтяных отходов. Источниками нефтесодержащих загрязнителей являются различные транспортные средства, пункты их обслуживания и ремонта, склады и пункты выдачи горюче-смазочных материалов (ГСМ), теплоэнергетические комплексы (ТЭК) и прочие объекты. Кроме того, источником нефтяных отходов является каждая установка (котел, печь, газовая турбина, дизель и карбюраторный двигатель) – сжигающая жидкое углеводородное топливо. Нефтяные отходы попадают в окружающую среду как в жидком, так и в газообразном состоянии, причем газообразные углеводородные загрязнители способны переноситься на значительные расстояния (до 2000-3000 км за 2-3 дня) и рассеиваться на огромные площади.

Сегодня, когда повсеместно на производстве идет использование искусственных, а не натуральных природных материалов, важнейшим вопросом становится переработка промышленных отходов. Причем, этот вопрос утилизации является существенной стороной любого процесса, будь то строительство, производство или художественное творчество. А ведь чем масштабнее сам процесс, тем наибольшие размеры принимает переработка отходов.

В настоящее время утилизация – это такой вид деятельности, для которого нужны и специальные знания, и жесткое соблюдение технологий, норм и правил, и наличие техники и оборудования.

Все знают, что нефть как природный ресурс относится к той категории, наличие которой в стране определяет ее вес на мировой арене. У всех на слуху – конфликты между странами за свое влияние в нефтеносных регионах мира, которые зачастую приводят к локальным войнам. Но сегодня важнейшим вопросом является и формирование грамотной стратегии утилизации нефтепродуктов, которая может существенно повлиять на расширение экономического влияния государства. Понятно, что утилизация нефтепродуктов в глобальном масштабе одновременно позволяет решать экологические проблемы и увеличивать экономический потенциал.

При сложившейся в нынешнее время ситуации мирового сокращения энергоресурсов, именно утилизация нефтепродуктов может стать одним из вариантов экономичного использования общих запасов нефти на планете. Ведь этот процесс, если он организован на высоком уровне и с использованием самых передовых технологий, позволяет извлечь все ценные элементы для повторного использования, а остальные отходы сделать безопасными.

Известно, что отработанные нефтяные масла представляют серьезную опасность для окружающей среды и жизни человека. Но на сегодня, к сожалению, не всегда соблюдаются нормы и правила при добыче, транспортировании и переработке нефти, а слив в почву и водоемы отходов просто огромен. В связи с этим большое значение имеет утилизация отходов нефтепродуктов, переработка их, и полное или частичное восстановление качества отработанных масел с целью их повторного использования.

Переработка и утилизация нефтешламов включает разделение нефтесодержащих отходов на легкую и тяжелую фракции, которые затем обезвреживаются и окончательно утилизируются. Использование инновационных методов и новых технологий, а также оснащенность современным оборудованием дают возможность нашим специалистам провести многоступенчатое разделение с высокой степенью очистки нефтешламов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Игорь ДУБРОВИН, Евгений ДУБРОВИН Утилизация нефтяных отходов – Изд-во «Энергетика и промышленность России», 2008
2. Сайт ЭкоВторРесурс(от 28.03.2013)

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АРЫНГАЗИН К. Ш.  
к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
НУРЛАНОВА К. Ж.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Объемы отходов нефтепродуктов и нефтезагрязнений, скопившиеся на отдельных объектах, составляют десятки и сотни тысяч кубометров. Значительное число хранилищ нефтешламов и отходов, построенных с начала 50-х годов, превратились из средства предотвращения нефтезагрязнений в постоянно действующий источник таких загрязнений

В наиболее упрощенном виде нефтешламы представляют собой многокомпонентные устойчивые агрегативные физико-химические системы, состоящие главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, окислы металлов и т.д.).

Главной причиной образования нефтешламов является физико-химическое взаимодействие нефтепродуктов в объеме конкретного нефтеприемного устройства с влагой, кислородом воздуха и механическими примесями. В результате таких процессов происходит частичное окисление исходных нефтепродуктов с образованием смолоподобных соединений. Попадание в объем нефтепродукта влаги и механических загрязнений приводит к образованию водно-масляных эмульсий и минеральных дисперсий. Поскольку любой шлам образуется в результате взаимодействия с конкретной по своим условиям окружающей средой и в течение определенного промежутка времени, одинаковых по составу и физико-химическим характеристикам шламов в природе не бывает.

По происхождению нефтешламы подразделяются на группы, различающиеся по физико-химическим свойствам (таблица 1):

- сбросы при зачистке нефтяных резервуаров;
- сбросы при испытании скважин, КРС, ПРС;
- аварийные разливы при добыче и транспортировке нефти;
- амбарные деградированные нефти;
- нефтешламы транспортного цеха.

Таблица 1 – Физико-химические свойства и состав нефтешламов

Название показателя	Значение
Содержание нефтяных фракций, %	до 98
Содержание остаточной воды, %	до 22
Вязкость, мм <sup>2</sup> /с при 20°С при 50°С	2497–33,4 2694–12,9
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	885–988
Содержание, % масс Асфальтены смолы парафины	14,1–3,9 44,0–9,5 9,1–3,1
Массовая доля фракций, выкипающих до температуры:	
250°С	23,5–1,7
300°С	34,7–7,5
350°С	41,0–14,9
400°С	51,9–26,0
450°С	59,8–36,3
500°С	70,0–46,

Нефтешлам из-за значительного содержания в нем нефтепродуктов можно отнести к вторичным материальным ресурсам. Использование его в качестве сырья является одним из рациональных способов его утилизации, так как при этом достигается определенный экологический и экономический эффект. Одна из областей применения нефтешлама – дорожное строительство, где он используется как добавка к связующим, повышающая качество асфальтобетонной смеси за счет повышения прочности, снижения водопоглощения и уменьшения стоимости дорожного покрытия. Другой областью по объему использования нефтешлама в качестве сырья является изготовление строительных материалов. Так, предлагается применять нефтешлам для производства гидроизоляционного материала. Также нефтешлам можно использовать в качестве компонента котельного топлива и товарной нефти. Выбор метода переработки и обезвреживания нефтяных шламов, в основном, зависит от количества содержащихся в шламе нефтепродуктов. В качестве основных методов обезвреживания и утилизации нефтеотходов практически используются:

– химические методы обезвреживания (затверждение путем диспергирования с гидрофобными реагентами на основе негашеной извести или других материалов);

– методы биологической переработки (биоразложение путем внесения нефтесодержащих отходов в пахотный слой земли; биоразложение с применением специальных штаммов бактерий, биогенных добавок и подачи воздуха);

– термические методы переработки (сжигание в открытых амбарах; сжигание в печах различного типа и конструкций; обезвреживание или сушка нефтяных шламов с возвратом нефтепродуктов в производство, а сточных вод в оборотную циркуляцию и последующим захоронением твердых остатков; пиролиз; газификация);

– физические методы переработки (гравитационное отстаивание; разделение в центробежном поле; фильтрование; экстракция);

– физико-химические методы переработки (разделение нефтяного шлама с применением специально подобранных ПАВ, деэмульгаторов, смачивателей, растворители и др. на составляющие фазы с последующим использованием).

Среди существующих методов разделения нефтешламов с целью утилизации (центрифугирование, экстракция, гравитационное уплотнение, вакуум-фильтрация, фильтпрессование, замораживание и др.) – наиболее перспективным является центрифугирование с использованием флокулянтов. Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85 %, механических примесей — на 95 %. При реагентной обработке нефтешламов изменяются их свойства: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Баширов В. В. и др. Техника и технология поэтапного удаления и переработки амбарных шламов – М.: Высш. шк., 1992–120с. -1–16–7687800–6.

2 Баширов В. В., Бриль Д. М., Фердман В. М., Тухбатуллин Р. Г., Харланов Г. П. Способы переработки нефтешламов // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. – 1994

3 Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии част. — Москва: Изд-во «Химия», 1995.

## ПРОБЛЕМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ КОРРОЗИИ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ӘДІЛ О. Б.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЕЛЮБАЙ М.

к.х.н., зав. кафедрой, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Систему оборотного водоснабжения надлежит проектировать с отводом воды от технологических установок без разрыва струи с напором, достаточным для подачи воды на охладители, за исключением случаев, когда разрыв струи обусловлен конструкцией установок. Схема должна приниматься с оборотом воды, общим для всего промышленного предприятия или в виде замкнутых циклон для отдельных производств, цехов или установок. Для уменьшения диаметра и протяженности труб водопроводных сетей надлежит применять на промышленном предприятии отдельные системы оборотного водоснабжения по отдельным производствам, цехам или установкам с максимально возможным приближением их к потребителям воды. При проектировании охлаждающих систем оборотного водоснабжения должна учитываться возможность использования низкопотенциального тепла подогретой воды.

В системах оборотного водоснабжения следует использовать природные и сточные воды при соответствующей очистке и обработке. Использование очищенных сточных вод должно согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы. Обратная вода не должна вызывать коррозии труб, оборудования и теплообменных аппаратов, биологических обрастаний, выпадения взвесей и солевых отложений на поверхностях теплообмена. Для обеспечения указанных требований надлежит предусматривать соответствующую очистку и обработку добавочной и оборотной воды.

Баланс воды в системах

Для систем оборотного водоснабжения должен составляться баланс воды, учитывающий потери, необходимые сбросы и добавления воды в систему для компенсации убыли из нее.

При составлении баланса в состав общей убыли воды из системы необходимо включить:

А) безвозвратное потребление (отбор воды из системы на технологические нужды);

Б) потери воды на испарение при охлаждении определяемые по формуле 1

$$Q_{\text{исп}} = K_{\text{исп}} q_{\text{охл}}$$

Где  $t = t_1 - t_2$  – перепад температуры воды в градусах, определяемый как разность температур воды, поступающей на охладитель (пруд, брызгальный бассейн или градирню),  $t_1$  и охлаждаемой воды  $t_2$ ;

$q_{\text{охл}}$  – Расход оборотной воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$K_{\text{исп}}$  – Коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи непарением в общей теплоотдаче, принимаемый для брызгальных бассейнов и градирен в зависимости от температуры воздуха (по сухому термометру) по таблице 2.2, а для водохранилищ (прудов)-охладителей – в зависимости от естественной температуры в водотоке.

### Предотвращение механических отложений

Возможность и интенсивность образования механических отложений в резервуарах градирен и в теплообменных аппаратах надлежит определять на основе опыта эксплуатации систем оборотного водоснабжения, расположенных в данном районе, работающих на воде данного источника, или исходя из данных о концентрации, гранулометрическом составе (гидравлической крупности) механических загрязнений воды и воздуха.

Для предотвращения и удаления механических отложений в теплообменных аппаратах следует предусматривать периодическую гидроимпульсную или гидropневматическую очистку их в процессе работы, а также частичное осветление оборотной воды.

Вода поверхностных источников, используемая в качестве добавочной в системе оборотного водоснабжения, должна подвергаться осветлению.

### Предотвращение коррозии

Для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов следует применять обработку воды ингибиторами, защитные покрытия и электрохимическую защиту.

При применении ингибиторов и защитных покрытий в системах оборотного водоснабжения следует предусматривать тщательную очистку теплообменных аппаратов и трубопроводов от отложений и обрастаний.

В качестве ингибиторов следует применять триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, трехкомпонентную композицию, силикат натрия и др.

Наиболее эффективный вид ингибитора коррозии должен определяться в каждом конкретном случае опытным путем.

При использовании триполифосфата и гексаметафосфата натрия для создания защитной фосфатной пленки концентрация ингибиторов



в воде оборотной системы в течение 2-3 суток должна приниматься 100 мг/л, в добавочной воде для поддержания фосфатной пленки – 7-15 мг/л по  $P_2O_5$ . При этом скорость движения воды в теплообменных аппаратах должна быть не менее 0,3 м/с.

При применении трехкомпонентного ингибитора дозу бихромата калия следует принимать 2-4 мг/л по  $CrO_4$ , сульфата цинка – 1,5-3 мг/л по  $Zn^{2+}$  и гексаметафосфата или триполифосфата натрия – 3-5 мг/л по  $PO_4$ .

Скорость движения воды в системе должна быть не менее 0,5 м/с.

При использовании силиката натрия дозу жидкого стекла в расчете на  $SiO_2$  следует принимать равной 10 мг/л, при высоких концентрациях хлоридов и сульфатов (500 мг/л и более) дозу необходимо увеличивать до 30-40 мг/л.

Защитные покрытия и электрохимическую защиту трубопроводов следует проектировать согласно требованиям пп. 8.32-8-41 СНиП РК 4.01-02-2009

Охлаждение оборотной воды

Тип и размеры охладителя должны приниматься с учетом:

Расчетных расходов воды;

Расчетной температуры охлажденной воды, перепада температур воды в системе и требований технологического процесса к устойчивости охладительного эффекта;

Режима работы охладителя (постоянный или периодический)

Расчетных метеорологических параметров;

Условий размещения охладителя на площадке предприятия, характера застройки окружающей территории, допустимого уровня шума, влияния уноса ветром капель воды из охладителей на окружающую среду;

Химического состава добавочной и оборотной воды и др.

Область применения охладителей воды надлежит принимать по таблице :

Таблица 1 – Область применения охладителей воды

Охладитель	Удельная тепловая нагрузка, тыс. Ккал/ (м2/ч)	Перепад температур воды, С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру, С
Вентиляторные градирни	80-100 и выше	3-20	4-5
Башенные градирни	60-100	5-15	8-10
Брызгальные бассейны	5-20	5-10	10-12

Водохранилища-охладители	0,2-0,4	5-10	6-8
Радиаторные градирни	-	5-10	20-35
Открытие и брызгательные	7-15	5-10	10-12
Примечание: Показатели в таблице даны для воды, поступающей на охладитель, с температурой не более 45 °С.			

Технологические расчеты градирен и брызгальных бассейнов надлежит производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха по сухому и влажному термометрам (или относительной влажности воздуха) по замерам в 7,13 и 19 ч за летний период года по многолетним наблюдениям при обеспеченности 1-10 %. Для тепловых и атомных электростанций расчеты надлежит производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха, по сухому и влажному термометрам за летний период среднего и жаркого года.

### Градирни

Градирни надлежит применять в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды при высоких удельных гидравлических и тепловых нагрузках.

При необходимости сокращения объемов строительных работ, маневренного регулирования температуры охлажденной воды, автоматизации для поддержания заданной температуры охлажденной воды или охлаждаемого продукта следует применять вентиляторные градирни. Для обеспечения наиболее высокого эффекта охлаждения оборотной воды надлежит применять градирни с пленочным оросителем.

При наличии в оборотной воде жиров, смол и нефтепродуктов следует применять градирни с капельным оросителем; при наличии взвешенных веществ, образующих отложения, не смываемые водой, брызгальные градирни.

Оросители надлежит предусматривать в виде блоков, конструкция и расстановка которых должны обеспечивать равномерное распределение потоков воды и воздуха по площади градирни.

Систему распределения воды надлежит принимать напорной трубчатой, допускается применение лотков. При установке разбрызгивающих сопел факелами, направленными вниз, расстояние от сопел до оросителя следует принимать 0,8-1 м, при направлении факелов вверх – 0,3-0,5 м.

Расположение сопел на трубах распределительной системы должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади градирни над оросителем.

Для предотвращения выноса из градирни капель воды в зоне воздухораспределителя надлежит устанавливать ветровые перегородки, а над водораспределительными системами – водоуловительные устройства.

Конструкция и расстановка водоуловительных устройств должны обеспечивать отсутствие сквозных вертикальных щелей (оптическую плотность) по всей площади градирни, при этом вынос капель воды не должен превышать: 0,1–0,2 % расхода оборотной воды при отсутствии в ней токсичных веществ, 0,05% – при наличии токсичных веществ.

В вентиляторных градирнях водоуловительные устройства надлежит размещать на расстоянии не менее 0,5 диаметра вентилятора от его рабочего колеса.

При расположении градирен на покрытиях зданий необходимо предусматривать жалюзи на воздухоходных окнах градирен.

Площадь входных окон градирни должна составлять 34–45 % площади градирни в плане.

Металлические конструкции должны быть защищены антикоррозионными покрытиями согласно СНиП 2.03.11-85.

#### **Водохранилища-охладители**

Водохранилища-охладители надлежит применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличии свободных малоценных земельных площадей вблизи предприятий, наличии естественных водоемов или искусственных водохранилищ.

Глубина водохранилищ-охладителей при летних уровнях воды должна быть не менее 3,5 м на 80 % площади зоны циркуляции водохранилища. Следует предусматривать мероприятия по ликвидации мелководий, удалению всплывающего торфа, а также обеспечению требуемого качества воды.

Коэффициенты использования водохранилищ-охладителей должны определяться по аналогам на основании модельных лабораторных исследований, а при расширении предприятий – на основании натурных исследований.

Расположение и конструкции водозаборных и водовыпускных сооружений, а также сооружений, повышающих охлаждение воды (струераспределительные сооружения, струенаправляющие дамбы), необходимо принимать с учетом ветрового влияния, гидрологических особенностей водоемов (стоковых, ветровых, плотностных и

других течений), а также возможностей использования и создания вертикальной циркуляции охлаждаемой воды.

Брызгальные бассейны надлежит применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличии открытой площади для доступа воздуха. Их следует располагать длинной стороной перпендикулярно направлению господствующих ветров. При размещении брызгальных бассейнов следует учитывать возможность образования тумана и обледенения соседних сооружений и дорог.

Брызгальные бассейны надлежит проектировать не менее чем из двух секции, односекционная допускается для оборотных систем с периодическим режимом работы. Расположение разбрызгивающих сопел на трубах распределительной системы должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади брызгального бассейна. Ширина брызгального бассейна в осях крайних сопел должна быть не более 50 м.

Для уменьшения уноса капель воды ветром крайние сопла устанавливаются на расстоянии 7-10 м от границы бассейна в зависимости от величины напора у сопел и скорости ветра.

В целях поддержания необходимого температурного режима в зимнее время в каждой секции брызгального бассейна необходимо предусматривать трубопровод для сброса воды без разбрызгивания.

Конструкцию брызгальных бассейнов надлежит принимать из бетона или железобетонных плит с устройством гидроизоляционного экрана. Брызгальные устройства допускается располагать над естественными водоемами. При этом следует предусматривать планировку и крепление берегового откоса.

#### **Размещение охладителей на площадках предприятий**

Размещение охладителей на площадках предприятий необходимо предусматривать из условий обеспечения свободного доступа к ним воздуха, а также наименьшей протяженности трубопроводов и каналов. При этом надлежит учитывать направления зимних ветров для исключения обмерзания зданий и сооружений (для градирен и брызгальных бассейнов).

Минимальное расстояние между охладителями воды, зданиями и сооружениями, а также между охладителями необходимо принимать согласно СНиП II-89-80.

Основные факторы, влияющие на скорость коррозии металла следующие:

Температура и pH воды.

Можно выделить 3 зоны:

$pH < 4,3$ . Скорость коррозии чрезвычайно быстро возрастает с понижением  $pH$ . (Сильнокислая среда).

$4,3 < pH < 9-10$ . Скорость коррозии мало зависит от  $pH$ .

$9-10 < pH < 13$ . Скорость коррозии убывает с ростом  $pH$  и коррозия практически прекращается при  $pH=13$ . (Сильнощелочная среда).

В первой зоне на катоде протекает реакция разряда ионов водорода и образование молекулярного водорода; во второй и третьей зоне – идет реакция образования ионов гидроксидов  $OH^-$ .

Повышение температуры ускоряет анодные и катодные процессы, так как увеличивает скорость движения ионов, а, следовательно, и скорость коррозии.

Содержание кислорода в воде.

Как было отмечено выше, железо труб подвергается интенсивной коррозии в кислой среде при  $pH < 4,3$  и практически не корродирует при  $pH > 4,3$ , если в воде отсутствует растворенный кислород.

Если в воде есть растворенный кислород, то коррозия железа будет идти и в кислой, и в щелочной среде.

Парциальное давления  $CO_2$

Огромное влияние на разрушение металла труб коррозией оказывает свободная углекислота ( $CO_2$ ), содержащаяся в пластовых водах. Известно, что при одинаковом  $pH$  коррозия в углекислотной среде протекает более интенсивно, чем в растворах сильных кислот.

На основании исследований установлено, что системы с парциальным давлением  $CO_2 = 0,02$  МПа считаются коррозионно-неопасными, при  $P_{пар}$ .

$CO_2 = 0,02$  МПа – возможны средние скорости коррозии, а при  $CO_2 = 0,02$  МПа – среда является высокоррозионной.

Объяснение влияния  $CO_2$  на коррозионную активность среды связано с формами нахождения  $CO_2$  в водных растворах.

Это:

Растворенный газ  $CO_2$ ;

Недиссоциированные молекулы  $H_2CO_3$ ;

Бикарбонат ионы  $HCO_3^-$ ;

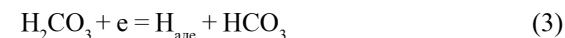
Карбонат ионы  $CO_3^{2-}$ .

В равновесных условиях соблюдается баланс между всеми формами:

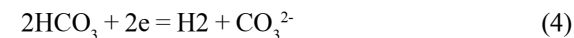


Растворенный в воде  $CO_2$  может влиять по двум причинам:

Молекулы  $H_2CO_3$  непосредственно участвуют в катодном процессе:



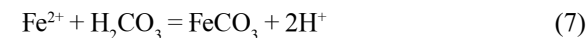
Катодному восстановлению подвергается бикарбонат-ион:



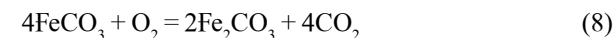
$H_2CO_3$  играет роль буфера и поставляет ионы водорода  $H^+$  по мере их расходования в катодной реакции:



При взаимодействии  $Fe^{2+}$  с  $HCO_3^-$  или  $H_2CO_3$  образуется осадок карбоната железа  $FeCO_3$ ;



Все исследователи обращают внимание на огромное влияние продуктов коррозии железа на скорость процесса коррозии.



Таким образом, можно выделить две характерные особенности действия диоксида углерода:

Увеличение выделения водорода на катоде;

Образование карбонатно-оксидных пленок на поверхности металла.

Минерализация воды.

Растворенные в воде соли являются электролитами, поэтому увеличение их концентрации до определенного предела повысит электропроводность среды и, следовательно, ускорит процесс коррозии.

Уменьшение скорости коррозии связано с тем, что:

Уменьшается растворимость газов,  $CO_2$  и  $O_2$ , в воде;

Возрастает вязкость воды, а, следовательно, затрудняется диффузия, подвод кислорода к поверхности металла.

Давление.

Повышение давления увеличивает процесс гидролиза солей и увеличивает растворимость  $\text{CO}_2$ .

Структурная форма потока

Относительные скорости течения фаз (газа и жидкости) в газожидкостных смесях (ГЖС) в сочетании с их физическими свойствами (плотностью, вязкостью, поверхностным натяжением и т.д.) и размерами и положением в пространстве трубопровода определяют формирующиеся в них структуры двухфазных (многофазных) потоков. Можно выделить семь основных структур: пузырьковая, пробковая, расслоенная, волновая, снарядная, кольцевая и дисперсная.

Каждая структура ГЖС влияет на характер коррозионного процесса.

Вопрос о связи коррозионных процессов в трубопроводах со структурами потоков, транспортируемых по ним ГЖС, всегда интересовал и продолжает интересовать специалистов по коррозии. Имеющаяся информация о связи структур течения ГЖС с коррозией является еще недостаточно полной.

Но тем не менее известно, например, что кольцевая (дисперсно-кольцевая) структура ГЖС снижает интенсивность коррозии трубопровода; снарядная (пробково-диспергированная) может способствовать коррозионно-эрозионному износу трубопровода по нижней образующей трубы на восходящих участках трассы, а расслоенная (плавная-расслоенная) – развитию общей и питтинговой коррозии в зоне нижней образующей трубы и в, так называемых, «ловушках» жидкости (особенно при выделении соленой воды в отдельную фазу).

7) Биокоррозия, коррозия под действием микроорганизмов.

С этой точки зрения имеют значение сульфатвосстанавливающие анаэробные бактерии (восстанавливают сульфаты до сульфидов), обычно обитающие в сточных водах, скважинах и продуктивных горизонтах.

В результате деятельности сульфатвосстанавливающих образуется сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , который хорошо растворяется в нефти и в дальнейшем взаимодействует с железом, образуя сульфид железа, выпадающий в осадок:



Под влиянием  $\text{H}_2\text{S}$  изменяется смачиваемость поверхности металла, поверхность становится гидрофильной, то есть легко

смачивается водой, и на поверхности трубопровода образуется тонкий слой электролита, в котором и происходит накопление осадка сульфида железа  $\text{FeS}$ .

Сульфид железа является стимулятором коррозии, так как участвует в образовании гальванической микропары  $\text{Fe}-\text{FeS}$ , в которой является катодом (то есть разрушаться будет  $\text{Fe}$  как анод).

Некоторые ионы, например ионы хлора, активируют металлы. Причиной активирующей способности ионов хлора является его высокая адсорбируемость на металле. Хлор-ионы вытесняют пассиваторы с поверхности металла, способствуют растворению пассивирующих пленок и облегчают переход ионов металла в раствор. Особенно большое влияние ионы хлора оказывают на растворение железа, хрома, никеля, нержавеющей стали, алюминия.

Итак, коррозионную агрессивность воды характеризуют природа и количество растворенных солей, pH, жесткость воды, содержание кислых газов. Степень влияния этих факторов зависит от температуры, давления, структуры потока и количественного соотношения воды и углеводов в системе.

#### Выводы:

Отсутствие прибора учета расхода воды в системе охлаждения оборотной воды предприятия делает ее ненадежной и неэффективной. Недостоверность исходной информации о расходе оборотной воды не позволяет проводить правильный анализ режимов работы насосных агрегатов, держать оптимальный температурный режим в системе, регламентировать технологический режим работы системы охлаждения, определять ее техническое состояние, оценивать соответствие фактических расходов регламентным требованиям, выявлять проблемные места системы и произвести качественные контрольные расчеты. Все это приводит к сложности принятия своевременных и правильных решений о необходимости и сроках модернизации, профилактических работ, организационных мероприятий, связанных с эксплуатацией оборудования.

Недостаточное внимание к вопросам оборудования водопроводной сети оборотной воды запорно-регулирующей арматурой также может привести к нежелательным последствиям вследствие изменения гидравлических параметров системы. В частности, отсутствие вантузов на повышенных участках сети приводит к ее завоздушиванию.

Предварительное ознакомление показало, что в ней имеются определенные проблемы различной степени сложности, игнорирование которых может привести к сбою технологического процесса получения

МТБЭ и полипропилена, а также к появлению определенных трудностей для дальнейшего развития нефтехимического производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бегман Дж., Ингибиторы коррозии, Москва – Ленинград, Химия, 1986-209 стр.
- 2 Кукин П.П., Лапин В.Л., Понамарев Н.Л. Безопасность жизнедеятельности, учебное пособие для вузов, Москва высшая школа, 2007 г. – 335 с тр.

### ОХРАНА ТРУДА – ЗАЛОГ УСПЕХА ПРЕДПРИЯТИЯ

БЕЙСЕМБАЕВ М. К.

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

БЕЙСЕКЕЕВА А. А.

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

На сегодняшний день с ростом промышленности необходимым является создание здоровых и безопасных условий труда, установление правовых основ регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, а также создание условий труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятия. Администрация обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний работников [1, с. 27].

Предприятия металлургической промышленности относятся к производственному циклу, где почти что на каждом шагу проводятся работы повышенной опасности, в результате чего охрана труда и все касающиеся ее вопросы здесь должны находиться под особым контролем. Все работы по строительству и реконструкции, введению в эксплуатацию новых технологий на металлургических предприятиях проводиться обязательно должны в строгом соответствии с действующими нормативами безопасности труда и быть согласованными с соответствующими органами госнадзора.

К сожалению, несмотря на постоянное усовершенствование технологических процессов, максимальную замену ручного труда

автоматами, уровень производственного травматизма остается достаточно высоким. Главной профилактической мерой в данном случае является четкое соблюдение персоналом предприятия существующих инструкций по охране труда [2].

Охрана труда в современном мире имеет огромное значение в связи с интенсивным развитием производственной сферы и появлением новых видов деятельности. Соблюдение ее принципов позволяет решить целый ряд задач, среди которых:

- гарантированная защита сотрудников предприятия от вредных и опасных факторов, влияющих на их здоровье;
- снижение расходов на обеспечение производственного процесса;
- исключение серьезных экономических убытков из-за потери рабочего времени;
- исключение претензий и финансовых санкций контролирующих органов, призванных следить за соблюдением требований трудового законодательства;
- повышение производительности и качества персонала.

В чем же заключается роль охраны труда на предприятии?

Прежде всего, в том, что самой высокой ценностью всегда является человек, его жизнь и здоровье.

Во-вторых, правильно организованная работа по обеспечению безопасности труда повышает дисциплинированность работников, что, в свою очередь, ведет к повышению производительности труда, снижению количества несчастных случаев, поломок оборудования и иных нештатных ситуаций, то есть повышает в конечном итоге эффективность производства.

В-третьих, охрана труда подразумевает не только обеспечение безопасности работников во время исполнения ими служебных обязанностей. На самом деле сюда также относятся самые разные мероприятия: например, профилактика профессиональных заболеваний, организация полноценного отдыха и питания работников во время рабочих перерывов, обеспечение их необходимой спецодеждой и гигиеническими средствами и даже выполнение социальных льгот и гарантий. Правильный подход к организации охраны труда на предприятии, грамотное использование различных нематериальных способов стимулирования работников дают последним необходимое чувство надежности, стабильности и заинтересованности руководства в своих сотрудниках. Таким образом, благодаря налаженной охране труда снижается текучесть кадров, что тоже благотворно влияет на стабильность всего предприятия [3, с. 1].

В соответствии с трудовым кодексом Республики Казахстан каждый работник имеет право на рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда; обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с законодательством РК. По информации пресс-службы Минтруда и соцзащиты ежегодно в Казахстане происходит свыше 2 тысяч несчастных случаев на производстве, и наблюдаются несчастные случаи со смертельным исходом. Во вредных и опасных условиях труда занято более 600 тысяч работников Казахстана [4].

При рассмотрении организации системы управления охраной труда в Республике Казахстан, а также нормативные, законодательные акты в области охраны труда; состояние системы управления охраной труда на производстве, в частности металлургических комплексах страны; динамики групповых несчастных случаев, следует что, модернизация или улучшение система управления охраной труда занимает актуальную позицию.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Фомичева О.А. Оценка производственной безопасности металлургического производства. Москва, 2010, 27 с.
- 2 <http://www.znakcomplect.ru/poleznosti/example/trebovaniya-bezopasnosti/oxrana-truda-na-predpriyatiyah-metallurgicheskoi-otrasli.html>.
- 3 Бруснецов С.Г. Роль охраны труда на производстве. 2007, 1-2 с.
- 4 Трудовой кодекс РК от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ДУБИНЕЦ Н. А.

ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
ГАЛЯМОВ А. К., КАЗГУЛОВА С. С., КУЧУК А. А.  
студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Павлодарская область, в том числе и город Павлодар, являются одним из основных промышленно-развитых регионов Республики Казахстан, где вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности остаются актуальными.

Объемы валовых выбросов в атмосферу за 2016 год составили 553,1 тысяч тонн, из них на долю крупных предприятий области по первой категории приходится 85-86 %. Вместе с тем, в сравнении

с 2015 годом объемы выбросов вредных веществ уменьшились на 15,2 тысяч тонн [1].

Данное уменьшение в основном связано со снижением производственной активности, а также с эффективностью реализации природоохранных мероприятий.

Следует отметить, что в целях соблюдения экологических нормативов и улучшения экологической обстановки на предприятиях области проводятся мероприятий по охране окружающей среды.

В течение последних пяти лет на модернизацию производственного оборудования и улучшения очистных систем предприятия области направили 84,7 млрд. тенге. В 2016 году эта сумма составила порядка 12,4 млрд. тенге (для сравнения: 2015 год – 14,9 млрд. тенге, 2014 год – 17,5 млрд. тенге, 2013 тенге 19,5 млрд. тенге, 2012 год – 21,4 млрд. тенге).

В разрезе крупных предприятий выполнение природоохранных мероприятий, предусматривающие снижение объёмов эмиссий, выглядит следующим образом:

Павлодарский Алюминиевый завод запланировал 367,104 млн. тенге, фактически затраты составили 401,684 млн. тенге. Основные мероприятия были направлены на расширенные и текущие ремонты золоулавливающих установок (ЗУУ) котлоагрегатов (к/а) № 1,3,4, и 7 (замена изношенных элементов оборудования, устранение неисправности) для поддержания надежности работы и эксплуатационного КПД пылегазоочистных, аспирационных установок; для формирования ограждающих дамб шламонакопителей было повторно использовано 2 600 000 тонн отвального шлама.

Акусский завод ферросплавов – филиал АО «ТНК «Казхром» запланировано 2,3 млрд. тенге, затраты составили 2,4 млрд. тенге из них 2 млрд. тенге из которых потрачены на переработку 940000 тонн шлаков феррохрома, 35 млн.тенге – на реконструкцию печи № 44 цеха № 4 и еще 282 млн. тенге – на замену рукавных фильтров ферросплавных печей.

ТОО «Экибастузская ГРЭС-1» им. Булата Нуржанова запланировано 270 млн. тенге, освоено 371 млн. тенге из них 200 млн.тенге на проведение реконструкции системы золоулавливания с установкой электрофильтров нового поколения на энергоблоке ст. № 1, увеличение эффективности очистки дымовых газов до 99,38 % и снижение запыленности дымовых газов с 1600 мг/нм<sup>3</sup>-300-400 мг/нм<sup>3</sup>. Еще 35 млн. тенге на проведение наладки режима горения после монтажа низкоэмиссионных горелок на к/а ст. № 2 для снижения

концентрации NOX в дымовых газах с 850 мг/нм<sup>3</sup> до 650 мг/нм<sup>3</sup> и 90,0 млн. тенге – на пылеподавление существующих зольных пляжей золоотвала и для рекультивации отработанной части золоотвала, для уменьшения пыления [2].

АО «Станция Экибастузская ГРЭС-2» запланировано 198 млн. тенге, освоено 221 млн. тенге из них 63 млн. тенге – на пылеподавление зольных пляжей на площади 32 га, 30 млн. тенге – замену и ремонт изношенных участков водоводов подачи воды из Канала им. К. Сатпаева на электростанцию и 45 млн. тенге – на ремонт внутренней системы гидрозолошлакоудаления.

АО «Павлодарэнерго» запланировано 1,2 млрд. тенге, освоено 1,6 млрд. тенге. Проведен ремонт тепловой изоляции, обмуровки горелок, по итогам капитальных ремонтов экологический эффект от мероприятий достигнут путем снижения выбросов загрязняющих веществ на – 6,870 тонн с 1 к/а в год, ремонт золоулавливающих установок к/а БКЗ и КВТК (скрубберов, эмульгаторов, газоходов) экологический эффект от мероприятий заключается в предотвращении ухудшения состояния атмосферного воздуха, реконструкция входного патрубка батарейных эмульгаторов с целью оптимизации скорости пылевого потока эмульгатора котлоагрегатов ст. № 2 и 4 ТЭЦ-3 экологический эффект от данного мероприятия позволит снизить выбросы золы угля по ТЭЦ-3 на 853,652 т/год

Промышленные предприятия в процессе своей деятельности осуществляют производственный экологический контроль, предусматривающий проведение ежеквартального производственного мониторинга, в рамках которого независимые аккредитованные лаборатории производят наблюдения на источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и на санитарно-защитной зоне (СЗЗ), документируют результаты и ежеквартально представляют в Департамент.

Внедряются ли новые «зеленые» технологии в области?

В Павлодарской области в части внедрения зеленых технологий планируется установка контейнеров для сбора ртутьсодержащих ламп в трех городах области Павлодар, Экибастуз, Аксу. На сегодняшний день определены места их размещения.

– Какие результаты в вашей работе были достигнуты за последнее время и какие планы по дальнейшей работе?

К достигнутым результатам можно отнести основные показатели работы Департамента в части осуществления государственного экологического контроля за 2015-2016 годы.

Так в 2016 году проведено 113 проверок применения требований экологического законодательства.

По результатам которых выявлено 160 административных правонарушений, по которым вынесено 132 постановлений о наложении административного взыскания в виде штрафа на общую сумму 32 млн. 456 тыс.тенге (22 предупреждения).

Аналогичный период 2015 года было совершено 303 административных правонарушения, по которым вынесено 58 постановлений о наложении административного взыскания в виде штрафа на общую сумму 4 млн. 595 тыс.тенге (222 предупреждения).

Предъявлено предписаний о возмещении ущерба нанесенного окружающей среде на общую сумму 661 млн. 990 тыс.тенге.

В аналогичный период 2015 года предъявлено предписаний о возмещении ущерба нанесенного окружающей среде на общую сумму 64 млн. 957 тыс.тенге.

Кроме того, следует отметить, что в ходе осуществления функций экологического регулирования при рассмотрении и согласовании проектов нормативов эмиссий достигнуто снижение эмиссий в окружающую среду предприятиями региона.

Так при согласовании проектов нормативов эмиссий по АО «Алюминий Казахстана» нормативы выбросов снижены с 79,7 тыс. тонн до 70, 3 тыс. тонн. По проекту ПДВ для ПФ ТОО «KSPSteel» нормативы снижены с 11,8 тыс. тонн до 5,8 тыс. тонн. При разработке нового проекта ПДВ ТОО «Богатырь Комир» исключены выбросы эндогенных пожаров и конкретизированы мероприятия по их недопущению и локализации. В итоге нормативы выбросов относительно предыдущего проекта сокращены с 11 152,058 тонн до 4 822,149 тонн, т.е уменьшены на 6 329,9 тонн (56,7 %) [3].

В соответствии с регламентированными полномочиями, Департамент продолжит осуществление функций государственного экологического контроля, экологического регулирования направленные на выявления пресечение, предупреждения нарушений экологического законодательства, а также проведения государственной экологической экспертизы всех видов хозяйственной деятельности предприятий 1 категории по классификации объектов оценки воздействия на окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Экибастузский угольный разрез // Предприятия / Богатырь. – URL : <http://www.bogatyr.kz>

- 2 Экология Павлодара // Департамент экологии по Павлодарской области / Департамент. – URL : <http://www.eco.gov.kz>  
 3 <http://eenergy.media/2017/05/14/ekologiya-pavlodarskoj-oblasti/>  
 4 <https://pavon.kz/post/view/34421>

## EXPERTISE IN INDUSTRIAL SAFETY OF PETROCHEMICAL FACILITIES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

IBRAYEVA E. M.

candidate of pedagogical sciences, associate professor, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

SHUKURBAEVA A. K.

undergraduate student, S. Toraighyrov PSU, Pavlodar

The expertise in industrial safety is an assessment of the conformity of the object to the requirements of industrial safety. In the RK, «Industrial development and industrial safety committee of the Ministry for investments and development», conducts an industrial safety appraisal and the registration of industrial safety declarations of a hazardous production facility.

The appraisal of the production facility is carried out with the aim:

- to identify a hazardous production facility;
- to identify the signs of the facility's danger;
- to assign a facility to a certain insurance type;
- to assess the facility's compliance with industrial safety requirements.

Industrial safety expertise is a prerequisite for licensing, related to hazardous production facilities.

Industrial safety expertise is applied to:

- project documentation for the construction, expansion, reconstruction, technical re-equipment, conservation and liquidation of a hazardous production facility;
- buildings and structures at a hazardous production facility;
- technical devices at a hazardous production facility;
- industrial safety declaration and other documentation, related to the operation of a hazardous production facility.

The procedure for carrying out an expert examination of industrial safety and the rules for issuing an expert opinion is regulated by the relevant regulatory enactments.

The system of industrial safety expertise is the totality of participants in the industrial safety expertise, as well as norms, rules, methods, conditions, criteria and procedures within which expert activities are organized and carried out.

Objects operating at chemical, petrochemical, oil and gas processing enterprises are the most complex structures that must comply with the requirements of industrial safety. The procedure for the examination of industrial safety in relation to explosive and chemically hazardous industries is regulated by the legislation on industrial safety of the Republic of Kazakhstan.

According to the Decree, the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan transferred the functions and powers in the field of industrial safety to the newly formed Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan.

Also, the functions and powers of the Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan were transferred to the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan, with the exception of functions and authorities in the field of formation and implementation of the state policy in the field of electric power, nuclear energy, the Agency of the Republic of Kazakhstan for Communications and Information of the Ministry of Transport and communications of the Republic of Kazakhstan.

In the newly established Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan, the State agency «The Industrial Development and Industrial Safety Committee of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan» has been established to implement the functions of realization, regulation, control and supervision of the Ministry in the field of the industrial development of the country's industries, expert control, industrial safety, energy conservation and energy efficiency.

One of the main control and supervisory functions of the Committee is the implementation of state supervision over compliance with norms and requirements of industrial safety with hazardous production facilities and organizations operating hazardous technical devices.

The Republican State Agency «The Industrial Development and Industrial Safety Committee of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan» is the department of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan, which exercises regulatory, implementation, control and supervisory functions, as well as participating in the strategic functions of the Ministry in the areas of industrial policy: mining and metallurgical complex; machine building; chemistry; production of building materials; development of local content; export control and licensing of certain activities; energy conservation and energy efficiency; industrial safety.



The main functions of the Committee are:

- carries out regulatory, implementation and supervisory functions and participates in the implementation of the strategic functions of the Ministry within the competence of the Committee;
- provides public services in accordance with the standards and regulations of public services;
- carries out the production of cases on administrative offenses in regulated spheres;
- registers chemical products on the territory of the Republic of Kazakhstan and maintains their records;
- approves the accounting for certain types of chemical products;
- issues warranty (end user certificates);
- carries out licensing of activities in regulated spheres, export and import of certain types of goods, as well as products subject to export control;
- issues opinions on the attribution of goods, technologies, works, services, information to products subject to export control to the applicants and interested state bodies;
- carries out registration of industrial safety declarations of a hazardous production facility;
- conducts knowledge testing (examinations) of heads of legal entities of hazardous industrial facilities that declare industrial safety, as well as members of standing examining commissions of these legal entities;
- carries out other functions stipulated by the laws of the Republic of Kazakhstan, enactments of the President of the Republic of Kazakhstan and the Government of the Republic of Kazakhstan.

Declaring the safety of a hazardous production facility is carried out in order to facilitate monitoring of compliance with security measures, assessing the adequacy and effectiveness of emergency prevention and response activities at the industrial site.

Declaration of industrial safety requires:

- a comprehensive assessment of an accident risk and the associated threat;
- an analysis of the adequacy of the measures taken to prevent an accident, to ensure the organization's readiness to operate a hazardous production facility in accordance with industrial safety requirements, and to localize and eliminate the consequences of an accident at a hazardous production facility;
- development of measures aimed at reducing the scale of an accident consequences and the amount of damage caused in the event of an accident.

The Declaration of Industrial Safety is a document that reflects the nature and extent of the hazard at the industrial site and the measures taken to ensure industrial safety and preparedness for action in anthropogenic emergencies.

Hazardous production facilities are subject to mandatory declaration, on which substances are produced, used, processed, formed, stored, transported, and destroyed.

The declaration is developed for projected and operating industrial facilities as part of design documentation for the construction, expansion, reconstruction, technical re-equipment, conservation and liquidation of a hazardous production facility, is specified or developed again in the event of a license application for operation of a hazardous production facility, changes in information contained therein, or changes in industrial safety requirements. The declaration and other documentation related to the operation of a hazardous production facility are subject to an expert examination of industrial safety in accordance with the established procedure.

The Committee, being the legal successor of the rights and obligations of the abolished Committee for State Control over Emergencies and Industrial Safety of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, in order to prevent the harmful effect of hazardous production factors arising from accidents, incidents at hazardous production facilities in accordance with the functions and authorities transferred to it, conducts state supervision in the field of industrial safety for compliance of the hazardous production facilities and organizations with industrial safety requirements, their readiness for liquidation and localization of accidents and their consequences, the timely conduct of technical surveys of industrial buildings, technological structures and technical devices of hazardous production facilities, the obligatory insurance of the liability of owners of the facilities associated with the danger of causing harm to third parties and examination of Executives, members of standing examination boards of legal entities in the field of industrial safety.

#### REFERENCES

- 1 Ministry for Investment and Development of the Republic of Kazakhstan, Industrial Development and Industrial Security Committee [Electronic resource]. – <http://comprom.mid.gov.kz>.
- 2 Kasenov K. M., Kim D. S., Zhumagulova R. E. Integrated industrial safety system of hazardous industrial facilities of the Republic of Kazakhstan // Industry of Kazakhstan. – 2011. – No. 6. – P. 22–24.

3 Civil defence. Textbook for universities / C. V. Belov, A. B. Il'nitskaya, A. F. Kozjakov. – М., 2004. – 613 p.

4 Labour safety in the chemical industry. Textbook for university students / A. Ya. Vasin, N. I. Toropov. – М. : Academia, 2006. – 528 p.

5 Kirsanov V. V. Fundamentals of industrial and environmental safety of hazardous production facilities: monograph / V. V. Kirsanov. – Kazan, 2011. – 479 p.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ НАНОСТРУКТУР

ИБРАИМОВ М. К.

PhD, и.о.доцента, КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы

УСТИМИРОВ Р.

магистрант, КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы

СЛАМЖАН Е.

магистрант, КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы

Наноструктурированный кремний является привлекательным материалом из-за их наноразмерных эффектов и их уникальных электрических свойств. Поверхностный эффект наноструктурированных материалов становится доминирующей из-за их большой поверхности заданного объема, что является полезным для разработки датчиков влажности и газа [1, 2].

Для определения газов  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ , formaldehyde, acetone, ethanol, methanol and isopropyl alcohol [5], [6] уже были проведены эксперименты, в которых измеряли электрические и оптические свойства пористого кремния (ПК). Jalkanen и др. разработали датчик газа на основе пористого кремния путем мониторинга изменения значения емкости и коэффициента отражения относительно внешних адсорбентов и показали, что при оценке этих двух параметров можно получить селективные сенсоры. Для изготовления устойчивого сенсора к перепадам влажности предлагают использовать ПК, поверхность которой карбонизируется что в свою очередь предотвращает окисление поверхности. Так же, для улучшения воспроизводимости и для проведения более надежных и точных измерений предлагаются точные и тонкие технологии, основанные на интеграции волоконно-оптического кабеля в датчик ПК [4]. Для усиления обнаружения при комнатной температуре  $\text{NO}_2$  путем измерения сопротивления на поверхность ПК наносились наноструктуры  $\text{ZnO}$ .

Также в изготовлении газовых датчиков можно использовать кремниевые нанонити (КНН). Первым это показал Lieber в 2001 году. Ряд работ показали, что КНН хорошо чувствуют и неорганические и органические газы. В 2007 году Heath и др. получили газовый датчик на основе КНН который распознает  $\text{NO}_2$  с концентрацией вплоть до 20 ppb. Предлагается так же использовать КНН при изготовлении экономически выгодных, маломощных и малоразмерных газовых датчиков водорода, который не имеет запаха, цвета и является сильновоспламеняющимся при концентрациях уже чуть более 4 % [20]. Очень вредные пары аммиака ( $\text{NH}_3$ ) который может пагубно отразиться на окружающей среде и может вызывать респираторные заболевания тоже предлагается детектировать с помощью сенсоров на основе КНН.

На основе этих данных можно утверждать, что Изготовление недорогих селективных портативных электрохимических датчиков сигнализации с удаленным доступом мобильных устройств в условиях вредных для человека газовых сред является актуальной задачей науки и индустрии.

Для изготовления ПК (Рис.1) использовались подложки монокристаллического кремния n-типа с концентрацией фосфора  $10^{19} \text{ см}^{-3}$  и кристаллографической ориентацией (100). Кремниевые нанонити (Рис.2) были получены методом metal-assisted chemical etching, который состоял из трех этапов: нанесение металлических частиц на поверхность кристаллического кремния; выращивание нанонитей на поверхности; и удаление остатков частиц металла травлением в азотной кислоте.

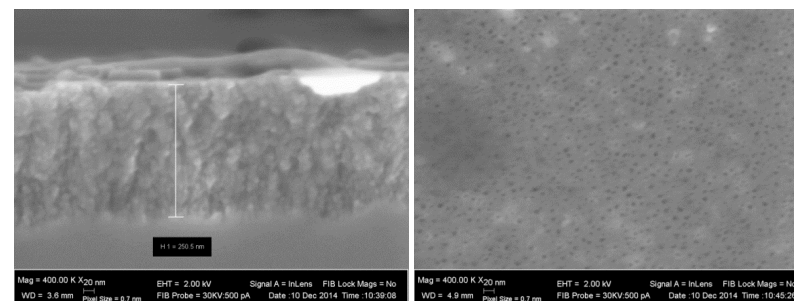


Рисунок 1 – СЭМ изображения газового сенсора на основе ПК

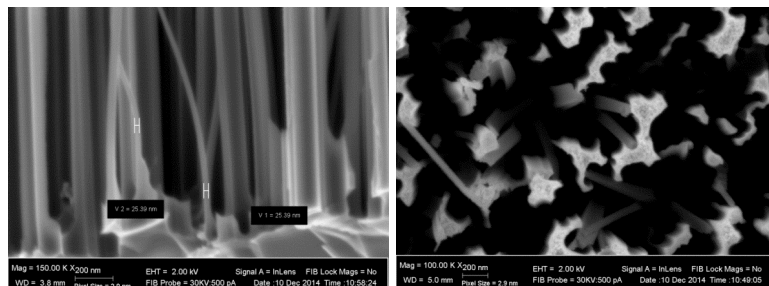


Рисунок 2 – СЭМ изображения газового сенсора на основе КНН

Сенсоры на основе ПК и КНН распознавали такие газы как этиловый спирт, влажный воздух (41 %), хлороформ ( $\text{CHCl}_3$ ), ацетонитрил ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ). В работе [30] были показаны что величина емкости сенсора на основе ПК при подачи влажного воздуха или паров этанола изменялось вплоть до 430 %. На основании данных исследований можно сделать вывод что ПК и КНН отличные кандидаты в изготовлении сенсорных устройств.

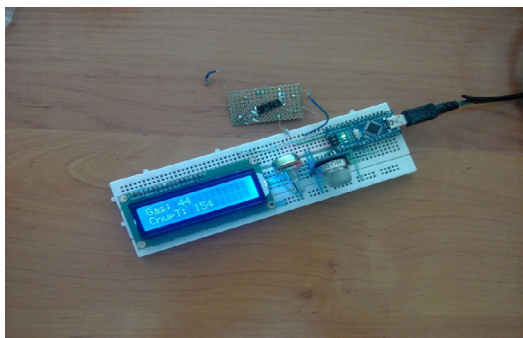


Рисунок 3 – Электрическая схема газового сенсора

Была создана экспериментальная модель газового сенсора и сравнены результаты с датчиками MQ-3, MQ-9. Блок обработки реализован на микросхеме Arduino Nano. Цифровые данные измерения указываются на дисплее, в котором интенсивность управляется с помощью потенциометра (Рис. 3).

В результате исследования газочувствительных свойств кремниевых структур можно отметить, по сравнению с современными датчиками MQ-3, MQ-9 имеют более длительный период восстановления после воздействия газа. Совокупность сенсорных свойств и технологическая

совместимость структур на основе ПК и КНН указывают на перспективность применения в сенсорике.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Eranna C, Joshi B, Runthala D, Gupta R. Oxide Materials for Development of Integrated Gas Sensors – A Comprehensive Review. Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences. 2004; 29: 111-188.
- 2 Ozdemir S, Gole J. The potential of porous silicon gas sensors. Current Opinion in Solid State and Materials Science. 2007; 11: 92-100.
- 3 Korotcenkov G, Cho B. Porous Semiconductors: Advanced Material for Gas Sensor Applications. Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences. 2010; 35-1: 1-37.
- 4 Karacali T, Hasar H, Ozbeck I, Oral A, Efeoglu H. Novel Design of Porous Silicon Based Sensor for Reliable and Feasible Chemical Gas Vapor Detection. Journal of Lightwave Technology. 2013; 31: 295-305.
- 5 M. Li, M. Hu, Q. Liu, S. Ma, P. Sun. "Microstructure characterization and NO<sub>2</sub>-sensing properties of porous silicon with intermediate pore size," Applied Surface Science, vol. 268, pp. 188–194, Mar. 2013.
- 6 M. Li, M. Hu, P. Zeng, S. Ma, W. Yan, Y. Qin. "Effect of etching current density on microstructure and NH<sub>3</sub>-sensing properties of porous silicon with intermediate-sized pores," Electrochimica Acta, vol. 108, pp. 167–174, Oct. 2013.

## ПАВЛОДАР ҚАЛАСЫНЫҢ ЖЭО-3 КҮЛ ҮЙІНДІСІНЕ ДЕЙІНГІ СЫРТҚЫ ТАСЫМАЛДАУ ЖҮЙЕСІ БОЙЫНША (ҚҰБЫРЛЫ-ЛЕНТАЛЫ КОНВЕЙЕР) КҮЛ МЕН ҚОҚЫСТЫ ЖОЮ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

КАКЕНОВ А. У.

магистрант, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.  
НУГМАНОВА Ф. Б.

п.ғ.к., ассоц. профессор, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Көмір ЖЭС байланысты көкейкесті мәселелердің бірі күл үйіндісі болып табылады. Оларды орналастыру үшін бірталай аумақ керек, және де олар ауыр металдар жиналатын ошақ болп табылады және олардың радиобелсенділіктері жоғары. Ауыр металдар мен радиация қоршаған ортаға ауа арқылы немесе жер астындағы сулармен жетеді [1, с. 63].

Қазіргі кезде ЖЭС күл-қож қалдықтарын және металлургия қалдықтарын қайта өңдеудің шұғыл қажеттілігі пайда болуда. Осындай

факт тапшылығы көмір мен металлургиялық өндірістің үлесінде жұмыс істейтін жылыту электрстанциялармен шығаратын электрқуатының үлесін болжамды жоғарлатуда мемлекеттің халықаралық міндеттерінің, экологиялық талаптардың өсуімен байланысты.

Әлемде технологиялық тараптан сенімді және экономикалық тұрғыдан ойға қонымды технологияларды пайдаланумен күл-коқысты құрғақтай жоюға арналған жабдықтар мен технологиясы кең пайдаланылады, ол шаң-көмір станциялардың экологиялық тиімділігінің елеулі түрде жоғарлауына әкеп соқтырады. Күл-коқысты құрғақтай жою және күл-коқыс материалдарды жинау технологиясын пайдалану техногенді түрде пайда болатын осы шикізаттың шығыс қасиетін сақтап қалуға мүмкіндік береді [2, с. 16].

Күл коқысты құрғақтай жоюды енгізу күл коқысты құрғақтай жою жүйесі бойынша тозаң көмірді ЖЭС пайдалану шығындарды және құрылыс құнын төмендетеді. Одан басқа күл коқысты құрғақтай жою түріне ауысу кезінде станция келесі басымдылыққа ие болады:

- қоршау дамба құрылысы шектеледі.
  - күл коқысты жою жүйесінің метал және қуат мөлшерлемесі төмендейді.
  - күл коқыс жоюда пайдаланатын судың шығыны шектеледі.
  - сүзбелеуге қарсы жүйелерді құру шектеледі.
  - күл үйіндісінен суды сүзбелеуді толық шектелуіне байланысты, күл үйіндісінің қоршаған ортаға деген кері әсері төмендей түседі.
  - материалдардың тығыздалып салыну және күл үйіндісінің «құрғақ» секциясының мөлшерін биіктігі бойынша үлкейту есебінде күл үйіндісінің астына берілетін жер ауданы қысқартылады [3, с. 32].
  - жаңа салынған күл үйіндісінің үстінен эрозияға оңай ұшыратын түйірлер бөлінбегеннің салдарынан үйінді үстінен шаң аз шығады.
  - тазартылған су құбырлары мен құылғылар құру шектеледі.
  - сенімділік деңгейі жоғарлайды.
  - күл үйіндісін пайдалануда ағынсыз тәртібі қамтамасыз етіледі.
- Бүгінгі күні Қазақстанда электр қуаттың 72 % Екібастұз, Майкөбе, Торғай және Қарағанды алқабының көмірлерін пайдаланатын 37 жылу электр станциялары жұмыс істейді.

Осы электрстанциялардағы барлық күл гидрокөлікпен күл үйіндісіне жеткізіледі, онда оны көмеді.

Еуропада күлдің тек қана 15 % көміледі, сол кезде Қазақстанда күл үйіндісіне күлдің 98 % жіберіледі. Қазақстанда күлді пайдалана алмаудың негізгі себебі оны жою мен жеткізу жүйесі болып табылады, сондай-ақ мемлекеттік реттеу тарапынан ынтаның болмауы. 95 % көмір

жылыту станцияларында гидрокүлжойғыш жүйелері пайдаланылады, одан өткен күл әрі қарай пайдалануға жатпайды.

ЖЭО-3 «ПавлодарЭнерго» АҚ (бұдан әрі – ЖЭО-3) құрылымдық бөлінісі болып табылады және жылу энергиясын шығарып Павлодар қаласының солтүстік пен орталық бөлігіндегі өнеркәсіптік кәсіпорындарға жіберу үшін арналған.

2013 жылы ЖЭО-3 бекітілген электр қуаты 505 МВт, жылу – 998 Гкал/сағ. құрайтын. Электр қуатын шығару 2013 жылы 2 862 286 883 кВт.сағ., жылу қуатын жіберу – 2 026 735 Гкал құрды. ЖЭО-3 үшін жіберілген электр қуатына отынның шартты меншіктік шығыны 2013 жылы 389,50 г/кВт.сағ; жіберілген жылу қуатына отынның шартты меншіктік шығыны – 193,62 кг/Гкал құрды.

ЖЭО-3 жерді пайдалану ауданының көлемі – 53,25 га. ЖЭО-3 құрылыс ауданы – 21,2177 га, қатты жабын ауданы – 0,9023 га, табиғи жабын мен жасылдандыру – 30,1573 га.

ЖЭО-3 өнеркәсіптік алаңы Павлодар қ. Солтүстік өнеркәсіптік аумағында орналасқан. ЖЭО-3 өнеркәсіптік аумақтың солтүстік бағытында далаң жердің арғы жағында 1625 м қашықтықта «Каустик» АҚ кәсіпорны орналасқан. Батыс жағында автожолдың арғы жағында 325 м қашықтықта «Павлодар мұнай химиялық зауыты» ЖШС орналасқан. Шығыс жақтан ЖЭО-3 алаңына «Павлодар қатырма-руберион жасау зауыты» АҚ, «Асфальтобетон-ПВ» ЖШС шектеседі. Оңтүстік бағытта өндірістік кәсіпорындар орналасқан. Ең жақын саяжай ғимараттары «Нефтяник» болып табылады, ол 1125 м қашықтықта оңтүстік-батыс бағытында орналасқан. Ең жақын қоныстану аймағы оңтүстік-батыс бағытында 3900 м қашықтықта орналасқан Жанаул кенті болып табылады. Павлодар қ. Тұрғын үй орамдары өнеркәсіптік ауданға оңтүстік бағытында 7050 м қашықтыққа алыс орналасқан [4, с. 772].

ЖЭО-3 «ПавлодарЭнерго» АҚ (бұдан әрі – ЖЭО-3) құрылымдық бөлінісі болып табылады және жылу энергиясын шығарып Павлодар қаласының солтүстік пен орталық бөлігіндегі өнеркәсіптік кәсіпорындарға жіберу үшін арналған.

2013 жылы ЖЭО-3 бекітілген электр қуаты 505 МВт, жылу – 998 Гкал/сағ. құрайтын. Электр қуатын шығару 2013 жылы 2 862 286 883 кВт.сағ., жылу қуатын жіберу – 2 026 735 Гкал құрды. ЖЭО-3 үшін жіберілген электр қуатына отынның шартты меншіктік шығыны 2013 жылы 389,50 г/кВт.сағ; жіберілген жылу қуатына отынның шартты меншіктік шығыны – 193,62 кг/Гкал құрды.

ЖЭО-3 жерді пайдалану ауданының көлемі – 53,25 га. ЖЭО-3 құрылыс ауданы – 21,2177 га, қатты жабын ауданы – 0,9023 га, табиғи жабын мен жасылдандыру – 30,1573 га. [2].

ЖЭО-3 өнеркәсіптік алаңы Павлодар қ. Солтүстік өнеркәсіптік аумағында орналасқан. ЖЭО-3 өнеркәсіптік аумақтың солтүстік бағытында дала жердің арғы жағында 1625 м қашықтықта «Каустик» АҚ кәсіпорны орналасқан. Батыс жағында автожолдың арғы жағында 325 м қашықтықта «Павлодар мұнай химиялық зауыты» ЖШС орналасқан. Шығыс жақтан ЖЭО-3 алаңына «Павлодар қатырма-рубероид жасау зауыты» АҚ, «Асфальтобетон-ПВ» ЖШС шектеседі. Оңтүстік бағытта өндірістік кәсіпорындар орналасқан. Ең жақын саяжай ғимараттары «Нефтяник» болып табылады, ол 1125 м қашықтықта оңтүстік-батыс бағытында орналасқан. Ең жақын қоныстану аймағы оңтүстік-батыс бағытында 3900 м қашықтықта орналасқан Жанаул кенті болып табылады. Павлодар қ. Тұрғын үй орамдары өнеркәсіптік ауданна оңтүстік бағытында 7050 м қашықтыққа алыс орналасқан [5, с. 55].

Атап өтсек, сыртқы және ішкі көлік құрылғыларын құру жөніндегі, сондай-ақ тұтынушыларға күрғақ күлді тиіп берудегі техникалық мәселелер жеткілікті пысықталған және сәйкес нормативтік-техникалық құжаттар бар. ЖЭС-да ГҚЖ жүйелердің орнына экологиялық және экономикалық тарапынан қолайлы ПҚЖ жүйелерін енгізуге кедергі келтіретін Қазақстан энергетиктері үшін технологиялық сондай-ақ психологиялық тұрғыдан маңызды, көкейкесті факторлардың бірі болып табылатыны ол қазандықтардың суық құйғыштарынан қоқысты жіберу үшін суды пайдалану мұқтажы. Осылай болатын, қазандықтардан қоқысты кетіру үшін шарасыз суды пайдаланатындықтан, ПҚЖ жүйелерін құрумен айналысу қажеттілігі жоқ.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Назарбаев Н. А. Казахстан-2030: процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. – Алматы : Юрист, 2001. – С. 63–97.

2 Указ Президента РК. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы. – Астана, 03.12.2003– № 1241.– 16 с.

3 Арынгазин К. Ш., Кудерин М. К., Саканов К. Т., Станевич В. Т., Булыга Л. Л., Ларичкин В. В., Тлеулесов А. К., Садвакасов К. С. Использование твердых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики Павлодарской области в производстве строительных материалов. Материалы Международной научной конференции «VII

Торайгыровские чтения. Качество жизни в Павлодарской области. Состояние и перспективы», посвященной 55-летию Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова. Павлодар, ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – том 3., С. 32–39.

4 Арынгазин К. Ш., Тлеулесов А. К., Айтказина С. М., Ларичкин В. В. Исследование свойств тяжелого бетона, содержащего золошлаковые отходы от сжигания Экибастузского каменного угля. Труды XVI Всероссийской научно-технической конференции посвященной 70-летию победы в Великой Отечественной войне, г. Новосибирск, 22–24 апреля 2015. – С. 772–776.

5 Арынгазин К. Ш., Тлеулесов А. К., Жакиянова А. Х., Трушев Ж. А., Токтарбеков Е. Ч. Перспективы комплексного использования твердых техногенных отходов предприятий Павлодарской области в производстве строительных материалов. Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения». Павлодар, ПГУ им. С. Торайгырова, 2015. – С. 55–62.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКСУСКОГО ФЕРРОСПЛАВНОГО ЗАВОДА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПУТЕМ ОТХОДОВ И ВЫБРОСОВ

КОШКИНБАЕВ С. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ТУЛЕУБАЕВ Б. А.

к.с/х.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Важность создания и развития системы вторичного обращения отходов, изложена в книге Нурсултана Абишевича Назарбаева «Стратегия ресурсосбережения и переход к рынку», изданной в Москве в 1992 году [1]: «Для Казахстана крайне необходимо обеспечить оздоровление экологической обстановки, особенно в районах концентрации предприятий добывающей промышленности, металлургии и химии», «...полное и эффективное использование вторичных сырьевых ресурсов в виде отходов и превращение их в новую потребительскую стоимость – важное направление улучшения состояния окружающей среды», «...необходимо добиться комплексного использования минеральных ресурсов, что является ведущим фактором улучшения состояния окружающей среды. Технические и технологические возможности дальнейшего развития

комплексного использования сырья значительны и продолжают расти. Они обеспечивают основное или полное сокращение промышленных выбросов и утилизацию отходов производства, снижение загрязнения окружающей среды, т.е. создают безотходное производство» «...комплексное использование сырья только на предприятиях горной промышленности республики позволит увеличить выпуск готовой продукции на 25-30 %».

Развитие металлургических отраслей промышленности РК в соответствии с программой «Развития топливно-энергетического комплекса РК на период до 2015 г.», а также с программой «Развитие и создание нефтехимической отрасли промышленности Республики Казахстан» отмечено как приоритетное направление.

Для Казахстана, который по объему речного стока относится к числу наименее водообеспеченных стран планеты, водный фактор является одним из определяющих, сдерживая развитие многих регионов страны. Так, общий объем необходимого водопотребления составляет 54,5 км<sup>3</sup>, а располагаемый объем, возможный к хозяйственному использованию, в средний по водности год не превышает 46,0 км<sup>3</sup>. В маловодные годы общий объем водных ресурсов снижается до 58 км<sup>3</sup>, а располагаемый, соответственно, до 26 км<sup>3</sup>. Недостаток водных ресурсов усугубляется их плохим качеством, которое практически для всех водных объектов республики оценивается как неудовлетворительное. Истощение и загрязнение водных ресурсов отмечается в Концепции экологической безопасности Республики Казахстан среди наиболее опасных проявлений экологического кризиса в стране. В Казахстане изучением гидроэкологических проблем занимаются Ж. Д. Достай, А. А. Турсунов, М. Ж. Бурлибаев, разрабатывающие, в частности, проблемы водodelения в Арало-Сырдарьинском бассейне. Но хотя большинство авторов в последних исследованиях все настойчивее указывают на необходимость применения геосистемного подхода в управлении водопользованием, тем не менее, он еще слабо используется.

Поиск путей решения экологических проблем и выработки научных методических подходов к изучению сложных последствий антропогенной деятельности предприятий предполагает исследование экологического состояния региона. Экологические исследования в современных условиях приобретают особо актуальное значение, поскольку охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов становятся важнейшими факторами, определяющими перспективы успешного развития экономики и социальной сферы.

Большим вопросом для промышленных гигантов является накопление отходов производства. Отвалы и накопители по проекту расположены на бросовых, непригодных к использованию землях. Площади, выделенные под отвалы твердых производственных отходов, могут служить предприятию неограниченное время, так как старые отвалы ликвидируются по мере реализации отходов потребителям или путем их переработки. Для предотвращения проникновения химических соединений в песчано-галечные грунты, основание всех накопителей выполнено противофильтрационным покрытием из глинобетона и пленки.

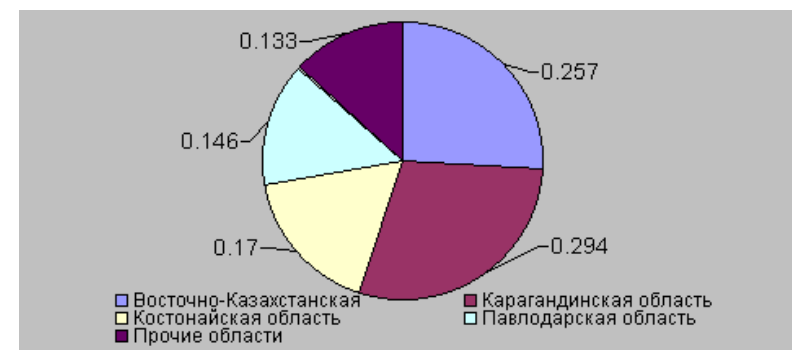


Рисунок 1 – Токсичные промышленные отходы по областям Казахстана

Учитывая, что экосистемы крупных рек, как и все геосистемы, обладают одним из важнейших свойств, на основе которого и должно строиться их изучение – территориальностью, одним из основных методов, используемых в работе, является экологическое картографирование.

Наиболее рациональное будет применять для очистки газов электрофильтры типа ЭГА, обеспечивающие при скорости газа 1–1,2 м/сек степень очистки 98–99 %. Примерно такую же степень очистки могут дать прямоугольные трубы Вентури с регулируемой горловиной, работающие со скоростью газа в горловине 100–120 м/сек и удельным расходом воды 1–1,2 дм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Однако, результаты технико-экономического анализа показывают, что очистка газов в электрофильтрах дешевле, чем в скрубберах Вентури: суммарные удельные затраты уменьшаются по мере увеличения ёмкости печи, причём в варианте с электрофильтрами



более быстрыми темпами. Таким образом, в современных условиях для очистки отходящих газов печей следует рекомендовать электрофильтры типа ЭГА.

Борьба с выбросами газов через окна печи ведётся в двух направлениях: отвод выбивающихся газов с помощью аспирационных систем и создание воздушных завес на окнах. Аспирационные системы занимают много места, дороги в эксплуатации и мешают при проведении ремонта печи. Поэтому более перспективно второе направление. Из сопел диаметром 12–15 мм, размещённых с шагом 65 мм вытекают со скоростью 80–120 м/с, струи воздуха, перекрывающие площадь рам. При оптимальном разряжении под сводом 35–45 Па полное устранение пылегазовых выбросов достигается при расходах сжатого воздуха около 2,6 тыс м<sup>3</sup>/ч на каждое открытое и около 1,3 тыс. м<sup>3</sup>/ч на каждое закрытое окно. При этом количество поступающих в тракт газов увеличивается на 5–7 %.

Отбор проб проводили для оценки качественного и количественного элементного состава почв на территории отвалов отходов промышленного производства АЗФ. Отбор проб проводили согласно «ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, биологического и гельминтологического анализа» [3], «ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб» [4], «ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик» [5].

На карту наносили расположение пробной площадки. На приведенном выше рисунке изображено озеро, в котором накапливаются производственные отходы АЗФ. Точки, отмеченные белым цветом на озере, являются областью, в которой были взяты пробы для элементного анализа (рисунок 2). Соответствующие координаты точек рассчитываются относительно точки (0,0), которая также показана на карте. Озеро имеет ширину (ось x) 750 м, а длину (ось y) равную 323 метрам.

При отборе точечных проб и составлении объединенной пробы была исключена возможность их вторичного загрязнения путем их упаковки в герметичные пластиковые сосуды. Точечные пробы почвы отбирали пластиковым инструментом, не содержащим металлов. Перед отбором точечных проб стенку прикопки зачищали пластмассовым шпателем.



Рисунок 2 – Координаты точек отбора проб отходов золошлаконакопителя

Все объединенные пробы зарегистрированы в журнале и пронумерованы. В процессе транспортировки и хранения почвенных проб приняты меры по предупреждению возможности их вторичного загрязнения (плотная герметичная пластиковая упаковка, предохраняющая от воздействия солнечных лучей). Пробы отходов для химического анализа высушивали до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-75. Воздушно-сухие пробы хранили в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре.

Нейронная сеть принимает входную информацию и анализирует ее способом, аналогичным тому, что использует наш мозг. Во время анализа сеть обучается (приобретает опыт и знания) и выдает выходную информацию на основе приобретенного ранее опыта [6,7, с. 544].

Основная задача аналитика, использующего нейронные сети для решения какой-либо проблемы, – создать наиболее эффективную архитектуру нейронной сети, т.е. правильно выбрать вид нейронной сети, алгоритм ее обучения, количество нейронов и виды связей между ними. Эта работа не имеет формализованных процедур, она требует глубокого понимания различных видов архитектур нейронных сетей, включает в себя много исследовательской и аналитической работы, и может занять достаточно много времени [8, с. 768].

Входные данные для нейронной сети представимы в виде вектора  $R$  размерности  $R \times 1$ . Матрица весовых коэффициентов  $W$  имеет

размерность  $S \times R$ , где  $S$  – это количество нейронов в скрытом слое нейронной сети, а  $R$  соответственно размерность вектора входных данных. Вектор  $b$  представляет собой вектор константных смещений, который при сложении с вектором весовых коэффициентов подается на вход функции активации.

Общая архитектура нейронной сети представима в виде диаграммы (рисунок 3):

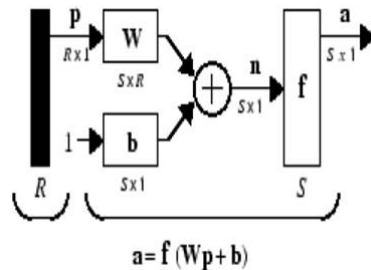


Рисунок 3 – Общая архитектура нейронной сети

Общий алгоритм решения [9, с. 18]:

- 1) Определить, какой смысл вкладывается в компоненты входного вектора  $x$ . Входной вектор должен содержать формализованное условие задачи, т.е. всю информацию, необходимую для получения ответа.
- 2) Выбрать выходной вектор  $y$  таким образом, чтобы его компоненты содержали полный ответ поставленной задачи.
- 3) Выбрать вид нелинейности в нейронах (функцию активации). При этом желательно учесть специфику задачи, т.к. удачный выбор сократит время обучения.
- 4) Выбрать число слоев и нейронов в слое.
- 5) Задать диапазон изменения входов, выходов, весов и пороговых уровней, учитывая множество значений выбранной функции активации.
- 6) Присвоить начальные значения весовым коэффициентам и пороговым уровням и дополнительным параметрам (например, крутизне функции активации, если она будет настраиваться при обучении). Начальные значения не должны быть большими, чтобы нейроны не оказались в насыщении (на горизонтальном участке функции активации), иначе обучение будет очень медленным. Начальные значения не должны быть и слишком малыми, чтобы выходы большей части нейронов не были равны нулю, иначе обучение также замедлится.

7) Провести обучение, т.е. подобрать параметры сети так, чтобы задача решалась наилучшим образом. По окончании обучения сеть готова решить задачи того типа, которым она обучена.

8) Подать на вход сети условия задачи в виде вектора  $x$ . Рассчитать выходной вектор  $y$ , который и даст формализованное решение задачи.

1 В ходе выполнения работы был произведен отбор проб отходов производства Аксуского завода ферросплавов с территории золошламонакопителя.

2 Выполнен элементный анализ образцов с применением современных спектральных методов. В результате было выявлено наличие в отходах ценных элементов (хром, марганец, железо и др.), широко используемых для приготовления катализаторов для различных нефтехимических процессов. Эти элементы обуславливают высокий потенциал использования отходов производства АЗФ для синтеза катализаторов. Данный способ утилизации изучаемого вида отходов характеризуется высокой добавленной стоимостью вследствие того, что в результате получают технологичные продукты позволяющие проводить процессы с получением ценных фракций и соединений.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Н.А.Назарбаев Стратегия ресурсосбережения и переход к рынку, М, 1992 г.
- 2 Государственная программа «Экология Казахстана на 2010- 2020 годы» Центр по комплексному управлению отходами производства и потребления рабочим названием «Жасыл Даму Орталығы»
- 3 «ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, биологического и гельминтологического анализа».
- 4 «ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб».
- 5 «ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».
- 6 ГОСТ 12.1.007-76 «Классификация и общие требования безопасности».
- 7 Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали: Учебник для вузов. Изд. 3. Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 544 с.
- 8 Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М.Общая металлургия: Учедля вузов. Изд. 6-е. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 768 с.
- 9 Гасик М. И., Лякишев Н. П. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов. Учебник для вузов. — М.: СП Интермет Инжиниринг, 1999. — С. 18.



**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
МЕР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ  
ПФ ТОО «KSP STEEL»**

МУРАТОВ Н.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова г. Павлодара

В последние десятилетия в добывающих отраслях промышленности страны имело место большое количество аварий, связанных с использованием устаревшего и неисправного оборудования. Это побудило Госгортехнадзор разработать и выпустить Правила безопасности, которые требуют наличия на каждом предприятии собственных Положений по планово-предупредительному ремонту принадлежащего ему оборудования, регламентирующих безопасную техническую эксплуатацию оборудования. Такие положения до настоящего времени не разработаны и не введены в действие в подавляющем большинстве предприятий вследствие необходимости значительных финансовых затрат, а также из-за недостатка квалифицированных специалистов.

ПФ ТОО «KSP Steel» – предприятие с законченным циклом производства – от сырья до готовой продукции. Производственный комплекс завода включает сталеплавильный цех, трубопрокатное производство и линии чистовой обработки труб. Такая, интегрированная структура, поддерживаемая Системой менеджмента качества, позволяет максимально эффективно реализовать потенциал компании.

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, система обслуживания – в Европе, США, Канаде и др.; система сохранения – в Японии, Южной Корее и других азиатских странах [1, с. 728].

Как правило, на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту (ремонтно-строительного управления, отделов главного механика, главного энергетика и др.). Такие службы возглавляет на основе принципа единоначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера (механики).

Порядок выполнения работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонтам разрабатывается заводами - изготовителями оборудования. Этот порядок определяется

в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Еще одна существенная особенность ремонтного производства заключается в том, что ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. Как текущий, так и капитальный ремонты выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на годные заводские изготовления. Ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют.

В США существует система планово-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя.

Для обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей для выпуска такой продукции.

В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на 20–25 % дороже, чем в виде собранного оборудования. Доля выполнения ремонтных работ так называемым «фирменным ремонтом» (силами специализированных ремонтных фирм) не превышает 10 % всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, модернизация, сложные регулировочные работы, реже – замена сложных агрегатов.

Специалисты Японии и Южной Кореи считают, что для значительного увеличения прибыли от эксплуатации оборудования необходимо, чтобы ремонтно-восстановительное производство носило ритмичный (плановый) характер, как и в основном производстве. В японской системе обеспечения сохранности оборудования заложен следующий принцип: все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности следует производить на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Во всех зарубежных странах большое внимание уделяется нормированию затрат труда, времени остановки на восстановление работоспособности машин и времени плановой замены сменных элементов.

Снижение издержек на восстановление неисправных основных фондов – это необходимое условие эффективной работы на конкурентном рынке.

Система планово-предупредительного ремонта оборудования, сложившаяся в соответствии с требованиями ГОСТ 18322–78.

Она отличается от ремонтных технологий, принятых в зарубежных странах, направленностью на поддержание работоспособности оборудования путем проведения текущих и капитальных ремонтов. Последнее объясняется тем, что в бывшем СССР нормативный коэффициент обновления основных фондов, в том числе их активной части, постоянно не выполнялся. В промышленности накапливалось большое количество амортизированного оборудования, которое восстанавливалось путем проведения сложных ремонтов. [2, с. 559].

К началу экономических реформ в промышленности скопилось до 25 % активной части основных фондов, требующих замены. При ежегодной амортизации машин 3,7-5,1 % и почти полном приостановлении в 90-х годах прошлого столетия замены негодного оборудования к 2000 г. в эксплуатации находилось более 60 % полностью амортизированных машин и оборудования.

По данным зарубежных экономистов, если в любом производстве находится более 50 % полностью амортизированных машин и оборудования, такое производство без экономического анализа признается деградировавшим и объявляется банкротом.

В промышленно развитых странах эффективная профилактика и современный уровень неотложной медицинской помощи сыграли важную роль в снижении названных показателей. К этому можно добавить и «экспорт» рабочих мест с вредными условиями труда в развивающиеся страны. В настоящее время большая часть опасных и вредных производственных факторов уже выведена за пределы промышленно развитых стран [3, с. 557, 4, с. 450].

Характер профессиональных заболеваний в промышленно развитых странах изменяется. Физических травм стало меньше, но увеличивается число случаев расстройства здоровья по причинам, связанным с ростом напряженности и перегрузок на работе.

Существует несколько важных моментов, которые необходимо принимать во внимание:

- несчастные случаи со смертельным исходом обычно происходят с молодыми и неопытными работниками;
- все несчастные случаи на производстве являются следствием устранимых причин и происходят на рабочем месте. Это означает, что их можно предотвратить, приняв комплекс соответствующих профилактических мер;

– если исходить из того, что сокращению числа несчастных случаев со смертельным исходом способствует современная и качественная неотложная медицинская помощь, то можно утверждать, что меньшее число погибших на производстве не обязательно отражает снижение числа аварий и несчастных случаев с серьезными последствиями.

За последние пять лет производственный травматизм на предприятии из года в год снижался [5, с. 88].



Рисунок 1 – Динамика несчастных случаев на предприятии за последние 5 лет [6, с. 32]

Под производственной эксплуатацией понимают стадию жизненного цикла оборудования, заключающуюся в его использовании по назначению. В стадию жизненного цикла оборудования входят следующие этапы: прием, монтаж, ввод в эксплуатацию, организация эксплуатации, служба в течение определенного срока, амортизация, хранение, выбытие оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3-х томах, том 1 – М. «Машиностроение» 2000 – 728 с.
2. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3-х томах, том 2 – М. «Машиностроение» 2000 – 559 с.
3. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3-х томах, том 3 – М. «Машиностроение» 2000 – 557 с.
4. Павлов Я.М. «Детали машин». – Ленинград «Машиностроение» 2008 – 450 с.
5. Васильев В.И. «Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий» учебное пособие – Курган 2002 – 88 с.
6. Васильев В.И. «Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий» – Курган 2002 – 32 с.

## ЛАБОРАТОРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКАХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ, СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ

СВИДЕРСКИЙ А. К.

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

МҰХАМЕТЖАНОВА Ә. Қ.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Наибольшее воздействие на атмосферу оказывают загрязняющие вещества различных классов опасности, выделяемые технологическими аппаратами (котлоагрегаты, печи и т.д.) предприятиями черной и цветной металлургии, нефтехимии, тепловых электростанций и котельных, являющимися основными загрязнителями атмосферного воздуха.

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляется выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

Источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре (нагретые и холодные). К мощным источникам загрязнения относятся производства тип металлургических и химических заводов, заводов строительных материалов, тепловые электростанции и др. К мелким источникам загрязнения – небольшие котельные и предприятия местной и пищевой промышленности, трубы печного отопления и т.п. Большое количество мелких источников может значительно загрязнять воздух.

В выбросах предприятий различных отраслей промышленности и транспорта содержится большое число различных вредных примесей. Почти из всех источников в атмосферу поступают диоксид серы  $\text{SO}_2$ , пыль, оксид углерода  $\text{CO}$ , оксиды азота  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ . Много вредных веществ образуется при сжигании топлива.

При сжигании различного вида топлива, в процессе получения и переработки черных и цветных металлов, продуктов нефтехимии, выработки тепловой и электрической энергии с отходящими дымовыми газами в атмосферный воздух поступают оксиды азота, диоксида серы, оксид углерода, сероводород, а также различные виды твердых загрязняющих веществ (пыль неорганическая, с различным содержанием  $\text{SiO}_2$ , оксиды железа и алюминия, и т.д.), являющиеся

основными загрязнителями атмосферы, влияющими на объекты окружающей среды и здоровье населения.

Только тепловые электростанции являются источником почти половины (45 %) общего количества сернистых соединений, поступающих в воздушный бассейн.

Значительное количество топлива сжигается автомобильным, железнодорожным, морским, речным и авиационным транспортом. Основными вредными примесями, содержащимися в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, являются: оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, альдегиды и другие вещества. При работе двигателей, использующих бензин, выбрасываются также свинец, хлор, бром, иногда фосфор и при работе дизельных двигателей – значительное количество сажи.

Большой вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия черной металлургии. Выбросы предприятий этой отрасли составляют 10-15 % общих выбросов промышленности в целом по стране.

Оксид углерода  $\text{CO}$ . Воздействует на нервную и сердечно-сосудистую систему, вызывает удушье. Токсичность  $\text{CO}$  возрастает при наличии в воздухе азота, в этом случае концентрацию  $\text{CO}$  в воздухе необходимо снижать в 1.5 раза.

Оксиды азота.  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ . В атмосферу выбрасывается в основном диоксид азота  $\text{NO}_2$  – бесцветный не имеющий запаха ядовитый газ, раздражающе действующий на органы дыхания. Особенно опасны оксиды азота в городах, где они взаимодействуют с углеводами выхлопных газов, где образуют фотохимический туман – смог. Отравленный оксидами азота воздух начинает действовать с легкого кашля. При повышении концентрации  $\text{NO}$ , возникает сильный кашель, рвота, иногда головная боль. При контакте с влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$ , которые приводят к отеку легких.

Двуокись серы.  $\text{SO}_2$  – бесцветный газ с острым запахом, уже в малых концентрациях ( $20\text{--}30 \text{ мг/м}^3$ ) создает неприятный вкус во рту, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей.

Сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  – бесцветный газ с неприятным резким запахом тухлых яиц. Сероводород является сильным восстановителем. На воздухе постепенно окисляется. При  $225^\circ\text{C}$  воспламеняется. Сероводород постоянно образуется в природе при разложении белковых веществ. Ак также, сероводород является токсичным соединением. Поражает слизистые оболочки, дыхательные органы и дыхательные пути.

Для того чтобы контролировать вышеуказанных выбросов от различных предприятий широко развернуты работы по установлению норм пре

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновой загрязненности атмосферного воздуха при условии неперевышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов.

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения формируется по результатам производственного экологического контроля проводимый в рамках специального природопользования в соответствии с главой 14 Экологического кодекса Республики Казахстан.

Существует два метода контроля источников выбросов:

- 1 Расчетные методы;
- 2 Аналитические методы.

В свою очередь аналитические методы контроля подразделяются на:

1 Автоматизированные системы контроля (обеспечивают непрерывный и периодический контроль, регистрацию результатов контроля. Данные методы используются на источниках выбросов, оказывающих значительное воздействие на ОС в районе расположения объекта – источника, через который в атмосферу поступают дымовые газы (ТЭЦ, котельные и т.д.);

2 Инструментальные методы контроля (предполагают использование стационарных и переносных газоанализаторов. Достоинством данного метода является то, что информация о составе выбросов получается на месте сразу. Газоанализаторы используют для определения CO, NOx и др.);

3 Инструментально-лабораторные методы контроля (являются самыми распространенными методами, которые предполагают отбор проб с последующим исследованием в лаборатории. Точность результатов определяется правильностью отбора проб, точностью инструментов);

4 Индикаторные методы контроля (используются для контроля воздуха рабочей зоны, оперативного контроля).

Аналитический контроль за источниками выбросов ЗВ в атмосферный воздух обычно включает следующий перечень:

- перечень ЗВ;
- перечень источников;
- периодичность;
- сроки проведения контроля.

Контроль производится для тех источников, для которых определены количественный и качественный составы и др. информация.

Исходные данные для контроля за выбросами:

- результаты инвентаризации источников загрязнения;
- расчеты рассеивания веществ;
- санитарно-гигиенические нормативы веществ, поступающих в атмосферу;
- фоновая концентрация ЗВ.

Одним из основных направлений охраны атмосферного воздуха является контроль за соблюдением предприятиями норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу, обеспечение которого возложено на отделы лабораторно-аналитического контроля являющиеся структурными подразделениями экологической инспекции в составе территориальных управлений охраны окружающей среды.

Основными задачами аналитического контроля за выбросами загрязняющих веществ (далее – ЗВ), входящего в систему лабораторно-аналитического контроля за охраной атмосферного воздуха, являются: получение достоверных данных о концентрациях вредных веществ и их массовых выбросах, поступающих от источников загрязнения атмосферы (далее – ИЗА);

Для определения выбросов загрязняющих веществ (г/с) необходимы инструментальные измерения следующих показателей:

- скорость газового потока в газоходе;
- концентрация загрязняющего вещества в газоходе;
- температура газового потока;
- статическое давление внутри газового потока;
- рабочий объемный расход дымовых газов;
- объемный расход дымовых газов (при н.у.);

Так, без определения вышеуказанных термодинамических и иных физических параметров обеспечить контроль за качеством и количеством вредных веществ в отходящих газопылевых потоках не представляется возможным. Наличие указанных параметров позволяет

произвести расчет выбросов загрязняющих веществ (г/с) согласно СТ РК 1517-2006.

Также, выполнение расчетного метода определения объемного расхода сухих дымовых газов (при н.у.) по обратному балансу подтверждает выполнение операционного мониторинга, который включает в себя наблюдение за параметрами технологического процесса для подтверждения того, что показатели деятельности природопользователя находятся в диапазоне, который считается целесообразным для его надлежащей проектной эксплуатации и соблюдения условий технологического регламента данного производства.

Однако, мониторинг эмиссий в окружающую среду включающий в себя наблюдение за эмиссиями у источника для слежения за производственными потерями, количеством и качеством эмиссий и их изменением многими предприятиями не выполняется.

В этой связи, в соответствии с п.п. 6.1 ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Правила установления выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями» основным видом производственного контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов (ПДВ) является контроль непосредственно на источниках. Следует отметить, что согласно п.п. 5.6 СТ РК 1517-2006 при контроле параметров выброса основными должны быть методы прямых измерений. Использование расчетных методов допускается только в случае невозможности использования инструментальных измерений.

В настоящее время для осуществления инструментальных замеров непосредственно на стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу существует множество современных, высокоточных приборов и оборудования. Одним из распространенных приборов в нашем регионе является многокомпонентный газоанализатор Полар, дифференциальный манометр ДМЦ-01М, позволяющий определять вышеуказанные параметры и проводить оперативный контроль за выбросами.

Предупреждение негативного воздействия на объекты окружающей среды от выбросов крупных промышленных предприятий энергетики, черной и цветной металлургии, нефтехимии путем обеспечения современного лабораторно-аналитического контроля на стационарных источниках загрязнения атмосферы.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- дать инженерно-техническую характеристику основным источникам загрязнения атмосферы крупных промышленных предприятий Павлодарской области;

- изучить технологию производства и технологического оборудования с точки зрения загрязнения атмосферы;

- систематизировать информацию о состоянии атмосферного воздуха в районе размещения крупных предприятий, в ходе исследования метеорологических условий и степени влияния на уровень загрязнения атмосферы;

- изучить мероприятия, проводимые по предупреждению негативного воздействия на атмосферный воздух;

- изучить порядок проведения инструментального контроля на основных источниках загрязнения атмосферы;

- провести анализ и дать оценку фактическим максимально-разовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, на основании данных полученных в ходе выполнения прямых измерений на основных источниках загрязнения атмосферы;

- изучить охрану труда и безопасность, а также возникающие сложности при проведении лабораторно-аналитического контроля;

- внести конкретные предложения по повышению эффективности проведения инструментального контроля, его прозрачности и получения достоверных сведений.

Объектом исследования данной работы является антропогенное воздействие выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, осуществляемых основными источниками загрязнения крупных предприятий Павлодарской области.

Предметом исследования данной работы является влияние выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух от основных источников загрязнения крупных предприятий области.

Практическая значимость заключается в разработке рекомендации по осуществлению действенного лабораторно-аналитического контроля выбросов в атмосферу от основных стационарных источников загрязнения атмосферы крупных промышленных Павлодарской области.

Вывод: Основным рычагом для действенного лабораторно-аналитического контроля выбросов в атмосферу от стационарных источников загрязнения является многокомпонентный газоанализатор Полар. Прибор предназначен для:

- контроля стационарных и передвижных источников промышленных выбросов с целью определения массового выброса или массовой концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в целях экологического контроля (государственного и производственного);

- испытания котлоагрегатов для определения влияния режимных факторов на массовую концентрацию ЗВ, а также определения

оптимального значения коэффициента избытка воздуха при работе на разных видах топлива и разных нагрузках (составление режимных карт);

- испытания топочно – горелочных устройств с целью оптимизации режимов горения;

- испытания газоочистного оборудования с целью определения снижения выбросов ЗВ.

Также Полар позволяет проводить контроль на стационарных паровых и водогрейных котельные установках, промышленных установках сжигания, стационарных газотурбинных установках (ГТУ), стационарных двигателях внутреннего сгорания, судовых двигателях.

Основные преимущества газоанализатора Полар.

Газоанализаторы «Полар», исполнения «Универсал», в которых по каналам CO, NO и SO<sub>2</sub> устанавливаются по два разнодиапазонных измерительных датчика, обеспечивают высокую точность измерений как при контроле «высоких», так и «низких» концентраций определяемых компонентов и могут применяться для контроля выбросов практически всех типов топливосжигающих установок, работающих на любых видах топлива (включая природный газ) и эксплуатирующихся на предприятиях теплоэнергетики, нефтегазодобывающей, нефтегазоперерабатывающей, нефтехимической, химической, металлургической, целлюлознобумажной, цементной и других отраслей промышленности.

Высокая точность измерений. Благодаря использованию в газоанализаторах «Полар» датчиков с высокой чувствительностью, измерение концентраций определяемых компонентов выполняется с максимально возможной для электро-химического метода точностью (пределы относительной погрешности  $\pm 5\%$ ).

Предельные значения параметров газового потока:

- температура в точке отбора проб - 800 °C (с зондом специального исполнения – 1000 °C);

- давление на входе – 50гПа (500 мм.вод.ст.);

- разрежение на входе – 50гПа (500 мм.вод.ст.);

- скорость – 50 м/с.

Взрывозащищенное исполнение. Для предприятий нефтегазодобывающей и нефтегазоперерабатывающей отраслей промышленности выпускаются специальные взрывозащищенные модификации газоанализатора – «Полар Ex» и «Полар ExT».

Работа на морозе до -40 °C. Для выполнения измерений при отрицательных температурах воздуха выпускаются специальные

модификации газоанализатора – «Полар Т» и «Полар ExT», имеющие обогреваемый корпус и предназначенные для эксплуатации при температуре окружающей среды до минус 40 °C.

Статистическая обработка результатов. Для соблюдения требований по представлению результатов при экологическом контроле в газоанализаторе «Полар» имеется возможность сбора и статистической обработки результатов измерений с вычислением средних, минимальных и максимальных значения за заданный интервал времени.

Документирование результатов. Внешний компактный ИК – термопринтер, поставляемый по дополнительному заказу, позволяет распечатывать протоколы измерений как непосредственно во время проведения измерений, так и после их завершения при считывании данных из памяти прибора.

Память данных. Встроенная память данных газоанализатора рассчитана для постоянного хранения 1600 записей. Впоследствии, записанные данные могут быть распечатаны на внешнем ИК – термопринтере или переданы на персональный компьютер в виде файла формата HTML через USB-порт.

Основным преимуществом прибора является его оперативность, компактность, не стационарность, возможность проведения расчета массового выброса непосредственно. Так, в газоанализаторе «Полар» имеется дополнительная сервисная функция, позволяющая по результатам выполненных инструментальных измерений автоматически рассчитать массовый выброс загрязняющих веществ (г/сек), что сокращает время для расчета оператором, уменьшает необходимость применения нескольких приборов и оборудования для получения массового выброса загрязняющих веществ (г/с) в атмосферу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Экологический кодекс Республики Казахстан. Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212.

2 Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 22 февраля 2006 года №66-п. Методические указания «Организация и порядок проведения аналитического контроля источников загрязнения атмосферы. Основные требования»;

3 Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и Министерство здравоохранения СССР. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89 – Москва, 1991 – 693 с.;

4 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 17.2.3.02-2014. Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями. – Источник: Информационная система «ПАРАГРАФ», 2016.;

5 Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан. Охрана природы. Атмосфера. Метод определения расчета количества выброса загрязняющих веществ. СТ РК 1517-2006. – Астана – 30 с.

6. ООО «Промэкоприбор». Руководство по эксплуатации газоанализатора Полар. – Санкт-Петербург, 2012 – 134с.

### **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

СВИДЕРСКИЙ А. К.

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

ФАЙЗУЛЛИН А. А.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Мы шагнули в новое тысячелетие и, оглядываясь на прошлое, можно с уверенностью сказать, что во многом цивилизация сделала огромный шаг в развитии.

Однако наряду с величайшими достижениями, человечество столкнулось с глобальными экологическими проблемами, которые во многом были обусловлены активным развитием тяжелой промышленности и т.п.

Экологические проблемы Казахстана усугубляются тем, что поверхность водоёмов загрязнена. В них выбрасывается около двухсот миллионов кубометров грязных сточных вод. Выявлено около трёх тысяч очагов, заражающих подземные воды, площади которых составляет несколько сотен квадратных километров.

Проблема экологии, такая как загрязнение воздуха, обусловлена в основном тем, что большое количество предприятий, заводов этой республики, особенно перерабатывающего и энергетического профилей, имеют устаревшую и несовершенную технологию очистки и фильтрации, что способствует увеличению количества опасных выбросов в атмосферу, в Карагандинской и Павлодарской областях на одного жителя в начале – середине девяностых годов приходилось 10,5 тонн токсичных выбросов. Ежегодно в воздух поступает шесть миллионов загрязнений, половину из которых «обеспечивает»

теплоэнергетика. Также вредные отходы поступают от производств чёрной и цветной металлургии, химии и нефтехимии.

Заводы-гиганты промышленности Прикаспийского горнометаллургического предприятия сбрасывали загрязнённые воды в котловину, которая находится вблизи города Актау, где образовалось техногенное озеро Кошкар-Ата, которое содержит в себе целую таблицу Менделеева токсичных и радиоактивных соединений. Реку Кошкар-Ата и Каспийское море разделяет небольшая береговая полоска протяжённостью около восьми километров, поэтому есть возможность заражения Каспийского моря водами техногенного водоёма. Это водохранилище опасно ещё и тем, что оно периодически пересыхает и завод приостанавливает выбросы, вследствие этого образуется пыль из токсичных соединений.

Переработка нефти на любом нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ), которая начинается на АВТ установках, связана с потреблением целого ряда побочных веществ и реагентов, выполняющих определенные технологические функции [13, с. 568].

Самым крупным источником загрязнения атмосферного воздуха являются заводские резервуары для нефти и нефтепродуктов. Выброс осуществляется через специальные дыхательные клапаны, через открытые люки, возможные неплотности в кровле резервуаров и при заполнении резервуаров нефтью или нефтепродуктами, в результате испарения нефти и нефтепродуктов с открытых поверхностей очистных сооружений. Загрязняют атмосферу и оборотные воды – при уносе и испарении с градирен. Сточные воды от барометрических конденсаторов, сбросы охлаждающей воды из конденсаторов смешения паров и др. являются источниками загрязнения атмосферы сероводородом [15, с. 256].

Водоснабжение НПЗ в целом состоит из нескольких различных систем, отличающихся друг от друга своим назначением и соответственно качеством исходной воды, а также составом отходящей воды и образуемых ею стоков. Количество потребляемой технологическими установками воды зависит от конкретной технологии переработки нефти или ее фракций, а также от доли использования воздушного охлаждения (экологически более предпочтительного) для конденсации или охлаждения технологических потоков.

В канализационную сеть завода сбрасываются вода и конденсаты только из незамкнутых систем водоснабжения, и в зависимости от того, от каких технологических процессов сбрасывается вода и чем она загрязнена, на НПЗ существует несколько изолированных друг от друга

систем канализации: 1-я - производственно-ливневая канализация; 2-я – сбор, отвод и очистка сточных вод; 2-я, а – отвод и очистка сернисто-щелочных стоков; 3-я – ливневая канализация; 4-я – хозяйственно-фекальная канализация. Водные стоки с АВТ установок направляются в каждую из этих систем, причем стоки ЭЛОУ, сбрасываемые во 2-ю систему, относятся к наиболее загрязненным и трудно поддающимся обезвреживанию. В их составе содержится большое количество неорганических солей, и поэтому они даже после очистных сооружений не могут быть возвращены в систему оборотного водоснабжения НПЗ [16, с. 163].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода на НПЗ служат следующие объекты: трубчатые печи, реакторы каталитических крекингов, выхлопы газовых компрессоров, битумные установки, факелы.

Основными загрязняющими веществами в сточных водах, попадающих на очистные сооружения завода с технологических установок с нарушением межцеховых норм являются – аммонийный азот, сульфиды, фенолы, нефтепродукты и др [17, с. 702].

Присутствие органических веществ в водах обуславливает их цветность, ослабление прозрачности, иногда запах, специфический привкус, БПК. Характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически [18, с. 248].

Вода с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов имеет повышенную коррозионную активность. Содержание в воде кремниевой кислоты существенно зависит от ионного состава воды. Присутствие в воде ионов кальция и магния приводит к образованию малорастворимых силикатов, что снижает концентрацию кремниевой кислоты [19, с. 352].

В период «цветения» в водоеме повышается значение pH воды, падает содержание растворенного кислорода. Цианобактерии (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Oscillatoria*) продуцируют нейротоксины, вызывающие заболевания центральной нервной системы, и гепатоксины, приводящие к разрушению печени. Токсины цианобактерий угнетают беспозвоночных, рыб и других гидробионтов, а также могут вызывать заболевания людей при использовании воды из «цветущего» водоема в качестве питьевой. Особенно опасен *Microcystis*, яды которого в 10 000 раз токсичнее цианидов [20, с. 289].

В периоды массовой гибели цианобактерий, в результате достижения предельной интенсивности развития, в природных

водоемах резко возрастает общее содержание фенольных соединений, которое может составлять более 53 мг/дм<sup>3</sup>.

Основными «поставщиками» аммонийного азота на нефтеперерабатывающих заводах являются установки каталитического крекинга и замедленного коксования, в меньшей мере с установок производства серы и первичной перегонки. Около 65% аммонийного азота поступает с установки каталитического крекинга в результате реакций гидрогенизации, при которых органические соединения серы, кислорода и азота превращаются в углеводороды с выделением сероводорода, воды и аммиака. Остальная масса приходящего со стоками аммонийного азота приходится на установку замедленного коксования [20, с. 289].

Азот, находящийся в растворенном виде в сточной воде, чаще всего присутствует в виде ионов аммония, который образуется путем присоединения к молекуле аммиака иона водорода посредством довольно прочной донорно-акцепторной связи, обычно при растворении аммиака в воде, или же при гидролизе аммиачных солей, а так же в процессах разложения и окисления органических веществ.

Поэтому источником аммонийного азота в сточной воде служат обычно сточные воды химической промышленности и хозяйственно-бытовые стоки [19, с. 352].

Отрицательное воздействие на организм проявляется в том, что аммиак (NH<sub>3</sub>) вступает в реакцию с белками, что приводит к их денатурации, нарушает дыхание клеток и тканей организма. Поражается центральная нервная система, печень, органы дыхания, наблюдаются сосудистые нарушения. Регулярное использование воды с содержанием аммония более 1,5-2 мг/л приводит к ацидозу, нарушению кислотно-щелочного баланса из-за нарушения выделения органических кислот из организма.

Хотя аммонийный азот и относится к числу биогенных элементов, необходимых для жизнедеятельности флоры и фауны, но превышение его концентрации в сточной воде может привести к гибели живых организмов, особенно он опасен для рыб.

Отрицательное влияние на окружающую среду. Избыток азота сопровождается усиленным ростом: растения пышные с темно-зеленой листвой. Такие листья больше подвержены болезням и атакам насекомых и очень чувствительны к изменениям окружающей среды [1, с. 120].

Излишки азота в плодовых культурах не только ухудшают обильность цветения и развитие плодов, но и снижают качество урожая.



Избыток азота наносит больше ущерба растению, чем дефицит.

Очистка сточных осуществляется различными методами, базирующихся на достижениях современной науки и техники. Методы очистки производственных сточных вод можно разделить на следующие группы:

- механические (отстаивание, процеживание, фильтрование, центрифугирование);
- физико-химические (коагуляция, флотация, сорбция, экстракция, дезодорация, обратный осмос, ультрафильтрация, электродиализ и др.);
- химические (нейтрализация, аэрация, окисление);
- биологические;
- термические.

Выбор метода очистки определяется характеристиками загрязнений, их концентрацией, свойствами воды и требованиями эффективности очистки сбросов. Механические методы используют как первичную стадию для удаления из сточных вод нерастворённых примесей. Для этой цели применяют разного рода отстойники, решётки (сита), ловушки, фильтры, гидроциклоны [2, с. 174].

Физико-химические методы применяют для очистки стоков сложного состава как самостоятельно, так и в сочетании с механическими и биологическими методами. Физико-химические методы являются универсальными и применяются для очистки разных сред. Среди современных методов тонкой и сверхтонкой очистки наиболее эффективными являются обратный осмос, электродиализ и ультрафильтрация. Основная задача очистки сводится к разделению воды и примесей. Такое разделение осуществляется избирательным прохождением через мембраны ионов (электродиализ) или воды (обратный осмос), под воздействием, соответственно, разности электрических потенциалов или перепада давления [3, с. 174].

Электродиализ (ЭД) – перенос ионов через мембраны под действием постоянного тока. Мембраны могут пропускать или катионы, или анионы. Если в сосуд ввести две мембраны (катионитовую и анионитовую) и разделить сосуд на камеры, то вода в средней камере будет очищаться от растворённых электролитов. Продуктом будет обессоленный или осветленный фильтрат (диализат) [4, с. 112].

Осмос основан на явлении разделения растворов различной концентрации через полупроницаемую мембрану. Если размер пор мембраны очень мал, то через нее проходит только вода, но не растворённые в ней вещества (примеси). Вода будет диффундировать в концентрат вследствие разности концентраций, стремясь выровнять

концентрацию. В результате этого происходит увеличение объема, повышение давления в камере с более концентрированным раствором до величины, характеризующей начальную разность концентраций раствора и называемой осмотическим давлением. Для проведения обратного осмоса, т.е. для фильтрации растворителя из более концентрированного раствора, на концентрат оказывают давление, превышающее осмотическое. Концентрат становится еще более насыщенным [5, с. 45].

Ультрафильтрация (УФ) отличается от обратного осмоса использованием мембран с более крупными порами, через мембраны проходят вода и соли, а коллоиды и взвеси задерживаются. Этот метод целесообразно использовать для очистки отходов, содержащих много коллоидов, например в щелочной среде, когда тяжелые металлы склонны к образованию коллоидных полимеров. Ультрафильтрация как самостоятельный метод имеет ограниченное применение. Целесообразно сочетать ее с химическим осаждением или как подготовительную операцию перед процессами обратного осмоса или ионного обмена [6, с. 335].

Материалы мембран накладывают ограничения на их использование. Все мембраны дороги, обладают невысокой устойчивостью к агрессивным средам и высоким температурам. Менее стойки мембраны обратного осмоса: для них допустимые значения  $pH = 3-10$ , максимальная температура среды  $40-50^\circ C$ . Менее жёсткие требования предъявляются к мембранам ультрафильтрации, где используется более широкий ассортимент материалов. Сейчас создаются новые более прочные материалы [7, с. 38].

Сущность химических методов заключается во внесении в стоки реагентов, которые вступают в реакции с растворёнными и нерастворёнными загрязняющими веществами и способствуют их выпадению в осадок. Эти способы непригодны для очистки стоков, содержащих большое количество разнородных примесей. Нейтрализация применяется для обработки сточных вод, содержащих щёлочи и кислоты [8].

Биохимические методы применяют для очистки как промышленных сточных вод от органических и некоторых неорганических (сероводород, аммиак, сульфиды, нитриты и др.) веществ, так и хозяйственно-бытовых. Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать загрязняющие вещества в процессе жизнедеятельности. Биохимическая очистка может протекать в аэробных (биохимическое окисление) и анаэробных (биологическое разложение) условиях [9, с. 203].

Аэробные методы представляют собой модификацию протекающего в природе естественного процесса самоочищения водоёма и основаны на использовании организмов, для жизнедеятельности которых необходим кислород и температура 20–40 °С. Аэробные микроорганизмы (бактерии, простейшие черви, плесневые грибы, дрожжи и др.) культивируются в активном иле или биоплёнке. Кроме коллоидных веществ с размножающимися на них микроорганизмами активный ил создаётся за счёт взвешенных частиц, не задержанных при отстаивании. С помощью микроорганизмов протекают процессы окисления веществ.

Аэробные процессы проводятся как в природных условиях (поля орошения, поля фильтрации), так и в искусственных сооружениях (аэротенки, биофильтры разной конструкции). Поля орошения – специально подготовленные земельные участки, используемые для очистки сточных вод и агрокультурных целей (выращивания зерновых, трав, овощей и т.д.). Процессы очистки протекают за счёт действия почвенной микрофлоры, солнца, воздуха и жизнедеятельности растений. В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоём: бактерии используют для окисления загрязнений кислород воздуха и кислород, выделяемый водорослями в процессе фотосинтеза, водоросли потребляют углекислый газ, фосфаты и аммонийный азот, выделяемые при биохимическом разложении органических веществ. В биофильтрах сточные воды пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной плёнкой. Аэротенки представляют собой огромные открытые резервуары из железобетона, разделённые перегородками, в которых циркулирует активный ил. Очистка происходит при прохождении по коридорам аэротенка сточной воды смешанной с активным илом [11, с. 63].

Анаэробные методы реализуются без доступа кислорода и используются для обезвреживания осадков от биохимической очистки и для очистки высококонцентрированных промышленных сточных вод, содержащих органические вещества. Под действием анаэробных микроорганизмов органические загрязнители разрушаются в процессе брожения, сначала превращаясь в органические кислоты и спирты, а затем в метан, и углекислый газ [12, с. 395].

Сточные воды предприятий нефтепереработки и нефтехимии высокотоксичны и при существующих объемах водоотведения представляют собой серьёзную экологическую опасность. Очистка этих стоков до параметров, предусмотренных действующими в настоящее

время нормативными требованиями, традиционными способами практически невозможна. Кроме того, в некоторых случаях высокая загрязнённость воды, использующейся в технологических процессах, приводит к значительным экономическим потерям, часто необратимым.

Это создаёт предпосылки для более высокой эффективности работы биологических очистных сооружений на предприятиях. В связи с этим является необходимым реконструкция или модернизация некоторых блоков на станциях механической или биологической очистки.

В настоящее время происходят масштабные преобразования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях промышленности, связанные с повышением глубины переработки нефти и улучшения качества продукции

Модернизация очистных сооружений может идти несколькими путями: включение в технологическую схему блока доочистки, совершенствование работы аэротенков, совершенствование систем аэрации сточных вод и т.д.

Критерием оптимальности при выборе способа модернизации является минимум затрат при обеспечении требуемого качества очищенной воды.

На ТОО «ПНХЗ» идёт строительство новых технологических установок, меняется качество сточных вод и увеличивается их количество. В связи с этим, даже в условиях квалифицированной эксплуатации очищенные сточные воды не могут удовлетворять современным требованиям. Поэтому разработка и применение новых технологий, увеличение эффективности очистки сточных вод предприятия от растворимых и дисперсных органических загрязнений в этих условиях весьма актуальны.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Григоренко В. А. Очистка сточных вод от нефтепродуктов. / В. А. Григоренко. – Москва : ЦНИИ Румб, 1990. – 120 с.
- 2 Дытнерский Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. / Ю. И. Дытнерский – Москва : Химия, 1978. – 352 с.
- 3 Василенко Л. В. Методы очистки промышленных сточных вод: учеб. пособие. / Л. В. Василенко, А. Ф. Никифоров, Т. В. Лобухина. – Екатеринбург : Урал. гос. университет, 2009. – 174 с.
- 4 Бобрешова О.В. Пассивация ионитовых мембран в процессе электродиализа: дисс. канд. хим. наук / Бобрешова О.В. – Воронеж, 1977. – 112 с.

5 Юрченко В. А. Контроль содержания соединений азота при очистке сточных вод / В. А. Юрченко. // Водоснабжение и санитарная техника, 2008. – № 7. – С. 45-52

6 Яковлев С. В. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов / Я.А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов. – Москва : Стройиздат, 1985. – 335 с.

7 Крылов И. О. Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов. / И. О. Крылов, С. И. Ануфриева, В. И. Исаев. // Экология и промышленность России. - 2002. – № 7. – 39 с.

8 Загрязнение водных ресурсов и методы очистки [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://1doklad.ru/index.php>

9 Пономарев В. Г. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / В. Г. Пономарев, Э. Г. Иокарис, И. Л. Моонгайд. – Москва : Химия, 1985. – 230 с.

10 Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник, изд. 4-е, доп. и перераб. / Ю.В. Воронов – Москва : Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с.

11 Технологический регламент ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», Комплекс сооружений механической очистки промышленных стоков, 2013. – 63 с.

12 Комарова Л. Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. / Л. Ф. Комарова, Л.А. Кормина. – Барнаул : Алтай, 2000. – 395 с

13 Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа / А. К. Мановян. – Москва : Химия, 2001. – 568 с.

14 Кушелев В.П. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / В.П. Кушелев, Г. Г. Орлов, Ю. Г. Сорокин. – Москва : Химия, 1983. – 472 с.

15 Белов П. С. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа. Учебник для вузов / П. С. Белов, И. А. Голубева, С. А. Низова. – Москва : Химия, 1991. – 256 с.

16 Давыдова С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – Москва : РУДН, 2004. – 163 с.

17 Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник, изд. 4-е, доп. и перераб. / Ю. В. Воронов – Москва : Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с.

18 Белоконова А. Ф. Водно-химические режимы тепловых электростанций / А. Ф. Белоконова. – Москва : Энергоиздат, 1983. – 248 с.

19 Розенфельд И. Л. Ингибиторы коррозии / И. Л. Розенфельд. – Москва: Химия, 1977 – 352 с.

20 Гарин В. М. Экология для технических вузов. / В. М. Гарин, И. А. Клёнова, В. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 289 с.

## ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА МОТОРНОГО МАСЛА КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

СВИДЕРСКИЙ А. К.

д.х.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САДЫКОВА Р. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Автомобильное масло играет огромную роль в правильной работе двигателя автомобиля, и проводить его замену необходимо на регулярной основе. Однако моторное масло как продукт химического производства имеет огромный потенциал к загрязнению окружающей среды. Даже небольшое количество масла может загрязнить большой объем воды и привести к маленькой экологической катастрофе локального масштаба. В настоящее время особую важность приобретает рациональное и экономное расходование нефтепродуктов. Это относится не только к моторным маслам, но и к индустриальным, компрессорным, трансформаторным, турбинным и другим маслам. Отработанные масла, попадающие в окружающую природную среду, лишь частично удаляются или обезвреживаются в результате природных процессов. Основная же их часть является источником загрязнения почвы, водоемов и атмосферы. Накапливаясь, они приводят к нарушению воспроизводства птиц, рыб и млекопитающих, оказывают вредное воздействие на человека. Таким образом, проблема сбора и утилизации отработанных нефтепродуктов является актуальной, более того, рентабельной и наукоемкой областью, так как при правильной организации процесса регенерации стоимость восстановленных масел на 40-70 % ниже стоимости свежих масел при практически одинаковом их качестве.

Для Республики Казахстан, как и для многих стран, проблема отходов производства и потребления является одной из актуальных экологических проблем. Острота этой проблемы в республике

обусловлена, в первую очередь, значительной концентрацией промышленного производства. В республике размещены крупные предприятия нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, машиностроения, предприятия энергетики, автотранспорта и ряда др. На долю предприятий нефтеперерабатывающей отрасли приходится примерно 35-40 % от общего объема образования отработанных нефтепродуктов по республике, доля предприятий топливно-энергетического комплекса составляет 25 %, не менее значительны объемы образования отработанных масел и на предприятиях машиностроительного комплекса, автотранспорта.

Отработанные нефтепродукты являются опасными загрязнителями практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. При оценке такого загрязнения не всегда удается определить возможность возврата экосистемы к устойчивому состоянию или необратимой деградации [1].

Сейчас весь мир озадачен экологической обстановкой. В развитых странах стараются получить как можно больше от природных ресурсов и при этом минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Этого можно добиться путем регенерации отработанных масел, потому как слив масла в окружающую среду дает лишь малую экономию на услугах организации по переработке и утилизации масла, но таким образом наносит непоправимый вред природе. Сжигание и применение отработанного масла в качестве топлива для печей также дает экономию на топливе, но при сжигании выделяются вредные вещества, которые пагубно влияют как на атмосферу, так и на здоровье человека. Таким образом, необходимо наладить стабильную систему сбора отработанного моторного масла, организовать фирмы и предприятия по его переработке, а также простимулировать эти предприятия на законодательном уровне, ужесточить ответственность за загрязнение окружающей среды.

Отдельные этапы процесса регенерации отработанных масел могут исключаться, совмещаться или выполняться в иной последовательности в зависимости от конкретных физико-химических свойств регенерируемого масла и особенностей технологических операций, выбранных для восстановления качества этого масла [2].

В настоящее время для регенерации отработанных масел используют физические, физико-химические и химические методы.

Основные из этих методов и применяемое при их реализации технологическое оборудование представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Методы и оборудование для регенерации отработанных технических масел

Методы	Используемые технологии	Оборудование
Физические	Воздействие силовых полей (гравитационного, центробежного, электрического, магнитного)	Отстойники, гидроциклоны, центрифуги, электроочистители, магнитные очистители
	Фильтрация через пористые перегородки	Фильтры, фильтры-водоотделители
	Теплофизические технологии (нагревание, выпаривание, водная промывка, атмосферная и вакуумная перегонка и т.п.)	Выпарные колонки, вакуумные дистилляторы, массообменные аппараты
	Комбинированные технологии	Гидродинамические фильтры, фильтрующие центрифуги, магнитные фильтры, трибоэлектрические очистители
Физико-химические	Коагуляция	Смесители-отстойники
	Сорбция	Адсорберы
	Ионообменная очистка	Ионообменные аппараты
	Экстракция	Экстракторы
Химические	Сернокислотная очистка	Кислотные реакторы
	Щелочная обработка	Щелочные реакторы
	Гидрогенизация	Гидрогенизаторы
	Обработка карбамидами металлов	Реакторы-смесители

По числу установок и объему перерабатываемого сырья на первом месте в мире находятся процессы с применением серной кислоты. В результате сернокислотной очистки образуется большое количество кислого гудрона – трудно утилизируемого и экологически опасного отхода. Кроме того, сернокислотная очистка не обеспечивает удаление из отработанных масел полициклических ароматических углеводородов и высокотоксичных соединений хлора. Нельзя также регенерировать серной кислотой современные масла, совместимые с окружающей

средой (растительные и синтетические сложные эфиры), поскольку серная кислота разлагает их, что, в частности, увеличивает выход кислого гудрона. В нашей стране сернокислотную очистку сейчас практически не применяют.

Второе место по объему промышленного применения занимают процессы с использованием в качестве основной стадии сорбционной очистки (контактным или перколяционным способом). Наиболее широко такую технологию применяют на небольших предприятиях в США. В качестве сорбентов широко используют активированные глины. Масла, полученные данным методом, как правило, смешивают со свежими порциями и вводят небольшое число присадок [4].

Недостатки данного процесса заключаются в отсутствии контроля вязкости и фракционного состава получаемого продукта, а также в значительных потерях масла с сорбентом. Возникают трудности и с утилизацией большого количества отработанного сорбента, представляющего опасность для окружающей среды. Синтетические же сорбенты, обладающие высокой термической стабильностью, дающей возможность их регенерации, достаточно дороги.

Недостатки процесса гидроочистки – потребность в больших количествах водорода, а порог экономически целесообразной производительности (по зарубежным данным) составляет 30–50 тыс. т/год. Установка с использованием гидроочистки масел, как правило, размещается непосредственно на соответствующем нефтеперерабатывающем заводе, имеющем излишек водорода и возможность его рециркуляции [5].

Для очистки отработанных масел от полициклических соединений (смолы), высокотоксичных соединений хлора, присадок и продуктов окисления применяются процессы с использованием металлического натрия. При этом образуются полимеры и соли натрия с высокими температурами кипения, что позволяет отогнать масло. Выход очищенного масла превышает 80%. Процесс не требует давления и катализаторов, не связан с выделением хлора и сероводородов. Несколько таких установок работают во Франции и Германии [6].

Проведенный анализ существующих методов регенерации отработанных масел показал, что наиболее приемлемым методом является комбинированный, поскольку он обладает высокой эффективностью восстановления первоначальных свойств масел.

На основании анализа изученных авторских свидетельств разработана технология регенерации отработанных масел.

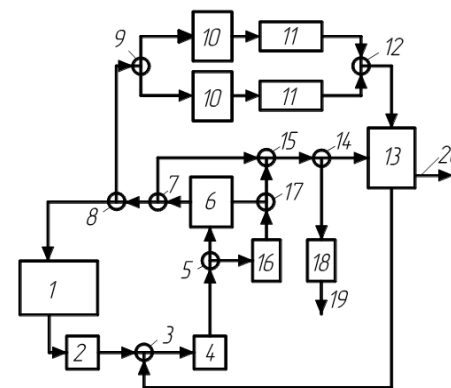
Разработанная технология предусматривает применение целого комплекса технологического оборудования, который представляет собой установку для регенерации отработанных масел, позволяющая восстанавливать свойства моторных, трансмиссионных и промышленных масел.

Регенерация масел осуществляется следующим образом.

Сущность ее заключается в способе регенерации отработанных масел путем предварительной очистки от механических примесей и дополнительной ультразвуковой кавитационной обработки в условиях диспергирования асфальтосмолистых соединений с последующей фильтрацией для очистки от механических примесей и воды, и нейтрализации кислотного масла.

Установка включает связанные системой трубопроводов приемную емкость, насос, фильтр предварительной очистки от механических примесей, генератор кавитации, дополнительный фильтр для очистки от воды и нейтрализатор кислотного масла, фильтр для очистки механических примесей выполнен из металлокерамики, и фильтр для очистки воды выполнен из поливинилформала.

Схема установки для регенерации отработанных минеральных масел представлена на рисунке 1.



1 – приемный бак; 2 – магнитный фильтр; 3, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 17 – трехходовые краны; 4 – насос; 6 – ультразвуковой генератор; 10 – фильтры из металлокерамики; 11 – фильтры-водоотделители; 13 – бак; 16 – блок нейтрализации кислотности; 18 – дозатор штатных присадок; 19, 20 – патрубки отрегенированного масла  
Рисунок 1 – Схема установки для регенерации отработанных минеральных масел

Установка состоит из приемного бака 1, связанного трубопроводом последовательно с магнитным фильтром 2, трехходовым краном 3, насосом 4, трехходовым краном 5, ультразвуковым генератором 6, трехходовыми кранами 7 и 8, причем трехходовой кран 8 связан трубопроводом с баком 1, замыкая первый контур. Трехходовой кран 8 связан трубопроводом со вторым контуром тонкой очистки через трехходовой кран 9, который содержит последовательно 35 соединенные трубопроводом пару фильтров из металлокерамики 10 соединенные параллельно пару фильтров – водоотделителей 11, соединенных параллельно, трехходовой кран 12, бак 13, куда поступает очищенное масло, трехходовые краны 14 и 15, причем трехходовой кран 15 связан с трубопроводом с трехходовым краном 7, замыкая второй контур.

Бак 13 связан с трубопроводом с трехходовым краном 3, образуя третий замкнутый контур, в котором имеется блок нейтрализации кислотности 16, который одновременно может выполнять роль регулятора и восстановления щелочности, установленный параллельно ультразвуковому генератору 6 и связанный с первым контуром трехходовым краном 5, а со вторым контуром трехходовыми кранами 17 и 15. С трехходовым краном 14 трубопроводом связан дозатор штатных присадок 18 с патрубком 19 от регенерированного масла. Бак 13 снабжен аналогичным патрубком 20 по которому можно отбирать очищенное масло.

Данная установка имеет ряд преимуществ в сравнении с другими:

- повышением эффективности очистки и регенерации масел по экологически чистой технологии;
- универсальность применения предлагаемых способа и устройства регенерации для различных сортов минеральных масел;
- в процессе регенерации отработанных масел не используются экологически вредные газообразные, жидкие или твердые побочные продукты;
- обеспечивает преимущества: малая энергоемкость, более низкие капиталовложения, стоимость обслуживания, простота, малые габаритные размеры.

Такие результаты достигаются тем, что в способе регенерации отработанных минеральных масел, включающем в себя нейтрализацию кислотности масла, оно подвергается ультразвуковой, кавитационной обработке, после чего проводят тонкую очистку перколяцией и абсорбируют из него воду. В зависимости от марки обрабатываемого

масла иногда возникает необходимость восстанавливать и регулировать щелочность масла.

В необходимых случаях, в зависимости от марки масла при регенерации в очищенное масло дополнительно вводят штатные присадки.

Обработкой моторного масла ультразвуковой кавитацией достигается тонкое измельчение механических примесей в нем, что устраняет необходимость использования громоздких и энергоемких сепараторов или центрифуг, а также нагревательных приборов, использование которых сопровождается экологически вредными испарениями. Такая обработка обеспечивает повышение качества фильтрации масла и позволяет избежать удаления из него смолистых веществ.

В зависимости от исходного состояния масла и его марки, иногда используют блок регулирования щелочности, совмещенный с нейтрализатором кислотности. Этот блок в сочетании с другими элементами устройства позволяет очищать и регенерировать отработанные масла различных марок.

Таким образом, ультразвуковая установка гомогенизирует отработанное масло, обеспечивая тонкое диспергирование механических примесей в нем, после чего осуществляется качественное и не дорогостоящее фильтрование и нейтрализация.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Коваленко В.П. Загрязнение и очистка нефтяных масел. М.: 1978 г. 185 с.
- 2 Емелина З.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов. Красноярск, 2000 г. 183 с.
- 3 Пахотин Н. Е., Осадчий Ю. П., Пахотина И. Н. Новые технологии регенерации отработанных моторных масел. Издательство: Ивановский государственный политехнический университет, 2015 г. 104 с.
- 4 Нигматуллин В. Г. Технология регенерации отработанного моторного масла. ГУП Институт нефтехимпереработки РБ. Журнал: Химия и технология топлив и масел №1, 2012 г. 120 с.
- 5 Адырова Г. М., Хасенова Н. Н. Очистка отработанных полусинтетических моторных масел. Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, Казахстан, 2014 г, 22 с.
- 6 Долин Н.А. Справочник по технике безопасности: 6-е изд. перераб. и доп. / Долин Н.А. – М: Энергоиздат, 1985 г. 824 с.

## ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РАБОТ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

СВИДЕРСКИЙ А. К.

д.х.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

САДЫКОВА Р. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Регенерация отработанных масел стала необходимой в виду следующих причин: отработанные масла представляют собой серьезную угрозу для окружающей среды, но в то же время являются ценным сырьем или топливом.

Гриценко В. О., Орлов Н.С. [1] в своей статье исследовали процесс регенерации отработанных моторных масел на различных типах микрофильтрационных мембран (полимерные, металлокерамические, керамические и углеродные с размером пор 0,03-0,1 мкм) на проточной установке с частичным отбором ретанта. Перед мембранным разделением масло было подвергнуто коагуляции для разрушения коллоидной системы и нейтрализации нафтенных и нафтоароматических кислот. Эксперименты по мембранному разделению регенерируемых масел проводились при давлении в напорном канале 0,1–0,5 МПа, температуре 40–140 °С и скорости 1-3 м/с. Подобраны оптимальные параметры процесса мембранного разделения. Показано образование динамического слоя из асфальто-смолистых соединений моторных масел. Получено осветленное моторное масло на полимерных, металлокерамических и углеродных мембранах. Показано, что степень селективности по моноэтаноламину и асфальто-смолистым соединениям моторного масла зависит от материала мембраны и размеров применяемых мембран.

Севостьянов И. В. [2] в статье приводит схему экспериментальной установки с гидроимпульсным приводом для регенерации отработанных масел способом поточной виброударной фильтрации, обеспечивающая по сравнению с другими известными способами и оборудованием аналогичного назначения высокую производительность и низкую энергоемкость рабочего процесса, при достаточной степени регенерации масел. В частности, по сравнению со способом поточной безударной фильтраций, производительность предлагаемого способа на 20 % выше и стабильнее во времени. Представлены экспериментально проверенные уравнения и зависимости для определения основных рабочих параметров процессов поточной виброударной фильтрации - периодического увеличения давления в среде масла и приращения скорости его

перемещения по каналам фильтрующей мембраны. Приводится теоретическое обоснование эффективности предлагаемого способа.

Лихачев А. Ю. [3] изучает повышение эффективности процесса очистки отработанных моторных масел от механических примесей в сельскохозяйственном производстве путем совершенствования конструкции центрифуги и оптимизации параметров очистительной установки.

Предложена конструкция центрифуги, обеспечивающая эффективную очистку отработанных моторных масел от механических примесей за один проход через ротор, а также повышение производительности маслоочистительной установки; рекомендации, полученные при исследовании распыления струймасла из сопел, позволяют применять их на практике при проектировании центробежных очистителей различного назначения; разработаны способ и устройство для определения содержания нерастворимых осадков в отработанных маслах, обладающие новизной. Результаты исследований были реализованы при проектировании усовершенствованной маслоочистительной установки, прошедшей эксплуатационные испытания в хозяйстве «ИП Воронцов» Зерноградского района Ростовской области.

В статье Пахотина Н. Е., Осадчий Ю. П., Пахотина И. Н. [4] предлагается комбинированная система регенерации отработанного моторного масла, включающая предварительную очистку - центробежную сепарацию и механическую фильтрацию, а также мембранное разделение на основе ультрафильтрации. Мембранные процессы – это процессы разделения, осуществляемые на полупроницаемых мембранах под действием приложенной движущей силы. К наиболее распространенным промышленным мембранным процессам относятся обратный осмос, ультра-, микро- и нанофильтрация. Наиболее эффективными являются ультрафильтрационные мембраны, так как они улавливают мелкодисперсные включения, а их использование не требует больших затрат. В установках ультрафильтрации используют трубчатые, рулонные, полволоконные и плоские мембраны. Материалом для изготовления мембран служат ацетатцеллюлоза, фторпласт, углепластик и другие. При проведении эксперимента по регенерации отработанного моторного масла методом ультрафильтрации были использованы трубчатые мембраны из фторпласта с диаметром пор 50 нм. Полученные результаты показали, что проницаемость мембран составляет 0,025-0,035 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup> /ч), а выход регенерированного масла равен 80 %.

Работа Морозова И. В., Пахотина Н. Е., Осадчей Т. Ю. и др. [5] посвящена исследованиям, связанным с актуальной проблемой современности – регенерацией отработанного моторного масла. Выбор способа регенерации отработанного моторного масла тесно связан с задачей по определению концентрации в нём примесей. Для быстрого определения концентрации примесей ими была разработана ускоренная методика, основанная на рассеянии света частицами примесей в масляном растворе. Данный метод позволяет быстро и надежно определить оптическую плотность отработанного моторного масла. Важным обстоятельством является то, что предложенный метод может быть реализован непосредственно на месте отбора пробы. Экспериментально установлено, что наилучшим растворителем для получения необходимой цветности раствора является керосин. В результате проведённых исследований получены значения оптической плотности отработанного моторного масла. Аналитически определена концентрация примесей в отработанном моторном масле. Построены график и диаграмма зависимости концентрации примесей от оптической плотности. Проведено статистическое исследование результатов эксперимента с помощью метода парной корреляции. Рассчитаны значения коэффициентов уравнения регрессии. Полученное уравнение регрессии позволяет определять концентрацию примесей в отработанном моторном масле по результатам измерения оптической плотности. Проведен корреляционный анализ уравнения регрессии. Полученный коэффициент корреляции показывает, что между двумя переменными существует очень тесная и прямая связь. Анализ степени загрязненности моторного масла позволяет выбирать наиболее эффективный способ регенерации моторного масла.

В работе Мамулаишвили Н. Д., Мамедова Т. А., Хитаришвили Т. Д. [6] рассмотрено осаждения асфальто-смолистых соединений ОММ марки «Castrol 15W-40», средней загрязненности. Опробовали разные методы обработки: центрифугирование, кислотнo-щелочная очистка, адсорбционная очистка, осаждение коагулянтами. Наилучшие результаты были получены при использовании композиционных смесей химических реагентов. В качестве химических реагентов было использовано смесь органических и неорганических кислот, которые обеспечили осаждение гетероциклических соединений ОММ.

Процесс экстракции проходила в нескольких стадиях. При настаивании образовалась слой масла и густой черный слой. Очищенное масло пропускали через колонку с  $K_2CO_3$  для полной нейтрализации. Оптимальные режим технологических параметров

процесса экстракции ОММ. Степень осветления масла колебалась в пределах 92,7 %–95,5 %. Полученный густой черный слой отделяли от масла центрифугированием, а затем, повторно использовали для экстракции масла. В конце подвергали термической обработке  $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  для получения коксового концентрата. Проведенные исследования показали, что очистка ОММ трудоемкая технология и используемый метод экстракции обеспечивает эффективное удаление продуктов окисления ОММ. В отличие от других методов, метод экстракции обеспечивает стабильность эксплуатационных свойств очищенного масла.

В работе Адырова Г. М., Хасенова Н. Н. [7] изложены результаты очистки отработанных полусинтетических моторных масел от продуктов старения и загрязнений с использованием доступных коагулянтов. Для очистки отработанных полусинтетических моторных масел были использованы карбамид (2 % водный раствор) и смеси моноэтаноламина (МЭА) и изопропилового спирта. Карбамид является прекрасным коагулянтом для загрязнений отработанных минеральных масел. В отработанных синтетических моторных маслах он не работает. Как оказалось, в полусинтетическом отработанном моторном масле карбамид проявляет свои коагуляционные свойства, частицы загрязнений укрупняются, но незначительно (1 мкм). Более активная коагуляция наблюдается в полусинтетическом отработанном моторном масле (ОММ) при использовании смеси 1:1 МЭА и изопропилового спирта, нагрев до  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После центрифугирования масло становится прозрачным, темно-рубинового цвета.

Предположительно механизм коагуляционных процессов в отработанном синтетическом ММО может быть следующим. Аминоспирты (МЭА, ТЭА) являются электролитами (слабые основания), способными оказывать дестабилизирующее действие на моющее-диспергирующие присадки синтетического моторного масла.

Однако их действие как ПАВ не столь значительны, ослабляют диспергирующие свойства присадок на 10-20 %. В тоже время при смеси ионогенного ПАВ (МЭА) с неионогенным ПАВ (изопропиловым спиртом) коагулирующее действие этой смеси усиливается, так что активность моющее - диспергирующих присадок ослабляется на 80-90 %, частицы загрязнений масла коагулируют почти полностью до размеров более 5 мкм, которые легко отделить центрифугированием до низких значений: остаточное количество загрязнений 0,01-0,05 %.

Предлагаемый метод очистки отработанных полусинтетических моторных масел использует доступные дешевые коагулянты и



установку, которые могут эксплуатироваться в условиях сельского товаропроизводителя.

Очищенное данным способом масло можно использовать в качестве гидравлической жидкости, печного топлива или компонента для приготовления пластичных смазок.

В статье Тупотилов Н. Н., Остриков В. В., Попов С. Ю. [8] изложены результаты очистки отработанных синтетических моторных масел от продуктов старения и загрязнений с использованием органических растворителей. Предложена технология очистки отработанного синтетического моторного масла 0W30 с использованием растворителя Р-646. Растворитель Р-646, содержащий 50 % протонных растворителей (бутилацетат, этилцеллозольв, ацетон, бутанол, этиловый спирт) и 50 % апротонного растворителя (толуол) в первом приближении дает обнадеживающие результаты в плане его использования для коагуляции продуктов «старения» и загрязнений в отработанных синтетических ММО. В целом результаты исследований отработанного синтетического моторного масла с использованием растворителя Р-646 показали перспективность его использования по специально подобранной технологии. Когда сначала готовится водная эмульсия масла, которая под давлением подается в растворитель, смесь отстаивается, разделяется, центрифугируется, лишний растворитель выпаривается нагреванием. Однако и данная технология достаточно сложна для реализации в условиях сельскохозяйственного производства и требует ее совершенствования и доработки.

Целью исследований в статье Сафарова К. У., Замальдинова М. М., Колокольцева С. А. [9] является очистка отработанных минеральных моторных масел от загрязнений. Для решения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- разработать технологическую схему для очистки отработанных моторных минеральных масел;
- по разработанной технологической схеме изготовить линию очистки отработанных моторных минеральных масел;
- провести исследования по ступеням очистки отработанного минерального моторного масла.

Очистка отработанного моторного масла на предлагаемой линии очистки позволила снизить содержание примесей на 26 % и составила 0,25 % от объема очищаемого масла, при содержании в товарном масле М-10Г 2к 0,28 %. Содержание воды в очищаемом масле отсутствие, при допустимом значении в товарных маслах следы. Температура вспышки составила 205 °С, что находится в пределах требований технических

условий. Предлагаемая технологическая линия позволяет производить очистку отработанного моторного масла с необходимой степенью чистоты для использования его в гидросистемах сельскохозяйственной техники, станочного оборудования или для использования в качестве базового масла для компаундирования и дальнейшего восстановления его свойств.

В статье Тарасов В. В., Кича Г. П., Кулямов П. В. [10] представлена физическая модель установки регенерации отработанных моторных масел с оригинальной конструкцией вакуум-термического циклонного испарителя для удаления водо-топливных фракций из отбракованного судового масла, а также результаты испытаний установки в условиях эксплуатации морского судна.

Проведенные лабораторные испытания подтвердили достаточную эффективность физической модели установки и конструкции ЦИ. При определенных, оптимальных режимах работы установки осуществляется практически полное восстановление показателей масла до эксплуатационных, в отличие от браковочных, обусловленных наличием воды и топлива в моторном масле. Температура вспышки масла при двукратной циркуляции повышена со 155 до 200 °С, а кинематическая вязкость при 100 °С – с 8,97 до 11,22 мм<sup>2</sup>/с. Содержание воды в эмульгированном масле с 3,1 %, за однократный проход через испаритель, понижено до следов воды. Причем современные средства очистки моторных масел от ВТФ, установленные на судах бессильны при данных загрязнениях масла.

Целью работы Гриценко В. О. [11] является разработка технологической схемы регенерации отработанных моторных масел на основе сопряжения традиционных (коагуляция, сепарация, фильтрация) и мембранных (микро- и ультрафильтрации) методов разделения. Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложен новый способ регенерации отработанных моторных масел, представляющих собой агрегативно устойчивые высокодисперсные системы, заключающийся в переводе их в метастабильное состояние с последующим извлечением загрязнений традиционными (коагуляция, сепарация, фильтрация) и мембранными методами разделения, выбор и последовательность сопряжения которых обусловлены степенью дисперсности загрязнений;
- обоснованы в рамках экранного механизма с учетом поверхностных взаимодействий в системе «мембрана – раствор» – выбор мембран и различия в их задерживающей способности в зависимости от материала мембран и режимов эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко В. О., Орлов Н. С. Применение микрофльтрации для регенерации отработанных моторных масел. Издательство: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. Серия: Критические технологии. Мембраны, 2002г. 56с.
2. Севостьянов И. В. Регенерация отработанных масел с использованием виброударной инерционной нагрузки. Украина, Двойные технологии, 2013г. 50с.
3. Лихачев А. Ю. Диссертационная работа «Совершенствование процесса очистки отработанных моторных масел от механических примесей центробежным аппаратом в условиях сельскохозяйственного производства», Зерноград, 2011 г. 120с.
4. Пахотин Н. Е., Осадчий Ю. П., Пахотина И. Н. Новые технологии регенерации отработанных моторных масел. Издательство: Ивановский государственный политехнический университет. 2015г. 104с.
5. Морозов И. В., Пахотин Н. Е., Осадчая Т. Ю., Осадчий Ю. П., Маркелов А. Е. Фотометрическое определение концентрации примесей в отработанном моторном масле. Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева. Журнал: Аграрный вестник верхневолжья №1, 2016 г. 65с.
6. Мамулаишвили Н. Д. Мамедова Т. А. Хитаришвили Т. Д. Осаждение асфальто-смолистых соединений отработанного моторного масла с применением химических реагентов. Грузинский технический Университет, Грузия, 2001 г. 45с.
7. Нигматуллин В. Г. Технология регенерации отработанного моторного масла. ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ» Журнал: Химия и технология топлив и масел №1, 2012г. 23с.
8. Тупотилов Н. Н., Остриков В. В., Попов С. Ю. Исследование очистки отработанных синтетических моторных масел специфическими растворителями. Наука в центральной России. 2013г. 30с.
9. Сафаров К. У., Замальдинов М. М., Колокольцев С. А. Очистка отработанных минеральных моторных масел от загрязнений. Журнал: Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2013 г. 121с.
10. Тарасов В. В., Кича Г. П., Кулямов П. В. Физическая модель экспериментальной установки регенерации отработанных моторных масел и пути ее совершенствования. ФГОУ «Морской Государственный Университет» им. адм. Г.Н. Невельского, 2016г. 25 с.

11. Гриценко В. О. Диссертационная работа «Разработка технологии регенерации моторных масел на основе микро- и ультрафльтрации» Москва, 2003г. 85 с.

## ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ НА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ Г. АСТАНЫ

СКАКОВА А. М.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова г. Павлодара

Политика Казахстана в сфере управления отходами направлена на развитие сектора переработки отходов с получением продукции из вторсырья. Данная политика отражена в Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой» экономике, утвержденной Указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года.

Концепцией определены основные мероприятия, требующие реализации для решения существующих проблем с ТБО, в частности: внедрение раздельного сбора отходов; мониторинг уровня переработки ТБО и определены его индикаторы; разработка механизма привлечения инвестиций; внедрение принципа расширенной ответственности производителей (импортеров) (далее – РОП) с целью покрытия части расходов на сбор, переработку и утилизацию отходов, стимулирования предприятий по переработке отходов.

Высокие темпы производства и потребления ПУ приводят к накоплению неизбежно образующихся производственных отходов и изделий вышедших из эксплуатации, что влечет за собой экологические и экономические проблемы. Традиционные способы утилизации отходов – депонирование и сжигание для полиуретанов неприемлемы. В первом случае в результате воздействия воды образуются вредные аммонийсодержащие продукты, во втором – выделяются токсичные газы, такие как цианистый водород, оксиды азота и т.п. В то же время невозможность природных ресурсов и их высокая стоимость диктуют настоятельную необходимость использования вторичного сырья.

Во многих странах в ближайшее время захоронение отходов будет сильно ограничено или запрещено, поэтому необходимо прилагать значительные усилия по решению проблемы возрастающих объемов мусора. Сейчас предлагаются две стратегии: восстановление ценных веществ, содержащихся в отходах, рассматривая их как вторичные

сырьевые материалы; исключение отходов как таковых. Первый из названных путей предпочтительнее, поскольку позволяет сохранять природные ресурсы. Именно поэтому в последнее десятилетие было много сделано в разработке технологий, которые позволяли бы использовать отходы для производства новой продукции.

Полимерные отходы более разнообразны, чем отходы других видов. Поэтому возможно множество подходов к задаче превращения мусора в полезные продукты. Разработаны и доступны для применения различные технологии вторичной переработки пластмасс, завершивших свой жизненный цикл.

Механическая переработка (первичная или вторичная) является предпочтительным направлением восстановления пластмасс, поскольку она сохраняет максимальное количество ценных продуктов. Однако она часто ограничена влиянием таких факторов, как загрязнение, прогрессирующая деградация свойств, сбыт конечных изделий и т.д.

С другой стороны, сжигание является очень эффективным способом уничтожения больших объемов утилизированных пластмасс, но в этом случае из мусора извлекается лишь небольшая доля полезных продуктов.

Между этими крайними подходами находится третий путь – химическая переработка (называемая также сырьевой или «третичной» переработкой), которая позволяет восстановить больше содержимого отходов, чем сжигание и к тому же не имеет ряда ограничений, существенных для механической переработки. Очевидно, что химическая переработка никогда не станет способом переработки больших количеств пластмассовых отходов, но при комбинированном подходе она может дать значительный вклад в решение проблем, возникающих при переработке с извлечением полезных продуктов.

К химической переработке можно отнести любую технологию, которая использует управляемые химические реакции. Это определение включает такие реакции, как «расстегивающая» деполимеризация в мономер, пошаговая деструкция к низкой молекулярной массе через расщепление точно определенных цепных связей, наращивание цепей для восстановления молекулярной массы, пиролиз с образованием сложной смеси газообразных, жидких и твердых продуктов, реакционное смешение различных полимеров (с образованием *in situ* блок – или привитых сополимеров, которые могут играть роль агентов совместимости), биодеструкция и сжигание.

Более точно химическая переработка описывается определением, предложенным Тесоро [1, с. 45]: «производство имеющих ценность

химических продуктов из отходов полимерных материалов с помощью экономически оправданных процессов». Это определение, которое требует, чтобы извлекаемые продукты представляли ценность, исключает из химической переработки биодеструкцию и сжигание и ограничивает химическую переработку теми процессами, которые уже сейчас экономически выгодны. Разумеется, трудно достичь полного экономического баланса, поскольку предельная цена переработки будет определена ее вкладом в решение проблем, начиная от загрязнения окружающей среды и до экономии энергии и появления в ходе химического процесса новых материалов, влияние которых на экономические параметры трудно подсчитать. Кроме того, в дополнение к трудностям оценки стоимостей загрязнения среды и сохранения природных ресурсов, экономический аспект находится под сильным воздействием цен на сырьевые материалы и местных законов, что создает трудности в определении цены восстановленных продуктов.

В целом, химическая переработка включает не только все процессы, включенные в контролируемое разложение полимерных цепей для получения низкомолекулярных фракций (которые могут быть конвертированы в газы, мономеры, олигомеры, сырую нефть и т.д.), но также контролируемые реакции, ведущие к восстановлению полимера и химической модификации, такие как реакционная экструзия данного полимера с подходящим удлинителем цепей или другим полимером.

Полимеры различаются по легкости химической деструкции. Наиболее просто деполимеризуются полимеры конденсатного типа (полиэфир, полиамид (ПА), поликарбонат (ПК), полиуретаны (ПУ) и т.д.). Химическая связь молекул в этих материалах такова, что при подаче тепла и давления в присутствии химического агента она разрывается с образованием более коротких цепей по более или менее контролируемому пути. Технологии разложения таких полимеров (гидролиз, гликолиз, метанолиз, аминализ и т.д.) уже опробованы и показали себя затратно-эффективными. Продукты, получающиеся в ходе этих процессов, могут быть либо мономерами с чистотой, достаточной для повторной полимеризации, либо смесью олигомеров с реактивными концевыми группами. В первом случае необходим ряд операций для восстановления и очистки мономера; во втором случае сырой продукт, получившийся в результате химического разложения, обычно используется без дальнейшей очистки (не считая фильтрации).

Деполимеризация полимеров аддитивного типа (стиролы, акрилаты и т.д.) представляет большой интерес для восстановления мономеров прецизионным «расстегиванием» химических связей. Этот

процесс требует правильного подбора условий реакции и катализатора. Если распад цепи на мономеры происходит медленнее, чем реакции передачи активных ячеек (как правило, свободных радикалов), то образуется сложная смесь продуктов с молекулярной массой от низкой до средней. В целом, экономически неоправданно получать точно заданные химические продукты из смесей; лучше их использовать как топливо или как добавки при переработке нефти.

Наиболее трудными материалами для химической переработки являются реактопласты (не ПУ), потому что их шитые молекулы противостоят химической атаке; однако в этом случае успешно применяется пиролиз [2, с. 23].

Химическая переработка с увеличением молекулярной массы или химическая модификация вместо химического разложения применяются в отношении пластмасс довольно редко; эти процессы требуют контроля реакций и обычно проводятся в экструдерах на полимерных расплавах. Интерес к этому подходу в настоящее время сконцентрирован на восстановлении отходов из полиэтилен – терефталата (ПЭТ), но подход может быть реализован в отношении многих других полимеров, особенно для приготовления блок-сополимеров посредством реакций обмена [3, с. 9].

Химическая переработка при сравнении с другими технологиями обладает как преимуществами, так и недостатками. Главные преимущества состоят в следующем:

- меньшая потребность в сортировке сырьевых материалов по сравнению с механической переработкой; фактически, иногда можно использовать неочищенные полимерные отходы, степень загрязнения которых исключает возможность механической переработки;

- в некоторых случаях можно использовать отходы из смеси полимеров с восстановлением ценных продуктов из одного или более компонентов смеси;

- при восстановлении мономеров очистка позволяет преодолеть некоторые трудности, связанные с наличием химикатов-добавок и других примесей, а восстановленный чистый мономер можно использовать для производства новых оригинальных полимеров, которые допускаются для применения в приложениях, где имеется контакт полимера с пищевыми продуктами;

- продукты повторной переработки легко вновь вводятся в производственный цикл без проблем с насыщением рынка;

- химическая атака, направленная на получение ценных химических продуктов может производиться в отношении реактопластов;

- химическая переработка сохраняет большую часть ценного содержания отходов, чем сжигание;

- если сырые продукты, полученные в результате химического разложения, можно использовать без дальнейшей очистки, то процессы химической переработки становятся привлекательными с экономической точки зрения и дают мощный стимул для переработки отходов.

Главные недостатки технологий химической переработки обычно связывают с экономическими факторами, которые можно изложить следующим образом [4, с. 45]:

- если сравнивать химическую переработку с механической (первичной и вторичной), то аспект, связанный с макромолекулярной природой пластмассовых отходов, утрачивается при химической переработке;

- когда для разложения полимерных цепей требуется использовать жесткие условия процессов (сильные кислоты или щелочи и высокие температуры), то химические заводы должны строиться с применением дорогостоящих специальных материалов;

- комплекс операций, необходимых для восстановления годного для повторной полимеризации мономера, требует больших финансовых вложений;

- обработка и восстановление воды, растворителей и реактивов, используемых для химической переработки, и удаление остатков (побочных продуктов) переработки может быть очень дорогим;

- химические заводы должны быть достаточно большими, чтобы снизить эксплуатационные расходы, но обеспечение бесперебойного питания огромными количествами полимерных отходов постоянного качества может потребовать слишком высоких затрат на их сбор;

- мономеры и полезные олигомеры могут быть получены только из ограниченного набора полимеров, к которым можно применять селективные реакции, обеспечивающие высокий выход ценных продуктов.

Как ясно из высказанных выше соображений, экономическая оправданность часто является ограничивающим фактором для химической переработки, и полимеры, которые используются в небольших количествах и которые невыгодно собирать (например, политетрафторэтилен (ПТФЭ) и полиформальдегиды), обычно вторично не перерабатываются, хотя и могли быть подвергаться переработке [5, с. 23, 6, с. 9].

Нелегко найти данные о фактическом применении на промышленном уровне существующих технологий, поэтому содержание этой главы во многом основано на сведениях из патентной и научной литературы и посвящено обсуждению осуществимости конкретных процессов и эффектов, связанных с условиями осуществления тех или иных реакций [6, с. 2].

Хотя приведенное выше определение химической переработки охватывает пиролизные процессы, ведущие к образованию сложной смеси низкомолекулярных продуктов, пиролизные процессы данного типа имеют цели и задачи, весьма отличные от тех, которые встречаются при химической переработке, направленной на получение мономеров, олигомеров или иных ценных точно определенных химических веществ. Они рассмотрены в главе 5 и здесь обсуждаться не будут.

Если не рассматривать пиролиз полиолефинов и использование полимерных отходов в печах с форсированной тягой, то вклад химической переработки (сегодня и, возможно, в будущем) составляет лишь некоторый процент от всей вторичной переработки полимеров; однако в некоторых специальных случаях она может дать решение и предложить некоторые возможности [7, с. 45].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Разработка технологического процесса переработки полиуретановых отходов в жидкие полиолы различного назначения. - Пермь: НИИПМ, 2002. - 45 с.

2 Разработка рецептуры и технологии изготовления реологической добавки на основе полиуретановых отходов для асфальтно-бетонных смесей. - Пермь: НИИПМ, 2007. - 23 с.

3 Переработка отходов полиуретанов способом высокотемпературного гликолиза. Отчет ЦЗЛ. - Пермь: ФГУП «Пермский завод имени С.М. Кирова», 2007. - 9 с.

4 Разработка технологического процесса переработки полиуретановых отходов в жидкие полиолы различного назначения. - Пермь: НИИПМ, 2002. - 45 с.

5 Разработка рецептуры и технологии изготовления реологической добавки на основе полиуретановых отходов для асфальтно-бетонных смесей. - Пермь: НИИПМ, 2007. - 23 с.

6 Переработка отходов полиуретанов способом высокотемпературного гликолиза. Отчет ЦЗЛ. - Пермь: ФГУП «Пермский завод имени С.М. Кирова», 2007. - 9 с.

7 Оценка возможности использования полиуретановой крошки в качестве наполнителя полимерных материалов. Отчет ЦЗЛ. - Пермь: ФГУП «Пермский завод имени С.М. Кирова», 2007. - 2 с.

8 Сергеев Е. М., Кофф. Г. Л. «Рациональное использование и охрана окружающей среды городов.» -М.: Высшая школа, 2005 г. —45 с.

#### ОБЩИЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

СЛЕПОВА Ю. С.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

МАРТОВА К. Е.

студент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КУДИЯРБЕКОВА Г. К.

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

Техника безопасности представляет собой совокупность правил и приемов, выполнение которых предупреждает несчастные случаи и травмы людей, обслуживающих машины.

Основная задача техники безопасности заключается в создании благоприятных и безопасных условий труда на производстве.

Примерно треть своей жизни мы проводим на работе, поэтому рабочая обстановка имеет большое значение. А безопасность на работе – еще большее. Охрана труда – это не пустые слова, об этом нам говорит статистика. В Казахстане ежемесячно на работе погибают свыше 500 человек и получают травмы десятки тысяч работников. Если бы на каждом казахстанском предприятии охрана труда была организована на должном уровне, наверняка количество случаев производственного травматизма в стране было минимальным.

В последние годы законодательство в области охраны труда претерпело значительные изменения — принят ряд новых нормативных документов. И эти нововведения заставляют нас улучшать условия труда и безопасность рабочих мест сотрудников.

Практика эксплуатации сельскохозяйственных машин и орудий в полевых условиях показывает, что несчастные случаи и различные повреждения (ушибы, ранения и т. п.) организма чаще всего происходят из-за нарушения правил техники безопасности или их незнания. Поэтому знание и выполнение этих правил безусловно обязательно для всего обслуживающего персонала [1].

Общие правила и требования по технике безопасности. Для каждой группы машин в зависимости от их устройства и выполняемой операции предусмотрены соответствующие правила безопасности. Однако имеются общие правила и требования по технике безопасности, которые должны строго выполняться при работе с любыми машинами:

1 К управлению сельскохозяйственными агрегатами допускаются лишь лица, получившие специальные права (трактористов-машинистов, комбайнеров).

2 Сельскохозяйственные агрегаты (тракторы и машины) должны быть исправными, а их узлы и механизмы правильно отрегулированными. Работать на технически неисправной машине запрещается.

3 Соединять машину с трактором надо осторожно и внимательно. Подавать трактор к машине задним ходом надо на замедленной передаче, плавно, без рывков.

4 Перед троганием с места тракторист обязан убедиться в том, что между трактором и машиной, а также на пути движения агрегата нет людей. Необходимо также проверить, занял ли обслуживающий персонал агрегата свои места. После этого дать предупредительный сигнал и только при получении ответного сигнала начать движение. Порядок и способ передачи сигналов устанавливаются заранее, и весь персонал, обслуживающий агрегат, должен их знать.

5 Во время движения и работы персонал, обслуживающий машины, должен располагаться на своих, специально предусмотренных рабочих местах (сиденьях, оборудованных площадках и др.). Запрещается переходить на ходу с трактора на машину, соскакивать или вскакивать на трактор, располагаться во время движения на местах, не предусмотренных для этой цели (лесенках, подножках, прицепах и т.п.). Запрещается также передавать управление машиной посторонним лицам и находиться им на тракторе или машине.

6 Люди, обслуживающие агрегат, должны работать в тщательно заправленной одежде. Головные платки у женщин должны быть завязаны так, чтобы не было развивающихся концов и волосы не выступали из-под платка. При работе в пыльных условиях рабочие обеспечиваются защитными очками, а в особых случаях и респираторами для защиты органов дыхания.

7 Техническое обслуживание и ремонт машины должны проводиться только при неработающем двигателе. Нельзя также смазывать, регулировать и устранять неисправности в машине во время работы.

8 При переездах через железнодорожные пути, шоссейные и грунтовые дороги необходимо предварительно убедиться в безопасности переезда. При движении под уклон (или в гору) обязательно переходить на I или II передачу с малой частотой вращения вала двигателя. При работе или движении в ночное время агрегаты должны быть оборудованы исправным и достаточно надежным освещением.

9 Запрещается отдыхать и спать в борозде, в копнах сена, у обочин дорог, где работают агрегаты, а также у машин и под машинами на стоянках в поле [2].

Каждое предприятие имеет в своем составе специальный орган, который отвечает за контроль соблюдение безопасных правил труда на производстве. Это достигается посредством создания агитационных действий, в которые входит повсеместное распространение плакатов, на которых наглядно показано, как нужно работать. Большую роль играет общение с лицами, выполняющими те или иные виды работ. Особенно это важно тогда, когда работа осуществляется в тяжелых условиях [3].

Соблюдение правил техники безопасности на сельскохозяйственных работах – необходимое условие успешной деятельности каждого сельхозпредприятия!

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивлева И. Б. Техника безопасности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте техники в крестьянских, фермерских хозяйствах // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – М., 2012.

2. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для сред. спец. заведений по спец. «Механизация сельского хозяйства». – М. : КолосС КолосС, 2004.

3. Охрана труда на автотранспортных предприятиях. – М. : ТранспортТранспорт, 1990.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ПРИМЕРЕ ПФ ТОО «KSP STEEL»

СМАГУЛОВ Д. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Предприятия металлургического комплекса, с точки зрения возникновения техногенных аварий, отличаются большие объемы веществ и материалов, в том числе химически опасных; значительные тепловые излучения; использование в технологических процессах мощных агрегатов, машин и механизмов, создающих промышленные опасности; большие территории; расположение предприятий вблизи крупных населенных пунктов, а также вблизи рек и водоемов; использование в технологических процессах и их обслуживании большого количества трудовых ресурсов [1].

В настоящее время предприятия металлургического комплекса Казахстана находятся в сложном положении из-за непрерывного старения производственных фондов, низкого технического уровня производства. На металлургических предприятиях Казахстана одним из основных факторов, повышающих риск аварий на опасных производственных объектах, продолжает оставаться высокая степень износа основных производственных фондов на фоне низкой инвестиционной и инновационной активности в металлургической промышленности. Поэтому проблема обеспечения промышленной безопасности становится еще более актуальной.

Обеспечение пожарной безопасности объектов в наше время не ограничивается тушением возгораний, а предусматривает проведение самых различных мероприятий, позволяющих предотвратить их возникновение и распространение. На сегодняшний день существуют различные методы противодействия пожарам с применением инновационных технологий, которые способствуют успеху в решении данных задач.

В странах Европейского союза основным законом, регламентирующим возможность использования различных материалов и изделий в строительстве, является Директива Совета Европейского союза 89/106/ЕЕС от 21 декабря 1988 года и разъясняющие документы к ней, в соответствии с которыми производитель должен доказать, что его продукция отвечает основным требованиям безопасности, а именно [2]:

– стабильности и сопротивляемости механическим воздействиям;

- безопасности в случае пожара;
- безопасности для окружающей среды и здоровья людей;
- безопасности применения в строительных сооружениях.

В отличие от Европы, сертификат соответствия ЕС в Северной Америке недействителен. В США и Канаде имеются различные стандарты, нормы и правила, директивы, которые определяют метод обеспечения безопасности машинного оборудования.

В 22 федеральных штатах США, например, Мичигане и Калифорнии, правительство проводит программу обеспечения безопасности и гигиены труда, т.е. выполняет функции OSHA в пределах штата, внедряет эквивалентные или более строгие требования. В четырех других штатах государственные программы распространяются только на работников общественного сектора. В соответствии с OSHA: «Регионы должны устанавливать стандарты безопасности труда и здоровья, которые «по крайней мере столь же эффективны», как сопоставимые федеральные стандарты. (Большинство регионов принимают стандарты, идентичные федеральным.) Регионы имеют возможность обнародовать стандарты, охватывающие риски, не затронутые федеральными стандартами».

Как правительственные нормы и правила, стандарты OSHA в некотором смысле сопоставимы с директивами ЕС, хотя технические требования отличаются. В OSHA более подробно освещены специфические обязательные технические требования, не затрагивая абстрактные. Другое важное отличие заключается в том, что директивы ЕС прежде всего касаются изготовителей и интеграторов оборудования, в то время как стандарты OSHA предназначены для работодателей, которые эксплуатируют оборудование (обычно, это покупатели или владельцы оборудования). Таким образом, в США покупатель обязан обеспечить соблюдение стандартов OSHA [3].

Согласно требованиям OSHA, практически все электроприборы и кабели на рабочих местах должны соответствовать относящимся к ним стандартам UL, а также чтобы указанные наименования были включены в список или сертифицированы национально-признанной испытательной лабораторией (NRTL). OSHA публикует список NRTL.

А вот в мире к «огненной» безопасности относятся куда более серьезно. В Европе существует серьезный свод правил, который не допускает функционирование общественных учреждений без надлежащего уровня пожарной безопасности. На склонность к возгоранию проверяют, в первую очередь, стены и потолки, а также материалы, из которых они выполнены. Существует несколько

характеристик, по которым судят о пожарной безопасности перегородок и стен. Это, в первую очередь, несущая способность, целостность и изоляция. Также учитывается тепловое излучение и утечка дыма. Как и во всём цивилизованном мире, в Европе каждое увеселительное заведение и офисы компаний страхуют на случай возникновения пожара. Здесь безопасность клиентов ставится на первое место. И это касается не только пожаров. Но главное, это не сами законы, а то, как они выполняются. В Европе, в отличие от России, нет обычая давать взятки пожарным инспекторам. Там понимают, что в вопросах жизни и смерти людей деньги не играют никакой роли.

Япония славится не только высоким уровнем работы пожарной безопасности, но и технологическими разработками в этой сфере. Самые известные производители пожарной автоматики базируются именно в этой стране. Японцы понимают, что пожар может случиться даже в самом защищённом месте, но нужно быть готовым к любой ситуации. Японская пожарная автоматика позволяет быстро обнаружить место возгорания и как можно скорее отреагировать на опасную ситуацию.

Но самая строгая система пожарной безопасности действует в США. Здесь разрешён только определённый класс материалов, которые допускаются при строительстве. Перегородки и мембраны в вентиляции и системе воздушных каналов тщательно проверяются инспекторами. Здесь принято изучать каждую мелочь, прежде чем разрешить некоторому офису или ресторану принимать клиентов. Кроме того, реагируют на пожары американцы с завидной быстротой. Практически все критические ситуации удаётся быстро преодолеть, а пожары не несут таких катастрофических последствий, как это было в Перми. Наверное, именно поэтому в США пожарник считается одной из самых уважаемых профессий [4, с. 15].

Весь цивилизованный мир уже давно понял, что шутить с огнем нельзя. Эта страшная стихия способна нанести сокрушительный вред в местах большого скопления людей. Только тщательная и законная пожарная инспекция поможет избежать страшных жертв. Будем надеяться, что и правительство России вскоре примет соответствующие меры.

На долю экономических потерь от пожаров и затрат, связанных борьбой с чрезвычайными ситуациями подобного плана, в среднем приходится около 0,7% валового национального продукта (ВНП) отдельных развитых государств. В то же время затраты на борьбу с огнем в среднем в 4-5 раз превосходят потери от них в стоимостном выражении. Об этом свидетельствует статистика Международного

технического комитета по предупреждению и тушению пожаров (CTIF или Comité Technique International de prévention et d'extinction du Feu).

По данным CTIF, более трети всех пожаров возникают внутри зданий, около 15 % – на транспорте, около 17 % в лесах и полях. При этом на каждые 100 тысяч городских жителей в среднем приходилось по 1,2 жертвы пожаров в год. Эксперты сходятся во мнении, что человеческие и экономические потери можно было бы минимизировать, если бы удалось более эффективно использовать ресурсы пожарно-спасательных служб. Ведь в настоящее время лишь около 5 % всех вызовов, приступающих в их адрес, непосредственно связаны с возгораниями. Как следствие, осуществляются напрасные выезды пожарников, нерационально тратится время и деньги [5].

Своевременно локализовать возгорания внутри зданий и минимизировать число ложных вызовов пожарных помогают приборы тревожной сигнализации о появлении дыма. Проектирование, производство и эксплуатацию дымоизвещателей регламентируют различные стандарты, включая документ под названием NFPA 72 «Национальный кодекс деятельности в области использования пожарной сигнализации». Он охватывает детекторы дыма для зданий и другие системы оповещения, применяемые в случае разного рода чрезвычайных ситуаций. Этот стандарт был опубликован Национальной ассоциацией пожарной безопасности США (NFPA или National Fire Protection Association). В документе NFPA 72 описывается сфера применения, установка, размещение, эксплуатация и техническое обслуживание систем пожарной сигнализации и их компонентов

Пожарная безопасность в России регламентируется Федеральным законом «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ.

2016 год объявлен в России Годом пожарной службы. Особое внимание планируется уделить взаимодействию пожарников со службами ЧС для более эффективной работы.

Существуют также новые правила по пожарной безопасности ППБ 01 03, в Российской Федерации 2016 предусматривают проведение реорганизацию всей пожарной структуры страны.

Следует отметить, что в России обеспечение этих мер носит государственный характер.

Соблюдение противопожарных норм в промышленных зданиях (механических, сборочных цехах, инструментальном хозяйстве), в помещениях (конструкторских, технологических бюро) при эксплуатации, во время производственного процесса, несомненно, повышает надежность всей производственной системы. А создания



системы технического регулирования, применение новых материалов и технических решений для повышения безопасности промышленного оборудования и объектов инфраструктуры высокотехнологичного предприятия является необходимой составной частью деятельности производственных систем, ориентированных на инновационное развитие производства [6].

Мероприятия, реализуемые в целях обеспечения пожарной безопасности объектов, направлены на:

- предотвращение возникновения и распространения возгораний;
- обнаружение возгораний на самой ранней стадии и быстрое оповещение с целью принятия адекватных мер;
- тушение возгораний.

Для предотвращения возникновения и распространения возгораний используются разнообразные решения. К ним, например, относится применение таких материалов, которые не поддерживают горения, или тех, которые предназначены для повышения огнестойкости строительных конструкций. Подобные решения уже стали традиционными, но их следует отнести к пассивным методам предупреждения возгораний.

Практика, однако, показывает, что активные методы минимизации угроз всегда эффективнее. Что касается обеспечения пожарной безопасности, здесь также существуют активные методы предупреждения возгораний, которые, к сожалению, в нашей стране пока не нашли широкого применения [7, с. 20].

Особенностью производственных систем, к которым относятся, в том числе высокотехнологичные предприятия, является значимость, сложность выпускаемых изделий, проведение научных исследований и опытноконструкторских разработок, продолжительность производственного цикла, инновационность используемого оборудования, разнородность производственных зданий и помещений в которых протекает производственный процесс, решение конструкторско-технологических проблем производства.

Для решения технологических проблем на таких предприятиях разрабатываются и используются современные машинные и информационные технологии, обеспечивающие высокое качество процесса производства изделий [8, с. 9].

Для сложных производственных систем, как для технической системы, наиболее часто встречающимся негативным процессом является нарушение нормального хода технологического процесса,

вследствие возникновения отказов оборудования, в том числе из-за возникающих пожаров.

Так как указанные производственные системы, имеют высокую степень автоматизации оборудования и роботизации и соответственно остро встает вопрос о пожарной безопасности и степени надежности оборудования в технологическом процессе таких систем. Под надежностью понимается в соответствии с ГОСТ 27.002-89 свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования. Надежность есть свойство технической системы сохранять свои характеристики в данных условиях эксплуатации.

Сложность производственной системы ассоциируется со значительным числом взаимосвязанных элементов, и со значительным влиянием внешних и внутренних факторов, представляющих среду функционирования системы. К таким факторам может быть отнесена пожарная безопасность системы, влияющая на надежность функционирования производственных, складских, административных зданий, эксплуатацию оборудования, протекание всего производственного процесса, на всю инфраструктуру предприятия. Для соблюдения норм пожарной безопасности необходимо использовать надежные, инновационные и безопасные материалы при строительстве, реновации, эксплуатации зданий и производственных помещений [9, с. 8].

Учитывая современную тенденцию возведения высотных зданий, а также объектов больших масштабов с массовым пребыванием людей, актуальность пожарной безопасности проблемы не вызывает сомнений.

Исходя из Послания Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 г., где особое внимание уделяется именно развитию цифровой индустрии и IT- сферы, т.е.:

Первый приоритет – это ускоренная технологическая модернизация экономики.

Мы должны культивировать новые индустрии, которые создаются с применением цифровых технологий. Это важная комплексная задача.

Необходимо развивать в стране такие перспективные отрасли, как 3D-принтинг, онлайн-торговля, мобильный банкинг, цифровые сервисы, в том числе в здравоохранении, образовании, и другие. Эти индустрии уже поменяли структуру экономик развитых стран и придали новое качество традиционным отраслям.

В связи с этим поручаю Правительству разработать и принять отдельную программу «Цифровой Казахстан».

Очевидно и то, что по техническому уровню, уровню автоматизации и механизации, комплексности и глубине переработки сырья, экологическим показателям и энергоёмкости, имеющиеся производства Казахстана заметно отстают от передовых производств за рубежом. Значительно и отставание от зарубежных конкурентов в использовании новых прогрессивных технологий и инноваций. Результаты и выводы технологического аудита легли в основу разработки системных мер. Системные меры модернизации промышленности частично нашли свое отражение в программе «Производительность 2020», которая направлена на поддержку действующих предприятий и развитие новых производств.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что для более эффективного и конкурентоспособного развития отечественных предприятий необходимо внедрение инновационных систем противопожарной защиты, а именно совершенствование имеющихся систем противопожарной защиты, путём внедрения системы мониторинга за состоянием объектов в режиме онлайн и оперативного оповещения экстренных служб, в плане пожарной безопасности, на примере ПФ ТОО «KSP Steel» [10, с. 53].

#### ЛИТЕРАТУРА

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

2 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 г.

3 Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2015 г.)

4 Рамазанов А. Т. Обеспечение промышленной безопасности на металлургических производствах. – Безопасность в промышленности. №2 – 2016. – 15 с.

5 <http://www.mzsr.gov.kz/ru/node242004>

6 <http://www.enbek-pvl.kz/ru/home/71-2016-07-26-17-45-35.html>

7 Савутов А. М. Результаты контроля уровня промышленной безопасности на предприятиях г. Алматы. – Охрана труда. Казахстан. №1 (25) – 2008. – 20 с.

8 Амургалинов С. Т. Промышленную безопасность – под строгий контроль. – Безопасность в промышленности. №1 (26) – 2008. – 9 с.

9 Овчинников В. В. Обеспечение промышленной безопасности. – Безопасность в промышленности. №3 (44) – 2012. – 8 с.

10 Фоменко А. П. Интеграция современных технологии в образовательный процесс по промышленной безопасности. – Охрана труда. Казахстан. №2 (26) – 2008. – 53 с.

#### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВАКУУМ-ФИЛЬТРАЦИИ ДОО-100 НА УЗЛЕ ФИЛЬТРАЦИИ КРАСНОГО ШЛАМА НА УЧАСТКЕ ФИЛЬТРАЦИИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЦЕХА АО «АЛЮМИНИЙ КАЗАХСТАНА»

СМАТАЕВА Р. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г.Павлодар

АЛДУНГАРОВА А. К.

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

Одним из основных приоритетов реализации задач поставленных в Послании Главы государства Нурсултана Назарбаева народу Казахстана 17 января 2014 года «Казахстанский путь – 2050: единая цель, единые интересы, единое будущее» является переход традиционных отраслей промышленности Казахстана на выпуск продукции [1].

На Павлодарском алюминиевом заводе ПАЗ впервые в мировой практике решена важная технологическая проблема вовлечения в сферу крупномасштабного промышленного производства высококремнистых и высокожелезистых бокситов Казахстана. Задачей узла сгущения и промывки красного шлама является отделение щелоче-алюминатного раствора от красного шлама, для дальнейшей его переработки на участках декомпозиции глиноземного цеха. Узел сгущения и промывки красного шлама глиноземного цеха включает в себя следующие операции: – отделение основной массы алюминатного раствора от красного шлама в сгустителях; – промывка шлама в системе промывателей с целью наиболее полного отделения щелоче-алюминатного раствора от шлама (снижение потерь щелочи с красным шламом). Процесс сгущения состоит из свободного осаждения частиц красного шлама под действием силы тяжести и дальнейшего уплотнения шлама. При этом важно получить слив алюминатного раствора с минимальным содержанием твердой фазы, а шлам с наименьшим содержанием жидкости

Производство работ на участке № 2 АО «Алюминий Казахстана» связано с переработкой горячих щелочных растворов, обслуживанием технологического оборудования с применением грузоподъемных машин, электрического оборудования, с наличием вращающихся механизмов, сосудов работающих под давлением, трубопроводов горячей воды и пара – все это создает определенную опасность при работе на участке, а также создает травмоопасные ситуации при очистке вакуумных фильтров ДОО-100 от остатков отфильтрованного красного шлама. В связи с этим, разрабатывается новая технологическая схема промывки вакуум-фильтрации красного шлама с водой на участке фильтрации красного шлама гидрометаллургического цеха [2].

Алюминатный раствор проходит стадию очистки от взвешенных частиц красного шлама на узде контрольной фильтрации, и затем поступает на декомпозицию. Красный шлам – продукт сгущения – следует отмывать от значительного количества щелочно-алюминатного раствора. Промывка красного шлама происходит противотоком в аппаратах-промывателях. Принцип промывки красного шлама аналогичен принципу сгущения и основан на осаждении твердого тела под действием силы тяжести. Для интенсификации процесса промывки применяют флокулянты, увеличивающие вес частиц красного шлама, за счет их объединения в агломераты. После промывки красный шлам поступает на передел спекания. Красный шлам ветви Байера носит свое название благодаря своему цвету. Интенсивность цвета определяется содержанием в нем соединений железа.

Узел ФКШ предназначен для разделения твердой фазы красного шлама от жидкого разбавленного щелочного раствора, путем фильтрации усредненного шлама хвостовых промывателей через ткань под вакуумом, на фильтрах типа ДУ-100, ДОО-100. Данная часть технологической инструкции устанавливает технологию ведения процесса фильтрации красного шлама (ФКШ).

Фильтры ДОО-100 состоит из: корыта фильтра с карманами, отделяющими его от желоба, вала с гнездами, для установки секторов и шпильками с накладками для крепления секторов. Сектора (фильтрующие элементы) собираются в 12 дисков по 12 секторов в каждом диске. Механизм привода состоит из электродвигателя, редуктора и шестерни насаженной на вал; Имеется механизм отдувки, распределительные вакуумные головки, брызгала для репульсации кека, вакуумная система, состоящая из ресивера, ловушка баромконденсатора, кожух фильтра с аспирационной системой.

Шлам из коллектора по трубопроводу питания подается в корыто фильтра. Уровень в корыте фильтра поддерживается автоматически. В корыто, наполненное красным шламом, частично погружены 12 дисков, каждый из которых собирается из 12 перфорированных секторов, обшитых подкладочной (джут) и фильтрующей тканью (капрон). Сектора вставлены в гнезда горизонтального пустотелого 12 канального вала. Каждый канал вала, а значит и каждый сектор вставленный в гнездо этого канала при вращении вала, посредством вакуум головок, подключается либо к вакуумной линии, либо к линии сжатого воздуха. Сектор, входящий в пульпу красного шлама, подключается к вакуумной линии. Под действием вакуума на фильтровальной ткани образуется слой осадка. При выходе сектора из корыта, за счет просасываемого воздуха через слой осадка, происходит его сушка. В конце оборота, перед входом сектора в корыто он подключается к сжатому воздуху, под действием которого отфильтрованный шлам отделяется от ткани и сбрасывается в пространство между карманами в желоб. Для самотечной транспортировки в желоб через брызгала подается содо-сульфатный раствор. Репульпированный шлам самотеком поступает в шламовые мешалки, откуда откачивается в ЦС.

Жидкая фаза отсасывается через фильтровальную ткань и по каналам вала попадает в камеры вакуум головок, откуда поступает в ресивер. Ресивер служит для разделения фильтрата и паровоздушной смеси. Из ресивера фильтрат самотеком поступает в гидрозатвор фильтрата, а паровоздушная смесь поступает в ловушку предназначенную для улавливания капель фильтрата увлеченных паровоздушной смесью. Уловленный фильтрат с ловушки сбрасывается в гидрозатвор. Паровоздушная смесь из ловушки поступает в баромконденсатор, где гасится подшламовой водой. Не сконденсировавшаяся часть паровоздушно смеси отсасывается вакуум насосом.

Таблица 1 – Техническая характеристика вакуум фильтров

Наименование параметра	ДОО-100
Поверхность фильтрации м кв.	100
Количество дисков, шт.	12
Диаметр дисков, м	2,5
Количество секторов, шт.	144
Число оборотов диска, об. мин.	0,97-1,15
Привод дисков	ВЦ-21421 –0,2

Эл. двигатель, мощность; об/мин.	3 квт, 1500
Напряжение	380 В
Давление воздуха при отдувке	0,5 кг/см кв.
Вес фильтра	17570 кг.

Преимуществом дисковых фильтров является большая фильтрующая поверхность и возможность быстрой замены любого сектора при выходе из строя фильтр ткани. При числе дисков от 2 до 14 и диаметре их от 1,8 до 2,5 м общая площадь фильтрующей поверхности составляет 9-100 м<sup>2</sup>.

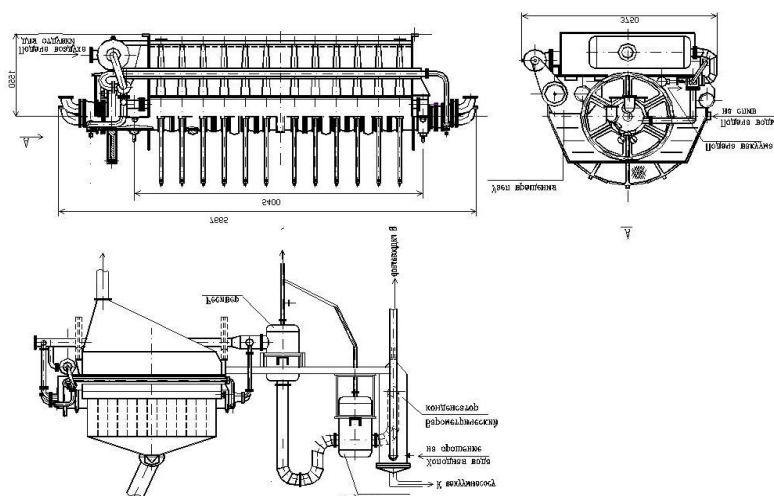


Рисунок 1 – Вакуум-фильтр ДОО-100

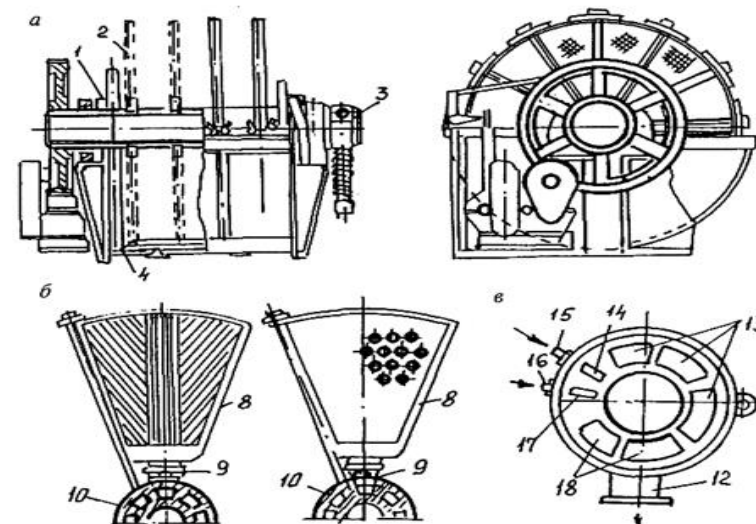


Рисунок 2 – Схема дискового вакуум-фильтра (а), фильтрующих секторов (б) и распределительной головки (в)

#### Выводы.

При исследовании состояния условий труда в гидрометаллургическом цехе АО «Алюминий Казахстана» изучена технологическая схема вакуум-фильтрации ДОО-100 на узле фильтрации красного шлама. Требуется разработка дополнительной конструкции к действующей вакуум-фильтрации ДОО-10, с целью улучшения условий труда работников гидрометаллургического цеха АО «Алюминий Казахстана».

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы (ГПИИР-2).
- 2 Ибрагимов А.Т. / Будон С.В. Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар, 2010.

## ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

СУЛЕЙМЕНОВА Ж. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, Павлодар

В современных экономических условиях для любой прогрессивно развивающейся компании проблема охраны окружающей среды и обеспечения профессиональной безопасности персонала приобретает первостепенное значение. При этом данное направление требует постоянного совершенствования и развития, основанных на системном подходе ко всему спектру решаемых задач в названной области. Это требует от компаний разработки и применения принципиально новых концептуальных подходов в области обеспечения защиты окружающей среды и техники безопасности, в т.ч. с учетом передового опыта и международной практики в данной сфере.

Металлургическое производство отличается высокой степенью загрязнения и запыления производственных помещений. Этот фактор оказывает негативное влияние не только на окружающую среду, но также и на здоровье персонала. Минимизировать вред, причиняемый окружающей среде и персоналу до величины, соответствующей сложившемуся на конкретном этапе научно-технического прогресса уровню развития техники, технологий и состоянию развития общества, возможно путем повышения эффективности системы аспирации и фильтрации воздуха, а также совершенствования средств измерения.

Значение электросварки в современном народном хозяйстве чрезвычайно велико. Она находит применение практически во всех основных отраслях народного хозяйства: машиностроении, судостроении, металлургии, космической и атомной промышленности, строительстве, энергетике и т.д. В то же время процесс дугового соединения металла сопровождается возникновением специфических неблагоприятных производственных факторов, оказывающих негативное влияние на организм сварщика и окружающую среду.

В процессе сварки выделяется значительное количество аэрозоля, состоящего в основном из оксидов железа, марганца, диоксида кремния и фтористых соединений, способный отравить работающего. Наибольшую опасность представляет мелкодисперсная пыль, которой в цехе до 90 %. Согласно ГН2.2.5.686-98 введена предельно допустимая концентрация вредных веществ. ПДК – максимальная концентрация которая не вызывает нарушений жизнедеятельности организма в

течение рабочего дня при многолетнем воздействии. концентрация оксидов азота может достигать от 3 до 26 ПДК (предельно-допустимая концентрация), хрома – от 3 до 10 ПДК, никеля – от 1 до 6 ПДК. Иногда высокой оказывается концентрация абразивной (от 2 до 30 ПДК) и асбестовой (от 2 до 8 ПДК) пыли [1, с. 37]. Установлено, что при ручной дуговой сварке основными неблагоприятными факторами является выделение марганец- и фторсодержащей пыли. Не всегда выдерживаются микроклиматические показатели (температура, относительная влажность, скорость перемещения воздуха), как правило, находятся в допустимых пределах в летнее время и ниже последних в зимнее время. Может иметь место несоответствие предельно допустимого уровня освещенности как на стационарных, так и нестационарных рабочих местах (в связи с экономией электроэнергии).

Инженерная защита окружающей среды является одним из направлений экологической безопасности, направленной на повышение качества жизни. Развитие инженерной защиты окружающей среды находится в направлении совершенствования основных технологий производства и минимизации их воздействия на окружающую среду, что потребует дальнейшего развития и повышения качества технических природоохранных методов и средств. Это, в свою очередь, ставит задачи углубления теоретических основ техники и технологии защиты окружающей среды.

Для очистки воздуха от вредных веществ, применяют организованный воздухообмен – вентиляцию. На металлургических заводах в основном применяют общеобменную вентиляцию, при которой вредные вещества разбавляют по ПДК чистым воздухом [2, с. 28]. Это применимо при равномерном распределении вредных веществ и людей по цеху. Вытяжные вентиляционные установки должны иметь пыле – и газоулавливающие фильтры для того, чтобы вредные вещества не выбрасывались в атмосферу и не загрязняли её.

В целях борьбы с загрязнениями заводы должны проводить следующие операции: Отходы металла должны собираться в контейнеры и отправляться на переплавку. Отходы масел, кислот, загрязненной воды, должны сбрасываться за пределы завода и как можно дальше от города. В каждом цехе завода должны быть установлены вентиляция и вытяжные трубы, через которые проходит вытяжка вредных газов и примесей. На участке сварки масса выделяющихся вредных веществ зависит от вида и режимов технологических процессов, свойств применяемых сварочных и свариваемых материалов.

Основной физической характеристикой примесей атмосферы являются концентрация-масса (мг) веществ в единице объема воздуха при нормальных условиях. Для каждого предприятия в промышленности устанавливается предельно-допустимый выброс вредных веществ от каждого источника не создающий предельно допустимую концентрацию, превышающую ПДК.

Охрана воздушного бассейна предусматривает мероприятия по обезвреживанию вредных для человека и окружающей среды веществ, выбрасываемых с отходящими газами: сооружение очистных установок в виде мокрых и сухих пылеуловителей, для химической и электрической очистки газов, а также для улавливания ценных веществ, утилизации отходов и др. Например, из отходящих продуктов сгорания производят сжиженный углекислый газ для сварочных и других целей [3, с. 85].

В настоящее время в странах СНГ и дальнего зарубежья наряду с местными отсосами разрабатываются и применяются коллективные средства защиты с локализацией вредностей в зоне образования, с последующим удалением последних за пределы производственных помещений.

До недавнего времени слабым местом коллективных средств защиты была их экологическая непроработанность - отсутствие очистки воздуха перед выбросом в атмосферу. В данное время разрабатываются фильтры, обеспечивающие очистку воздуха от твердой и газообразной составляющей сварочного аэрозоля [4, с. 41].

Пылеулавливающее оборудование подразделяется на аппараты сухой очистки, аппараты мокрой очистки, аппараты фильтрационной очистки, аппараты электро-фильтрационной очистки. Виды пылеулавливающего оборудования представлены на рисунке 1.

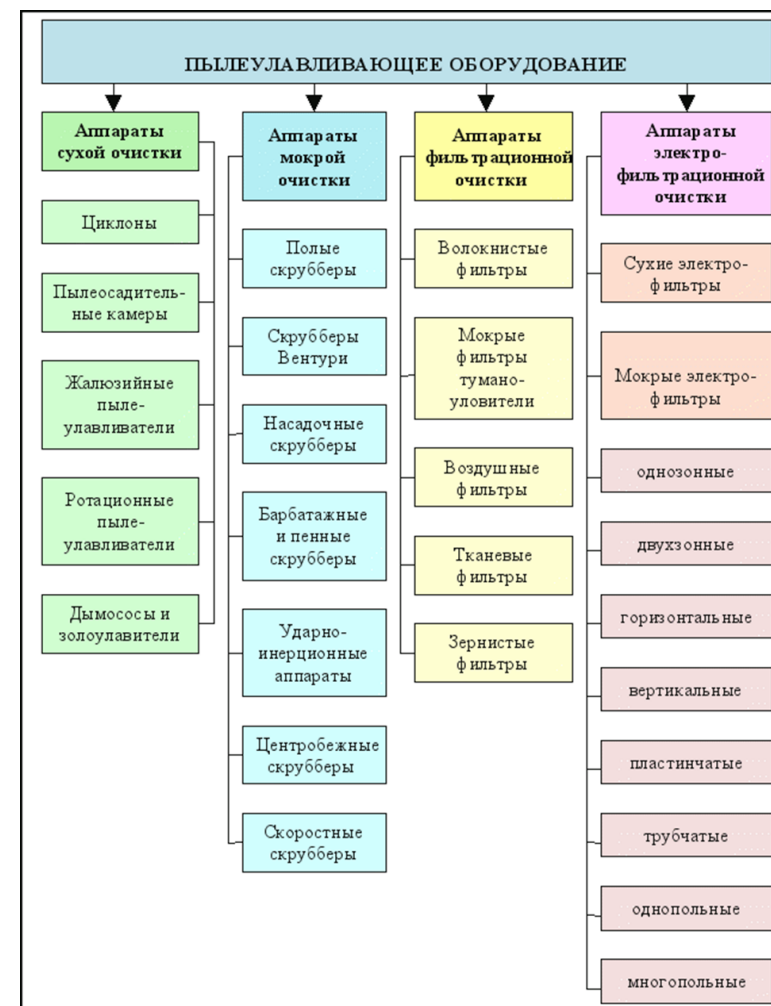
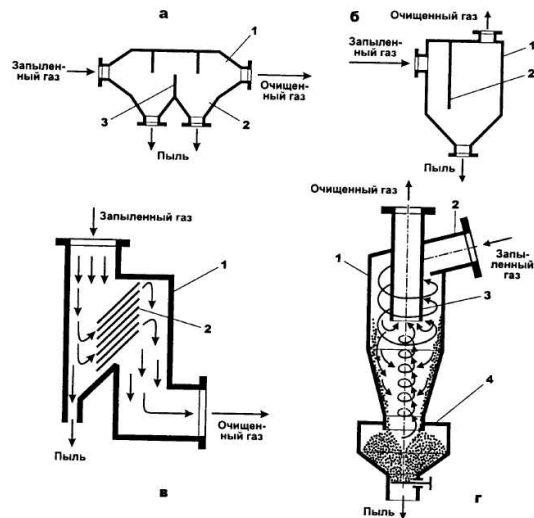
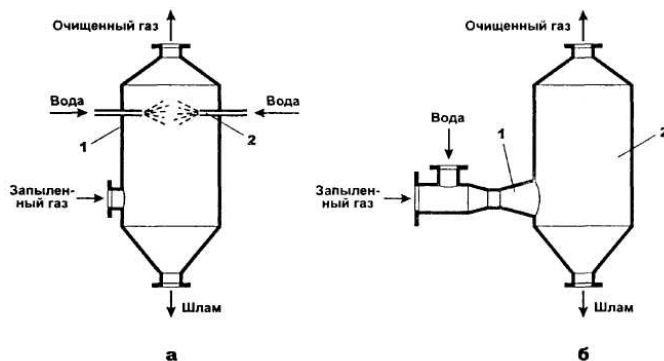


Рисунок 1 – Виды пылеулавливающего оборудования



а – пылеосадительная камера: 1 – корпус; 2 – бункер;  
3 – перегородка; б – инерционный пылеуловитель: 1 – корпус;  
2 – перегородка; в – жалюзийный пылеуловитель: 1 – корпус;  
2 – решетка; г – циклон: 1 – корпус; 2 – входной патрубок;  
3 – выходная труба; 4 – бункер

Рисунок 2 – Пылеулавливающие аппараты сухой очистки



а – полный форсуночный газопромыватель: 1 – корпус;  
2 – форсунки; б – скруббер Вентури: 1 – труба-распылитель;  
2 – циклон-пылеуловитель

Рисунок 3 – Пылеуловители мокрой очистки

Находят также своё применение на предприятиях металлургической промышленности передовые разработки различных НИИ и отдельных новаторов, направленные на совершенствование процесса сварки с целью снижения ее негативного влияния на организм операторов и окружающую среду. Например, установлено, что при дуговой сварке в смеси углекислого газа с кислородом увеличение вылета до 100 мм позволяет снизить содержание пыли на 30...35 % по сравнению со сваркой в  $\text{CO}_2$  с обычным вылетом при тех же режимах. [5, с. 96] Значительный интерес представляют рекомендации по сокращению выделения пыли путем управления переносом электродного металла. Рекомендуется также широкое применение механизированных способов сварки, применению механизации, автоматизации и роботизации сварки, более широкое применение сварки давлением, в частности, контактной сварки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды/ А.Н. Голицын. – М.: Оникс, 2007. – 336 с.
- 2 Аствацатуров, А.Е. Инженерная экология / А.Е. Аствацатуров. – Ростов н /Д.: Издательский центр ДГТУ, 2006. - 249 с.
- 3 Акимов Т.А. Экология. Природа - Человек – Техника. Учебник для ВУЗов / Т.А. Акимов, А.П. Кузьмин, В.В.Хаскин – М.: Юнити-дана, 2001. – 343 с.
- 4 Радионов, А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Радионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. - М.: Химия, 1989. – 512 с.
- 5 Кобзарь, И.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / И.Г. Кобзарь, В.В. Козлова. - Ульяновск.: УлГТУ, 2007. – 68 с.

#### МЕТИЛ – ТРЕТ – БУТИЛ ЭФИРІ ӨНДІРІСІНДЕ ЖАРЫЛҒЫШ ЖӘНЕ УЛЫ ЗАТТАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУ МҮМКІНДІКТЕРІ

ТУЛЕУБАЕВ Б. А.

а./ш.ғ.к., профессор, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

СЫЗДЫКОВА А. Б.

магистрант, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.

Метил трет-бутил эфирі бензиннің октан санын көбейту үшін ең жақсы қоспа болып табылады. Бұл бүкіл әлемдегі бірегей қауіпті және өте зиянды қорғасынды (қорғасын әсерінің ең маңызды зардаптарының бірі – балалардағы нейробиологиялық дамудың кешігуі, олардың оқуға қабілеттілігінің төмендеуі) алмастырушы болып табылады [1, 277 б.].

МТБЭ өндірістік желісіндегі қоршаған ортаны қорғау маңызды мәселелердің бірі болып отыр. Өндірісте өрт қауіпсіздігі ережелері мен сақтық шараларын орындамау апаттық жағдайларға әкеледі. Қоршаған ортаны метил-трет-бутил эфирінің зиянды әсерінен қорғаудың негізгі құралы - бұл метил-трет-бутил эфирін, герметикалық жабдықтарды және құбырларды өндіру, тасымалдау және пайдалану кезінде технологиялық процестер мен операцияларды пайдалану, метил-трет-бутил эфирін атмосферада және сарқынды суға ағызу жағдайларын жою.

Өндірістік процестің бұзылу жағдайы туындағанда бұл факторлар жұмысшылардың денсаулықтарына әсер етеді, сондықтан технологияның дұрыс енгізілуі мен жұмысшыларды қорғау шараларына ерекше мән бөлінуі керек. Өнеркәсіп салаларында, тұрмыстық-коммуналдық және өндірістің индустриялық түрлерінде химиялық қауіп түрлерінің небір пішіндері кездесіп жатады. Олардың кейбірі аса ауыр жағдайларға ұшырап, арты қайғылы уақиғамен ұштасып жататындығы, әрине өкінішті. Мысалға, өткен жылдың басында (2016 жылдың қаңтар айында) Павлодар қаласындағы «Нефтехим» ЛТД кәсіпорнында болған апаттың салдары, барша жұртшылықты жан түршігерлік жағдайға жеткізді.

Кесте 1 – Технологиялық үрдіс кезінде пайда болатын заттардың жарылғыштығы мен улылығы

Атауы	Қауіпсіздік классы	Жарылғыш заттардың улылық қасиеттері				ШМК	Адам организміне әсер етуі
		Жарылу шегі		Температура, 0С			
		Жоғарғы	Төменгі	Қайнау	Өздігінен жану		
Метанол	2	36	6,7	65	455	5	Токсикалы
И-бутан	4	8,4	1,81	6,2	405	100	Қайыптілігі аз
Н-бутан	4	8,5	1,5	0,5	462	300	Қайыптілігі аз
Бутен-1	4	10,0	1,6	6,25	384	150	Қайыптілігі аз
И-бутен	4	9,6	1,8	6,9	465	150	Қайыптілігі аз
Бутен-2цис	4	9,7	1,7	3,72	324	150	Қайыптілігі аз
Бутен-2транс	4	9,7	1,7	0,88	324	150	Қайыптілігі аз
МТБЭ	4	10	1,4	55,2	443	100	Токсикалық

Жұмысшы технологиялық тәртіп пен технологиялық процестің дұрыс жүргізілуін қатаң атқару керек. Жіберу алдында түгел құбырлар мен қондырғыларды герметикалығына тексеру тиіс. Сынақты өткізгеннен кейін ғана шикізатты жіберіп өндірісті бастауға болады.

Жіберу кезінде ағулар байқалса, онда жіберуді тоқтатып, ағуларды жою қажет. Кәсіпорын территориясында жарылғыш концентрациясына дейін газ анализаторлары орнатылған.

Әрбір тоқтау сайын оларды тексеру және дәлдеу қажет. Жұмыс кезінде апаттық жағдайлардың алдын алу үшін бақылау-өлшегіш құрылғыларды, индикаторларды сезгіштігіне тексеріп отыру керек. Сонымен бірге құбырлар мен қондырғыларды бұза алатын статикалық электр тоғының найзағай соғудың, электрлік магниттік толқындардың электр разрядының жиналуын болдырмау үшін жерге қосу жұмысы қалыпты болу керек. Сонымен қатар түгел электр қондырғылар жерге қосу аймағына қосылып тұрулары қажет. Жерге қосу үшін электр дөнекерлеу жұмыстарын жүргізу кезінде құбырларды қолдануға тиым салынады.

Қысым астында тұрған қондырғыларға, құбырларға және арматураларға жөндеу жұмыстарын жүргізуге тиым салынады. Егер ашық отты қолданумен байланысты жұмыстарды жүргізу керек болса, онда қажет қағаздарды ресімдеу, өнімді шығарып, жуып, үрлеу керек.

«Нефтехим ЛТД» ЖШС-ның басты мақсаты - еңбекті адамның бірінші кезектегі өмірлік қажеттілігіне айналдыру. Ал тиімді еңбек ету үшін еңбекшілерге қажетті жағдай жасау, олардың денсаулығын сақтау, еңбек жағдайының қауіпсіздігін қамтамасыз ету, кәсіби сырқатты және өндірісте зақымдануды болдырмау қажет [2, 352 б.].

Еңбек қорғауға оқыту екі түрде жүргізіледі: нұсқама беру және курстық оқыту. Еңбек қорғауға нұсқама беру жұмыстарына:

- кіріспе;
- жұмыс орнындағы алғашқы
- мерзімді (қайталама);
- жоспардан тыс;
- мақсатты.

Курстық оқыту барлық санаттағы жұмысшы-қызметкерлермен өткізіледі. Оны тыңдағандарға қуәлік беріледі, оқу, негізінен, жұмыс басында жүргізіледі.

Курстың оқыту төрт бөлімнен тұрады:

- жұмыстың қауіпсіз жүргізілетін жолдарын көрсету, оған жасалатын бақылауды ескерту;
- тыңдаушылардың түсінбеген сұрақтарына жауап беру;
- тыңдаушылардың білімін тексеру;
- нұсқаулар мен курста оқытуды тіркеп, есепке алу.

Кәсіпорын аймағында өрт сөндіру құралдары болуы тиіс. Жұмысшылар олардың тұрған орнын біліп, олармен қолдануды білулері



қажет. Оларды тағайындауы бойынша емес қолдануға тиым салынған. Өрқашан жиынтықты тексеріп, керек болса ауыстырылады.

Сорғыш-компрессорлы қондырғыларды іске қосу алдында жинақталған электрлік сызбасы бойынша валды қолмен айналдырылады. Электр жүйесімен байланысты ақауларды тәжірибиесіз жұмысшыларға жоюға болмайды, ол үшін электрлік шақырылады.

Қондырғының жануы кезінде электр көзінен айырып, көмірқышқылды өрт сөндіргішпен сөндіруге кірісуі тиіс. Қондырғыларды көпіршікті өрт сөндіргішпен сөндіруге рұқсат етілмейді [3, 237 б.].

Катализаторлар мен активаторлар азоттың қорғанысы астында сақталу керек. Өрт пайда болған кезде ұнтақты өрт сөндіргішті қолдану қажет. Сумен және бұмен сөндіруге болмайды. Каналдарда ТЖС және ТЖГ-ның жиналуына жол бермеу керек. кәсіпорын аумағында ашық от пайдалануға болмайды. Жұмыс кезінде жұмысшыға рұқсат етілмейді:

- алкоголь және басқа да наркотикалық өнімдерді қолдануға;
- жұмыс жерінен кету және басқа жұмысшыға өз жұмысын беру;
- басқа қондырғыда жұмысын жүргізу.

Катализаторды берген кезде адамның терісіне әсер етуінің алдын алу үшін қолғаптар кию керек. Активаторды төккен кезде арнайы костюм кию қажет. Активатор теріге тиген кезде сумен шайып, медициналық көмекке жүгіну қажет. Активатор жанған кезде адамға улағыш болып келетін түтін бөлінеді. Егер адам активатордың жанғанды шыққан түтінін иіскеген болса, бүйректі текеруден өтуі тиіс. Кәсіпорын аймағында әрбір жұмысшыда жеке газтұмылдырғышы болу керек.

Өндіріс алаңында қызметкерлерге тегін арнайы киімдер, арнайы аяқкиімдер және қорғану құралдары беріледі.

Арнайы киімдер – суықтан, ылғалдан, шаңнан, майдан, ұшқыннан, судан қорғану үшін беріледі. Салалық киімдер – әрбір министрліктің өз жұмысшыларына арнап тіктірген формалы киімдер. Технологиялық киімдер – жоғары дәлдікте жұмыс жасайтын өндірістің жұмысшыларына берілетін киімдер. Өндірістік киімдер – костюмдер, күртешелер, шалбарлар, комбинезондар, жартылай комбинезондар, плащтар, халаттар, алажапқыштар, бас киімдер, жартылай пальтолар, жеңдер, иық жапқыштар [4, 145 б.].

Арнайы киімдер мен арнайы аяқ киімдер жеңіл, жұмсақ және иілгіш материалдардан жасалады. Олар қан айналымына, тыныс алуға, ас қорытуға, қозғалуға кедергі келтірмейтін, киіп-шешуге ыңғайлы, климат жағдайы мен жыл мезгіліне сәйкес келетін, жел мен ылғалдан қорғайтын болуы тиіс. Қолды суықтан, механикалық зақымданудан,

күйіктен қорғауға брезент қолғаптар, арнайы ерітінділерді сіңірген шұға қолғаптар пайдаланылады. Арнайы аяқ киімдерге шаңнан, батпақтан, зақымданудан сақтайтын былғары немесе брезент бөтенкелер жатады. Аяқты ылғалдан қорғауға резеңке етіктер, қысmezгілінде байпақтар немесе былғары қыздырылатын аяқ киімдер пайдаланылады.

Жалпы қорғау жабдықтарына түрлі қоршаулар, блокировкалар, шектегіштер, қорғағыштар, тежегіштер, қашықтан басқару құрылғылары жатады. Жеке қорғану құралдарына тыныс алу мүшелерін, қолды, басты, көзді, бетті, құлақты қорғайтын құралдар және белдіктер, сондай-ақ кремдер мен пасталар, майлар жатады.

Майда ұшқындардың көзді зақымдауынан сақтау үшін түссіз өйнек салынған ашық көзілдіріктерді, ал ірі ұшқындардан қорғау үшін жабық көзілдіріктерді пайдаланады. Кейде көзді ірі жарқыншақтардан сақтау үшін өйнектің орнына тесіктері 0,6-0,8 мм металл торларды пайдаланады. Көзді жарқыраған жарықтан және зиянды сәулеленуден қорғау үшін жарық сүзгілі көзөйнек қолданады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Генкин Н. С. Оборудование химических предприятий / Н. С. Генкин. – М.: Машиностроение, 1991. – 277 б.

2 Криворот О. А. Конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности / О. А. Криворот. – М.: Машиностроение, 1976. – 352 б.

3 Пряников В.И. Справочник по охране труда и технике безопасности в химической промышленности / В. И. Пряников. – М.: Химия, 1971. – 237 б.

4 Охрана труда в химической промышленности/Под ред. Макарова Г. В. – М.: Химия, 2009, 145 б.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА

ТУЛЕУБАЕВ Б. А.  
к.с./х.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
БАЛТАБАЕВА Д. К.  
магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Анализ пожаровзрывоопасных свойств веществ, обращающихся в производстве

Полипропилен –  $\text{CH}_2 - \text{CH} -$  горючий белый порошок.



Плотность 900-910 кг/м<sup>3</sup>; тплavl. – 165 °C;  $t_{\text{сгор.}}$  – 44000 кДж/кг. Дисперсность образца 160 мкм,  $t_{\text{воспл.}}$  – аэрогеля 325-343 °C;  $t_{\text{самовоспл.}}$  аэрогеля 325-388 °C; нижн. конц. предел распр. плотность 40 г/м<sup>3</sup>; максимальное давление взрыва 590 кПа; скорость нарастания давления 39 МПа/с; минимальная энергия зажигания 3,4 мДж; КИ 17,5 % (об.); МВСК 9,5 % (об.) [1, с. 435]

Полипропилен получают полимеризацией пропилена в присутствии металлокомплексных катализаторов например, катализатор Циглера Натта (например, смесь  $\text{TiCl}_4$  и  $\text{AlR}_3$ ).  $n(\text{CH}_2)=\text{CH}_3$  [-  $\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)$  -]<sub>n</sub>

Параметры, необходимые для получения полипропилена близки к тем, при которых получают полиэтилен низкого давления. При этом, в зависимости от конкретного катализатора, может получаться любой тип полимера или их смесей.

Полипропилен выпускается в виде порошка белого цвета или гранул с насыпной плотностью 0,4-0,5 г/см<sup>3</sup>. Выпускается стабилизированным окрашенным и неокрашенным.

Физико-механические свойства в отличие от полиэтилена, полипропилен менее плотный (что является наименьшим значением вообще для всех пластмасс), более твердый, более термостойкий. Обладает высокой чувствительностью к свету и кислороду.

Пропилен, пропен  $\text{C}_3\text{H}_6$ ; горючий бесцветный газ; молярная масса 42,080 кг · кмоль<sup>-1</sup>; плотность газа по воздуху 1,45; температура кипения – 47,7 °C –; температура самовоспламенения +455 °C; константы уравнения Антуана  $A=5,94852$ ;  $B=786,532$ ;  $CA=247,243$ ; температурный интервал значений констант уравнения Антуана, °C (-107,3 ÷ -47,1); концентрационные пределы распространения пламени, 2,4-11 % (об.); теплота сгорания 45604, кДж · кг<sup>-1</sup>; максимальное

давление взрыва 648 кПа. Тушащие средства распыленная вода, пена, порошок [2, с. 255].

Триэтилалюминий – бесцветная прозрачная легкоподвижная жидкость, уд.вес 0,84 г/см<sup>3</sup>, температура кипения 194 °C. Температура самовоспламенения триэтилалюминия во влажном воздухе – 57 °C, в сухом – 68 °C. Нижний концентрационный предел воспламенения триэтилалюминия 0,3 % (по объему). Концентрированные растворы катализаторов (от 40 % и выше) на воздухе также самовоспламеняются. При попадании воды в 40%-ный раствор катализаторов происходит взрыв с последующим горением. Взрывом сопровождаются также контакты крепких растворов катализаторов с кислотами, спиртами, четыреххлористым углеродом. Попадание воды в слабые растворы вызывают их разогрев. Аллюминийорганические катализаторы являются ядовитыми веществами. Даже слабые растворы катализаторов при попадании на кожу вызывают тяжелые ожоги. Тушащие средства: распыленная вода, пена, порошок.

Оценка возможности образования горючей среды при выходе веществ наружу из технологического оборудования. Все аппараты, находящиеся под защитой азота, оборудуются дыхательными клапанами, за счет чего в аппаратах поддерживается постоянное избыточное давление азота до 0,04 атм. Перед выбросом в атмосферу азот необходимо очищать от паров жидкостей, для этой цели его пропускают через конденсатор-холодильник.

Пожарная опасность возникает только при нарушении установленного давления, повышении температурного режима, появлении неплотностей и повреждений, а также в периоды пуска и остановки технологического оборудования, т. е. когда внутрь аппаратов может попадать воздух или когда жидкости и их пары будут выходить наружу [3].

При эксплуатации закрытых аппаратов и емкостей, находящихся под давлением, даже при их исправном состоянии всегда происходят небольшие утечки горючих веществ через прокладки, швы, разъемные соединения и другие места. В данном технологическом процессе к таким аппаратам относится полимеризатор. Это объясняется тем, что даже при самой тщательной обработке прилегающих друг к другу поверхностей нельзя создать абсолютную проницаемость. При соприкосновении двух поверхностей из-за незначительных выпуклостей образуется большое количество капиллярных каналов, по которым будет происходить истечение газов и жидкостей. Величина утечки будет зависеть главным

образом от режима работы аппарата и состояния уплотнений. Подсчет таких потерь весьма затруднителен.

Утечки из нормально герметизированных аппаратов, работающих под давлением, происходят хотя и непрерывно, но обычно не вызывают реальной пожарной опасности, так как выходящие наружу маленькие струйки газа или пара чаще всего рассредоточены по поверхности аппарата и при наличии воздухообмена сразу же рассеиваются и отводятся от места их выделения [4].

Возможные причины и условия самопроизвольного возникновения горения и зажигания горючих смесей. Специфическими источниками воспламенения при полимеризации полипропилена могут быть случаи самовозгорания суспензии, разряды статического электричества, неисправности и несоответствие электропривода к мешалкам смесителей и промежуточных емкостей.

Самовозгорание суспензии может произойти в тех случаях, если мельчайшие частички полимера с находящимся на их поверхности адсорбированным катализатором будут иметь возможность испарять растворитель, т. е. подсыхать в воздушной среде. При испарении растворителя концентрация катализатора в массе будет увеличиваться, так как он обладает меньшей испаряемостью (температура кипения растворителя равна 85 °С), и, кроме того, значительная его часть адсорбирована поверхностью частичек полимера. Когда концентрация катализатора по отношению к растворителю будет около 40 %, температура самовоспламенения смеси окажется равной 18–20 °С, и в этот период произойдет загорание массы. Такие условия могут создаться при небольших утечках, когда частички полимера, проходя через теплоизоляцию, будут отфильтровываться, при остановке аппаратов на чистку, когда имеются отложения полимеров на стенках, а также при авариях и серьезных повреждениях, когда происходит выброс суспензии и ее распыление в воздухе [5].

Также источником воспламенения может быть тепловое проявление электрической энергии. Источники воспламенения от теплового проявления электрической энергии могут возникнуть при несоответствии электрооборудования (электродвигателей, силовых электрических сетей) характеру воздействующей на него среды; в случае несоблюдения правил устройства и эксплуатации электрооборудования; при неисправностях и повреждениях, вызываемых механическими причинами, а также действием химически активных веществ, влаги и т.п. Тепловое действие электрического тока может проявиться в виде электрических искр и дуг, чрезмерного перегрева двигателей,

контактов, отдельных участков электрических сетей и электрического оборудования, а также аппаратов при перегрузках и больших переходных сопротивлениях, в виде перегрева в результате теплового проявления токов индукции и самоиндукции, при искровых разрядах статического и атмосферного электричества, в результате нагревания вещества и материалов от диэлектрических потерь энергии [6].

Перегрузка электрических сетей и машин вызывается увеличением механической нагрузки на электродвигатели, а также подключением к электрическим сетям дополнительных токоприемников, на которые сети не рассчитаны. Увеличение силы тока в сетях и машинах приводит к выделению большого количества тепла, воспламенений изоляции. Опасные последствия перегрузки наблюдаются при неправильно выбранной или неисправной защите сетей плавкими вставками или автоматами.

Переходные сопротивления возникают чаще всего в местах, где провода и кабели некачественно присоединяются к машинам и аппаратам или токопроводящие жилы соединяются друг с другом холодной скруткой, а также в местах плохого контакта. В местах переходных сопротивлений выделяется значительное количество тепла. От нагрева мест переходных сопротивлений могут загореться электроизоляция, а также рядом находящиеся горючие вещества.

Индукционное и электромагнитное воздействие атмосферного электричества способствует появлению значительных электрических потенциалов на производственном оборудовании, трубопроводах, строительных конструкциях. Отсутствие или неисправность систем заземления аппаратов и конструкций, могут привести к образованию опасных искровых разрядов [7].

Вывод: процесс производства полипропилена с использованием в качестве катализатора слабого раствора триэтилалюминия является взрывоопасным производством. Все происходящие процессы в установке происходят под избыточным давлением при различных температурах. В работе дан анализ пожаровзрывоопасности аппаратов производства. Анализом установлено, что в аппаратах технологического процесса при нормальной работе их эксплуатации – взрывоопасные концентрации образоваться не могут. Взрывоопасные концентрации могут возникнуть только при авариях и при неисправностях технологического оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА:

- 1 Багатуров С. А. Теория и расчет перегонки и ректификации. – М.: Гостоптехиздат, 1961 – 435 с.
- 2 Сарданашвили А. Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1980 – 255 с.
- 3 Алексеев М.В., Волков О.М, Шатров Н.Ф. Пожарная профилактика технологических процессов производств. М.: ВИПТШ МВД СССР, 1986.
- 4 ПБТП. Методические указания к выполнению курсового проекта. Ури ГПС МЧС России, Екатеринбург 2007.
- 5 Горячев С.А., Клубань В.С. Задачник по курсу «Пожарная профилактика технологических процессов производств». М.: ВИПТШ МВД СССР, 1983.
- 6 ГОСТ 12.1.004 – 91\* Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1991. [Электронный ресурс] – Сборник НСИС ПБ № 2(26) 2006
- 7 ГОСТ 12.3.047 – 98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [Электронный ресурс] - Сборник НСИС ПБ № 2(26) 2006.

### ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА И ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА ПЕРСОНАЛА

ТУЛЕУБАЕВ Б. А.

к. с/х. н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НЕСИПБАЕВА Ж. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Технологический процесс замедленного коксования тяжелых остатков нефти идет при высоких температурах с переработкой в больших количествах легко воспламеняющихся, горючих жидкостей, взрывоопасных газов и нефтяного кокса, поэтому вся установка относится к категории пожаро и взрывоопасных.

Санитарно-гигиеническая характеристика производственного процесса на установке определяется применением и получением на ней веществ наркотического действия (углеводороды C1-C5, бензин), а также наличием сероводорода, являющегося сильным ядом, и кокса.

По взрывоопасности технологического процесса производство нефтяного кокса в необогреваемых камерах относится к категории

«А» (СНиП 2.09.02-85), а по санитарной характеристике – к группе Пд, ППа, ППб (СНиП 2.09.04-87).

Основными моментами, определяющими опасность на установке являются [1, с. 80]:

Токсичность и взрывоопасность продуктов, получаемых на установке (газ, головка стабилизации, бензин с температурой вспышки ниже 28 °С). Наличие н/продуктов с температурой выше температуры самовоспламенения.

Наличие коксовых камер, работающих при высоких температурах (450-500 °С).

Наличие огневых нагревательных печей.

Наличие в процессе высоких температур (до 515 °С) и давлений (до 46 кгс/см<sup>2</sup>).

Образование статического электричества при движении газов и жидкостей по трубопроводам и в аппаратах, движении конвейерных лент.

Гидрорезка кокса водой с давлением до 190 кгс/см<sup>2</sup>.

Наличие насосов, перекачивающих головку стабилизации, бензин, легкий и тяжелый газойль.

Возможность получения ожогов и травм при снятии нижней и верхней крышек коксовых камер.

Применение движущихся механизмов для рассева и транспортировки кокса (запыление установки в местах рассева кокса на фракции, шум и вибрация).

Наиболее опасными в токсикологическом и пожарном отношении являются следующие узлы установки:

блок колонн

блок реакторов

насосные

компрессорная.

Наличие радиоактивных источников во всех приборах контроля уровня продукта в коксовых камерах Р-1-4.

Индивидуальные средства защиты. Обслуживающий персонал установки обеспечивается спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной.

Для обслуживающего персонала, находящегося в зоне высокого уровня шума при обслуживании оборудования, рекомендуются защитные наушники типа ВЦНИИОТ-2М по ТУ 400-2 или защитные фибровые каски с противозумными наушниками ВЦНИИОТ-2 по ТУ 60-02-67.

Для защиты от практически несорбирующихся веществ (например, метана, этана, бутана, этилена и др.), содержащихся в воздухе производственных помещений, и при высоких концентрациях этих веществ в атмосферном воздухе, а также при недостатке кислорода должны применяться только изолирующие средства защиты органов дыхания. Для защиты от пыли необходимо пользоваться противопыльными респираторами.

Защита от статического электричества. Для предотвращения возникновения опасных потенциалов, образующихся вследствие перемещения взрывоопасных жидкостей (диэлектриков) внутри аппаратов и трубопроводов, а также в результате прямых ударов и вторичных проявлений молнии, все аппараты (в необходимых случаях) и взрывоопасные помещения имеют соответственно защиту от статического электричества и защиту от прямых ударов и вторичных проявлений молний. Все устройства защиты присоединены к специальным контурам заземления.

Способы и необходимые средства пожаротушения. Для обеспечения противопожарной защиты установки предусмотрено следующее [2, с. 175]:

- а) наружная паровая завеса печей;
- б) внутреннее пожаротушение в камерах сгорания печей;
- в) по блоку коксовых камер стояки сухотрубы с вентилями и штуцерами для присоединения шланга на отметках 2, 8, 10, 14, 17, 21, 30, 32, 38, 42, 45 метров;
- г) паровая завеса у нижней горловины коксовой камеры;
- д) кольца орошения на колоннах К-1, К-2, К-3, К-4, К-5;
- е) по колонне К-1, на этажерке и на других блоках предусмотрены паровые стояки с кранами и штуцерами;
- ж) лафетные стволы – всего 11 шт.;
- з) в горячей насосной-полустационарная система пенотушения пожара;
- к) в холодной насосной, в маслохозяйстве компрессорной-стационарная автоматическая система пенотушения пожара;
- л) предусмотрена сеть противопожарного водопровода;
- м) предусмотрены первичные средства пожаротушения (углекислотные и пенные огнетушители, войлок, кошма, ящики с песком, лопаты).

Предусмотрены автоматические и ручные извещатели о пожаре.

Во всех основных производственных помещениях (холодная насосная, компрессорная, насосная МЭА, воды и присадок)

предусмотрена приточновытяжная вентиляция с механическим или естественным побуждением. А также аварийная вентиляция, которая включается автоматически при загазованности в помещении.

В операторной, комплектной трансформаторной подстанции (КТП), компрессорной, насосных, венткамерах предусмотрено воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией. Количество подаваемого воздуха в эти помещения принято из расчета создания гарантированного подпора в соответствии со СНиП П-33-75.

Воздухозабор осуществляется с высоты не менее 15м от земли, а для операторной, водяной насосной, насосной гидрорезки, КТП, приточной венткамеры (ПВК), насосной пенотушения с высоты 20м.

Выброс загрязненного воздуха осуществляется выше конька крыши на 1 м, а в холодной насосной – выше площадок наружной этажерки на 3 м. В складе кокса, пересыпке и в дробильном отделении воздух от пыли очищается в циклонах и фильтрах. Предусмотрен отсос из горловин коксовых камер во время открытия люков.

Во взрывоопасных помещениях и наружных взрывоопасных установках принято электрооборудование во взрывозащищенном исполнении для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей.

Для защиты обслуживающего персонала от попадания под опасное для жизни напряжение во всех производственных помещениях и наружных установках, где устанавливается электрооборудование, предусмотрена система защитного заземления. Для предотвращения возникновения опасных потенциалов, образующихся в результате перемещения взрывоопасных продуктов внутри аппаратов и трубопроводов, а также в результате прямых ударов и вторичных проявлений молнии, все аппараты (в необходимых случаях) взрывоопасные помещения имеют соответственно защиту от статического электричества и защиту от прямых ударов и вторичных проявлений молнии. Все устройства защиты присоединены к специальным контурам заземления.

В распределительных устройствах предусмотрены комплекты специальных приспособлений (шальштанги, диэлектрические коврики и перчатки, огнетушители, ящики с песком). Насосы, установленные под этажерки, аппараты воздушного охлаждения, насосы, перекачивающие горючую жидкость с температурой выше температуры самовоспламенения, отключаются из операторной. Выполнено светоограждение высотных сооружений высотой более 50 м. Освещенность рабочих мест в помещениях и наружных установок выполнена в соответствии с СН-245-71.

В насосной гидрорезки и в компрессорной, где организовано постоянное рабочее место, предусмотрена звукоизолирующая кабина для дистанционного управления и наблюдения за работой насосов и компрессоров, при работе которых уровень шума превышает допустимую норму.

Все аппараты с высокой температурой изолируются, что предотвращает ожоги. Толщина изоляционного слоя обеспечивает температуру на поверхности изоляции для объектов, находящихся на открытом воздухе, не более 60 °С.

По транспорту и складу кокса предусмотрены следующие мероприятия:

Для исключения запыления окружающей среды при транспортировке, рассеиве и дроблении кокса, на блоке смонтирована аспирационная система с отсосом пыли, что улучшает санитарные условия окружающей среды.

Основные линии ленточных конвейеров расположены в крытых галереях. Все вращающиеся детали закрыты кожухами или имеют ограждения.

Уровень механизации, предусмотренный на установке, исключает ручной труд и создает безопасные условия труда на установке в период выгрузки кокса из камер и транспортировки его на складах.

Установка обеспечена следующими видами связи сигнализации:

Административно-хозяйственная связь с АТС завода, связь главного диспетчера, связь диспетчера производства, связь диспетчера электроснабжения, электрочасовика, пожарная сигнализация, внутренняя оперативная связь оператора с рабочими местами установки, громкоговорящая связь, радиофикация.

Здания установки запроектированы II степени огнестойкости. Предел огнестойкости несущих конструкций этажей и зданий принят не менее 2 часов. Для эвакуации работников установки из помещения предусмотрено не менее двух выходов наружу. Для наружных этажей лестницы запроектированы с таким расчетом, чтобы от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода было не более 25 м.

Выводы: Все эти мероприятия обеспечивают надежную работу установки и защитных мер персонала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гимаев Р. М. Нефтяной кокс / Р. М. Гимаев, И. Р. Кузеев, Ю. М. Абызгильдин. – М.: Химия, 1992. – 80 с.

2 Бендерев Д. И. Процесс замедленного коксования в необогреваемых камерах / Д. И. Бендерев, Н. Т. Походенко, Б. И. Брондз. – М.: Химия, 1976. – 175 с.

#### АКТУАЛЬНОСТЬ И ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

ФЕДОТОВ В. А.

д.ф.н., профессор, ЧГУ имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, РФ

КУДИЯРБЕКОВА Г. К.

м.п.н., ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар, РК

ДУБИНЕЦ Н. А.

м.т.н., ст. преподаватель, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар, РК

Современные экологические проблемы имеют ярко выраженную тенденцию к своему дальнейшему обострению. Особую тревогу вызывает тот факт, что сегодня нет убедительных признаков улучшения экологической обстановки в ближайшем будущем. Предотвращение современных экологических кризисов не может ограничиваться принятием мер экономического или научно-технического содержания.

Подготовка выпускников инженерных специальностей, которые планируют работать в сфере безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, возможна при обучении такой специализации или направлении внутри инженерной специальности. Содержание специальных дисциплин, рассматривающие технологические процессы производств, свойства природных систем, правовые вопросы должны быть строго и четко ориентированы на данную сферу деятельности. Для формирования экологической культуры и экологического мировоззрения необходима система непрерывного экологического образования и просвещения населения. Формирование у подрастающего поколения ответственного отношения к природе – сложный и длительный процесс. Его результатом должно быть не только овладение определенными знаниями и умениями, развитие эмоциональной отзывчивости, умение и желание активно защищать, улучшать, облагораживать природную среду.

Ученые многих стран мира утверждают, что человечество движется к экологической катастрофе. И действительно, опасность приближающегося экологического кризиса не преувеличена. За последние десятилетия проблемы загрязнения окружающей среды приняли глобальный характер. Бурный научно-технический прогресс,

потребительское, безнравственное отношение к природным богатствам и нерациональное их использование, экологическая безграмотность (хочется это подчеркнуть в особенности) привели к сильному загрязнению всех природных сред. Сегодня экологические проблемы стали актуальнее, чем проблемы сохранения мира на планете. Для решения экологических проблем ученые выделяют несколько задач. Одна из них – это воспитание экологической культуры молодежи с целью предотвращения повторения сложившейся ситуации.

Высокая значимость экологического образования подчёркивается многими международными организациями. Так, ООН, ЮНЕСКО и ЮНЕП не только подчёркивают значимость проблемы экологического образования, образования в области окружающей среды, но и рекомендуют решение этой проблемы всем государствам-участникам международного сообщества для приоритетной разработки.

Экологическая безграмотность – одна из главнейших причин экологического бедствия и разрушения окружающей природной среды. На всех стадиях развития человеческого общества функционирует негативная социально-экологическая закономерность: чем ниже уровень экологической грамотности и выше иерархическая ступень компетентности чиновника, тем сильнее разрушающее воздействие на природную среду любого руководящего решения. Не случайно в экологических программах всемирных главной задачей, на решение которой должны расходоваться природоохранные инвестиции, поставлена ликвидация дефицита экологических знаний человека. Экологическое воспитание в настоящее время является одним из важнейших факторов преодоления экологических проблем.

Предшественниками экологического образования были Ж. Ж. Руссо, А. Гумбольдт, Э. Геккель, К. Д. Ушинский и др. однако фундамент современного экологического образования заложил Патрик Геддес. Профессор ботаники из Шотландии. Его называют «отцом экологического воспитания». Он был первым, кто отметил в мировой научной литературе жизненно важную, фундаментальную взаимосвязь между качеством окружающей среды и качеством образования поколений. Он высказал ряд интересных идей о целях и задачах экологического образования, предложил ряд инновационных методов и технологий обучения детей в природе и посредством природы, активно отстаивал идею развития ученика как целостной личности.

С момента своего возникновения экологическое воспитание получило всеобщее признание. Его ускоренному развитию способствовала не только постоянно растущая обеспокоенность

мирового сообщества за состояние природной среды, но и мощная поддержка со стороны международных организаций.

Начало реального международного сотрудничества в области охраны природы относится к первым послевоенным годам. В 1948 году был образован Международный союз защиты природы при поддержке ООН и ЮНЕСКО. Именно с этого момента экологическое образование начинает приобретать конкретные формы и соответствующее содержание.

В 1968 году ООН и ЮНЕСКО провели первую международную конференцию по проблемам биосферы, в материалах которой отмечалась чрезвычайная актуальность экологического образования, раскрывались цели и задачи этого вида образования. Эта конференция фактически положила начало международному сотрудничеству в области экологического образования учащейся молодёжи. В 1970 году ООН и ЮНЕСКО провели в Неваде Международное совещание. Это совещание определило экологическое образование как процесс распознавания ценностей природы, формирования знаний, умений, отношений, требующихся для понимания и оценки взаимосвязи человека с его культурной и биофизической средой.

К наиболее значимым Международным конференциям, фактически заложившим основы экологического образования, относятся: Стокгольмская конференция 1972 года, Белградская конференция 1975 года.

Важнейшим документом Белградской конференции является «Белградская хартия». Это был глобальный план действий в области охраны природы и формирования ответственного отношения человека и общества к природной среде.

В 1980 году прошла Всесоюзная конференция «Проблемы экологического образования и воспитания в средней школе». Особым вкладом дано конференции было обоснование экологического образования как нового направления в деятельности советских общеобразовательных школ.

Образование в области охраны окружающей среды (Environmental Education), согласно ЮНЕСКО должно:

- рассматривать окружающую среду, охватывая все её стороны: природную, антропогенную, экологическую, политическую, экономическую, социальную, юридическую, культурную, эстетическую;
- основываться на междисциплинарном подходе;
- рассматривать экологические проблемы в глобальном масштабе, учитывая региональную и местную специфику;

– учитывать современные и возможные будущие экологические кризисы.

В 1982 Генеральная ассамблея ООН провозгласила Всемирную хартию природы. Было положено начало принципиально важному сдвигу в экологическом образовании, которое характеризуется переходом от философии антропоцентризма к философии экоцентризма. Принятие этого документа стимулировало разработку теоретических, этических и прикладных аспектов проблемы экологического образования в большинстве стран мира.

В 1987 году Конгресс ЮНЕСКО разработал новые формы экологического образования, предложил современные технологии формирования у личности ответственного отношения к природе.

В начале 1990 годов в международном общественном сознании заметно усилилось понимание того, что выход из нарастающего экологического кризиса можно найти в культурной общности и укреплении чувства благоразумия.

В 1992 году в Рио-де-Жанейро состоялась Всемирная конференция ООН по вопросам окружающей среды. Эта конференция вновь подтвердила чрезвычайную значимость экологического образования как средства сохранения жизни на планете. Основным документ этой конференции «Повестка действий на 21 век». В нём отмечается, что экологическое образование как в школах, так и вне школ, совершенно необходимо для повышения интереса людей к экологическим и этическим вопросам современности.

Были поставлены следующие задачи:

- интегрировать экологическое образование во все уровни преподавания;
- пересмотреть школьные программы, акцентируя приоритет общественных экологических организаций в этой сфере деятельности;
- внедрять в повседневную практику экологически приемлемый жизненный стиль.

В содержании современного экологического образования господствует философия антропоцентризма. Она рассматривает природу как некую реальность, изначально предназначенную быть источником разнообразных ресурсов и средств удовлетворения различных потребностей человека. Антропоцентрическая парадигма в содержании экологического образования проявляется в господстве академического обучения, в определенном навязывании учащимся содержания, способов и методов учебной и внеучебной деятельности. Содержанием современного экологического воспитания должно

стать обучение стратегиям позитивных умений, основанных на осознании каждым человеком своей сопричастности к возникновению экологических проблем и ответственности за состояние окружающей среды на локальном, национальном и глобальном уровнях.

Причиной низкого уровня экологического образования в современной школе, по мнению педагогов и научных сотрудников, является отсутствие системной реализации непрерывного экологического образования. Но, что касается содержания современного экологического образования в общеобразовательных школах РК, то оно характеризуется полным отражением всех основных межпредметно-экологических идей, значительным объёмом экологических знаний и некоторым отражением необходимости формирования у школьников бережного и ответственного отношения к природе.

Анализ состояния экологического образования в докладах и выступлениях на конференциях наряду со значительными достижениями обозначили проблемы, которые требуют решения.

Основные проблемы:

- отсутствие законодательной и нормативно-правовой базы экологического образования;
- отсутствие утвержденных государственных образовательных стандартов по экологическому образованию;
- отсутствие экологической подготовки руководящих работников и ответственных специалистов различных сфер производства, экономики и управления;
- низкий уровень информированности деловых кругов в области природопользования, природоохранного законодательства, эффективного управления экологическими аспектами деятельности, включая менеджмент и аудит;
- недостаточная координация действий различных общественных экологических организаций

Все данные проблемы требуют своего решения на основе создания стройной системы непрерывного экологического образования и воспитания, основанной на принципах непрерывности, межпредметности, интегративности, единства теории и практики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Материалы Межрегиональной научно-практической конференции.г. Томск,. Scientific & Technical Translations., 2008. - 233с.
- 2 «Экологическое образование в Казахстане». Республиканский научно-методический журнал.



## МАЗМҰНЫ

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры, филос.ғ.к. Г. Ғ. Ахметованың алғы сөзі .....	3
--	---

**21 Секция. Мұнай және газ саласының қазіргі ахуалы**  
**21 Секция. Современное состояние нефтегазовой отрасли**

<b>Аглакова Д. А.</b> Исследование работы установки замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков и пути ее усовершенствования .....	5
<b>Айдаргалин Р. Б., Смагулов Р. С.</b> Исследование процесса гидроочистки дизельного топлива для получения топлива стандарта К-4, К-5 .....	13
<b>Айтқалиев Б. Б., Сүлейменов М. А.</b> Газофазное окисление олефинов .....	20
<b>Анарбаева М. К., Абильдин Т. С.</b> Моделирование смесителя для обессоливания нефти .....	23
<b>Анварбек Б. Р., Пармонов Ф. П.</b> Современные антидетонационные присадки для повышения октанового числа бензинов .....	27
<b>Асамбаев А. Б., Несмеянова Р. М.</b> Современное состояние процессов облагораживания нефтяных дистиллятов .....	31
<b>Ахамбаева Н. К., Чурина Д. Х., Тайрабекова С. Ж., Карузина И. А.</b> Катализаторы конверсии биоэтанола в ароматические углеводороды .....	35
<b>Ахметов А. К., Тулегенов Е. З., Сүлейменов М. А.</b> Технология производства прокаленного нефтяного кокса .....	42
<b>Ахметов А. Т., Карузина И. А.</b> Механизм реакции полимеризации пропилена .....	46
<b>Ахметова А. Н., Мустафин А. Х.</b> Современные технологии и оборудование в газовом хозяйстве .....	51
<b>Әлжан Ә. Ж., Қуанбаева Л. К., Ахмедьянов Е. С., Ахмедьянова Г. К., Мустафин А. Х.</b> Ингибиторная защита оборудования нефтеперерабатывающих производств .....	55
<b>Бирюкова О. В., Несмеянова Р. М.</b> Влияние присадок на адгезионные свойства окисленных битумов .....	60
<b>Буркеев М. Ж., Биарыстанов М. А., Иманбекова Ж. Қ., Хамитова, Т. О., Қожабекова Г. Е.</b> Полигликольмалеинаттар мен қанықпаған карбон қышқылдары негізіндегі жаңа металл-полимерлі комплексдердің синтезі мен қолданылуы .....	65

<b>Едельбаева Г. Т., Мурзагулова К. Б.</b> Разработка системы «гидродинамический аппарат – колонна окисления» .....	72
<b>Жапаргазина К. Х., Хусаин А.</b> Казахстанские и зарубежные стандарты на дизельное топливо .....	78
<b>Жумабеков А. Е., Дюсова Р. М., Рындин В. В.</b> Контролируемые параметры ГПА и их измерение .....	82
<b>Жумалинов А. К., Дюсеналин Б. К.</b> Модификация алканов в тяжелых остатках высокопарафинистых нефтей .....	89
<b>Захарова Г. С., Сейтенова Г. Ж.</b> Метрологическое обеспечение газоснабжения п. Акизтогай Атырауской области .....	92
<b>Искакова Г. С., Туртубаева М. О.</b> Каталитикалық крекингте катализатордың қолдану ерекшеліктері .....	97
<b>Кабылдинов Р. Т., Масакбаева С. Р.</b> Приоритетные направления повышения эффективности энергосбережения нефтеперерабатывающих производств .....	101
<b>Каниева Д. Н., Сейтенова Г. Ж.</b> Анализ и выбор уровнемеров .....	104
<b>Маринов С. Н., Карузина И. А.</b> Обзор современного рынка распределительных систем управления в нефтяной и газовой промышленности .....	108
<b>Мурзагулова К. Б., Жасуланов Д. М.</b> Эффективность методов сероочистки, демеркапанизация углеводородного сырья .....	115
<b>Оралтаева А. С., Елубай М. А.</b> Цеолитсодержащие катализаторы в производстве продуктов нефтехимического синтеза .....	121
<b>Рубахина К. А., Халыгов Э. И., Ахмедьянов Е. С., Ахмедьянова Г. К., Мустафин А. Х.</b> Мониторинг и диагностика оборудования переработки углеводородного сырья .....	126
<b>Рындин В. В., Смаилова А. Д.</b> Современное состояние определения режимных параметров системы магистральных нефтепроводов .....	129
<b>Смагулов Р. С., Смаилов К. С.</b> Сравнение использования флокулянтов и жидких композитных коагулянтов при очистке сточных вод от продуктов нефтепереработки на Павлодарском нефтехимическом заводе .....	136
<b>Солтанхан А., Сүлейменов М. А., Толегенов Д. Т.</b> Шиналарды өңдеудің заманауи әдістері .....	143
<b>Сұлтан Е.</b> Внутренние устройства насадочной колонны .....	150

<b>Суяндиқов К. Д., Сулейменов М. А.</b>	
Окисление ацетиленовых углеводородов.....	155
<b>Тимошко А. И., Мурзагулова К. Б.</b>	
Регенерация катализаторов с использованием сверхкритических флюидных сред .....	160
<b>Тлеува Б. К., Сейтенова Г. Ж.</b>	
Разработка УКПГ месторождения Придорожное.....	168
<b>Томатаев Р., Карузина И. А.</b>	
Изучение процессов алкилирования в нефтепереработке.....	172
<b>Тугамбаева Т. Б., Елубай М. А.</b>	
Обезвреживание и использование сернисто-щелочных отходов нефтепереработки и нефтехимии.....	179
<b>Туллубаев С. Б., Абдуллина Г. Г., Ибрагимов Г. Е.</b>	
Обнаружение утечек газа из магистральных трубопроводов .....	182
<b>Хасенова М. Т., Сейтенова Г. Ж.</b>	
Метрологическое обеспечение системы измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов при их транспортировке по системе магистральных нефтепроводов.....	188
<b>Шарапиденұлы А.</b>	
Оптимизация колонны деизогексанизатора.....	194
<b>Шарипова А. А., Пак Л. В., Несмеянова Р. М.</b>	
Исследование влияния наполнителя на физико-механические свойства полимера .....	198
<b>Шокпарова К. Б.</b>	
Влияние и методы снижения серосодержащих соединений в составе нефтепродуктов .....	204
<b>Шокпарова Т. Н., Сейтенова Г. Ж.</b>	
К вопросу о внутритрубной диагностике магистральных нефтепроводов.....	210

## 21 Секция. Кәсіпорындардағы өнеркәсіптік қауіпсіздік 21 Секция. Промышленная безопасность на предприятиях

<b>Абилдинов Р. Р., Бейсембаев М. К.</b>	
Процесс очистки и реагентной обработки воды .....	214
<b>Абильтанова Ш. К., Алдунгарова А. К.</b>	
Обеспечение безопасности работ на литейном производстве при изготовлении отливок методом литья по газифицируемым моделям .....	216
<b>Алдунгарова А. К., Абишева Г. Е.</b>	
Эффективность использования отходов металлургических предприятий при изготовлении строительных материалов .....	223
<b>Алдунгарова А. К., Курмангалиев Б. Т., Какенов А. У.</b>	
Принцип подавления естественной конвекции как вариант системы пожаротушения .....	232

<b>Алдунгарова А. К., Суянова Ж. Ж.</b>	
Экологическое обоснование влияния мобильных трубопроводных систем на деятельность АО «КазТрансОйл» .....	237
<b>Алдунгарова А. К., Шарипова С. Е.</b>	
Применение мобильного приложения в организации промышленной безопасности на металлургическом предприятии.....	245
<b>Арынгазин К. Ш., Ахметкалиев М. Д., Роев С. Л.</b>	
Мероприятия по защите атмосферы от загрязнения нефтеперерабатывающих предприятий .....	250
<b>Арынгазин К. Ш., Жилкибаев Д. Е., Жунусова Ш. С.</b>	
Особенности тушения пожаров на нефтехимических предприятиях .....	257
<b>Aryngazin K. Sh., Kazybayeva S. M.</b>	
Assessment and management of risks of environmentally hazardous technological processes in the petrochemical industry.....	264
<b>Арынгазин К. Ш., Шапилова С. С.</b>	
Анализ развития современного состояния прокаленного нефтяного кокса в Казахстане и макрорегионе .....	267
<b>Арынгазин К. Ш., Нурланова К. Ж.</b>	
Утилизация нефтепродуктов воздействующие на расширение экономического влияния государства .....	273
<b>Арынгазин К. Ш., Нурланова К. Ж.</b>	
Утилизация отходов нефтехимической промышленности .....	275
<b>Әділ О. Б., Елубай М.</b>	
Проблемы и требования к предотвращению коррозии в системах оборотного водоснабжения .....	278
<b>Бейсембаев М. К., Бейсекеева А. А.</b>	
Охрана труда – залог успеха предприятия.....	288
<b>Дубинец Н. А., Галямов А. К., Казгулова С. С., Кучук А. А.</b>	
Экологические проблемы Павлодарской области.....	290
<b>Ibrayeva E. M., Shukurbaeva A. K.</b>	
Expertise in industrial safety of petrochemical facilities in the Republic of Kazakhstan .....	294
<b>Ибраимов М. К., Устимиров Р., Сламжан Е.</b>	
Изготовление газовых сенсоров на основе кремниевых наноструктур.....	298
<b>Какенов А. У., Нугманова Ф. Б.</b>	
Павлодар қаласының ЖЭО-3 күл үйіндісіне дейінгі сыртқы тасымалдау жүйесі бойынша (кұбырлы-ленталы конвейер) күл мен қоқысты жою әдістерін зерттеу .....	301
<b>Кошкинбаев С. Е., Туллубаев Б. А.</b>	
Исследование влияния Аксуского ферросплавного завода на загрязнение окружающей среды путем отходов и выбросов .....	305

<b>Муратов Н.</b>	
Усовершенствование и разработка мер технологической безопасности на металлургическом предприятии ПФ ТОО «KSP Steel» .....	312
<b>Свидерский А. К., Мұхаметжанова Ә. Қ.</b>	
Лабораторно-аналитический контроль на стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, современные подходы .....	316
<b>Свидерский А. К., Файзуллин А. А.</b>	
Методы очистки сточных вод на нефтеперерабатывающих предприятиях .....	324
<b>Свидерский А. К., Садыкова Р. Ж.</b>	
Вторичное использование и переработка моторного масла комбинированным методом .....	333
<b>Свидерский А. К., Садыкова Р. Ж.</b>	
Литературный обзор работ по регенерации отработанных масел .....	340
<b>Скакова А. М.</b>	
Вторичная переработка отходов химических предприятий Павлодарской области на мусороперерабатывающем заводе г. Астаны .....	347
<b>Слепова Ю. С., Мартова К. Е., Кудиярбекова Г. К.</b>	
Общие правила техники безопасности при работе на сельскохозяйственной технике .....	353
<b>Смагулов Д. К.</b>	
Совершенствование системы противопожарной защиты на металлургических предприятиях на примере ПФ ТОО «KSP Steel» .....	356
<b>Сматаева Р. Д., Алдунгарова А. К.</b>	
Изучение технологической схемы вакуум-фильтрации ДОО-100 на узле фильтрации красного шлама на участке фильтрации гидрометаллургического цеха АО «Алюминий Казахстана» .....	363
<b>Сұлейменова Ж. К.</b>	
Охрана воздушного бассейна от вредных примесей при проведении сварочных работ .....	368
<b>Тулубаев Б. А., Сыздыкова А. Б.</b>	
Метил - трет - бутил эфирі өндірісінде жарылғыш және улы заттардың пайда болу мүмкіндіктері .....	373
<b>Тулубаев Б. А., Балтабаева Д. К.</b>	
Исследование мер безопасности производства полипропилена .....	378
<b>Тулубаев Б. А., Несипбаева Ж. К.</b>	
Опасные факторы производства и защитные средства персонала .....	382
<b>Федотов В. А., Кудиярбекова Г. К., Дубинец Н. А.</b>	
Актуальность и исторические аспекты формирования экологической культуры .....	387

## «ІХ ТОРАЙҒЫРОВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ МАТЕРИАЛДАРЫ

### 6 ТОМ

Техникалық редактор З. Ж. Шокубаева  
 Корректорлар: А. Р. Омарова, К. Б. Умарова  
 Компьютерде беттеген М. А. Шрейдер  
 Басуға 06.11.2017 ж.  
 Әріп түрі Times.  
 Пішім 29,7 × 42 ¼. Офсеттік қағаз.  
 Шартты баспа табағы 22,8. Таралымы 500 дана.  
 Тапсырыс № 3111

«КЕРЕКУ» баспасы  
 С. Торайғыров атындағы  
 Павлодар мемлекеттік университеті  
 140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.