

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новосибирский государственный технический университет
Сибирское отделение Российской академии наук
Академия Военных Наук
Российская академия Ракетных и Артиллерийских наук
Межрегиональная ассоциация «Сибирское Соглашение»
Федеральное государственное казенное военное образовательное
учреждение высшего образования
Новосибирское высшее военное командное училище

НАУКА ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ОБОРОНА

**ТРУДЫ
XXI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
ПОСВЯЩЕННОЙ 75-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ**

г. Новосибирск, 7-9 октября 2020 г.

Том III

СЕКЦИИ:

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ
ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Новосибирск
2020

УДК 62+623](063)

ББК 72я431

Н 34

Великая Отечественная война закончилась 75 лет назад. Эта война изменила ход мировой истории, судьбы людей и карту мира. Наш народ противостоял мощному натиску высокоорганизованного и хорошо вооружённого противника — нацистской Германии и её союзников. Мы выстояли и победили.

Н 34 **Наука Промышленность Оборона:** труды XXI Всероссийской научно-технической конференции: в 4 т. / коллектив авторов; под редакцией С.Д. Саленко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.

ISBN 978-5-7782-4259-3

Том 3: - 196 с.

ISBN 978-5-7782-4262-3

Редакторы тома:

Атапин В. Г., д.т.н., профессор (*технологические процессы в промышленности*)

Коробейников С.М., д.ф-м.н., профессор (*безопасность технологических процессов и производств*)

Ларичкин В.В., д.т.н., профессор (*экология, природопользование, защита окружающей среды*)

Представлены труды XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов «Наука Промышленность Оборона – 2020». Материалы представлены по следующим секциям:

- *технологические процессы в промышленности;*
- *безопасность технологических процессов и производств;*
- *экология, природопользование, защита окружающей среды.*

УДК 62+623](063)

ISBN 978-5-7782-4262-3 (Том 3)

ISBN 978-5-7782-4259-3

© Коллектив авторов, 2020

© Новосибирский государственный
технический университет, 2020

СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА

Председатель оргкомитета:

Пустовой Н.В., д.т.н., профессор, председатель совета ректоров Сибирского Федерального округа, президент Новосибирского государственного технического университета (НГТУ).

Сопредседатели:

Диканский Н.С., академик РАН, советник РАН, профессор, д.ф.-м.н.;

Заболотный П.В., генеральный директор АО «НПО НИИИП-НЗиК»;

Серьезнов А.Н., д.т.н., профессор, научный руководитель ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина»;

Панасенко С.Н., заместитель Генерального директора ПАО "Компания "Сухой", директор НАЗ им. В.П. Чкалова;

Фомин В.М., академик РАН, профессор, д.ф.-м.н., научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН (ИТПМ СО РАН);

Марковчин С. Г., полковник, начальник Новосибирского Высшего Военного Командного училища;

Эдвабник В.Г., к.т.н., д.э.н., член-корреспондент РАН, зав. кафедрой АИУС, зам. генерального директора по развитию ОАО Научно исследовательский институт электронных приборов (НИИЭП).

Хмельников Е.А., д.т.н., профессор Нижнетагильского технологического института (филиала) Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, ученый секретарь РУСЦ РАН, член-корреспондент РАН, действительный член АВН,

Терехов В.И. д.т.н., профессор кафедры Технической теплофизики (ТТФ), ведущий научный сотрудник лаб. Термогазодинамики Института теплофизики СО РАН им. С.С. Кутателадзе.

Члены Оргкомитета:

Атапин В.Г., д.т.н., профессор, кафедра «Прочности летательных аппаратов» (ПЛА) НГТУ;

Балаганский И.А., д.т.н., профессор, кафедра «Газодинамических импульсных устройств» (ГДУ) НГТУ;

Гуськов А.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Газодинамических импульсных устройств» (ГДУ) НГТУ – ответственный секретарь, действительный член Академия военных наук АВН;

Горбачев М.В., к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ;

Дьяченко Ю.В., д.т.н., профессор, кафедра «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ;

Киселёв А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Радиоприемных и радиопередающих устройств» (РПиРПУ) НГТУ;

Коробейников С.М., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Безопасности труда» (БТ) НГТУ;

Костин В.В., президент ООО «Авиатехснаб»;

Курлаев Н.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Самолето- и вертолетостроения» (СиВС) НГТУ;

Ларичкин В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Инженерных проблемы экологии» (ИПЭ) НГТУ;

Легкий В.Н., д.т.н., доцент, кафедра «Автономных информационных и управляющих систем» (АИУС) НГТУ;

Литвинцева Г.П., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Экономической теории и прикладной экономики» (ЭТПЭ) НГТУ;

Милевский К.Е., к.т.н., доцент, кафедра ГДУ НГТУ, член-корреспондент АВН;

Немировский Ю.В., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник ИТПМ СО РАН, действительный член АВН;

Обуховский А.Д., к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Аэрогидродинамики» (АГД) НГТУ;

Поляков С.А., к.ю.н., доцент, заведующий кафедрой «Правоведения» (Правоведения) НГТУ;

Подружин Е.Г. д.т.н. профессор, кафедра «Прочности летательных аппаратов» (ПЛА) НГТУ;

Расторгуев Г.И., д.т.н., профессор, кафедра «Прочности летательных аппаратов» (ПЛА);

Рынгач Н. А., к.т.н., доцент, кафедра «Самолето- и вертолетостроения» (СиВС) НГТУ.

Саленко С.Д., д.т.н., профессор, декан факультета летательных аппаратов НГТУ, заведующий кафедрой «Аэрогидродинамики» (АГД) НГТУ;

Санков О.В., ст. преподаватель, зам. зав. кафедрой «Автономных информационных и управляющих систем» (АИУС) НГТУ;

Чичиндаев А.В., д.т.н., профессор, кафедра «Технической теплофизики» (ТТФ) НГТУ;

СЕКЦИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 553.98:550.84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В БЕЗДАТЧИКОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Аносов Владимир Николаевич, Саидов Сахбон Алиевич

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Аносов В. Н., emailanosovvn@gmail.com

Саидов С. А., e-mailst06798_1992@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Саидов Сахбон Алиевич, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20, тел. 8 (951)399-19-92

Аннотация

В статье рассматриваются расчеты оценок регулируемых переменных электропривода постоянного тока с помощью искусственных нейронных сетей. В качестве исходных данных используются экспериментальные характеристики, полученные на действующем объекте в реальных условиях эксплуатации. Результаты моделирования подтверждают высокую сходимость переходных процессов объекта регулирования с оценками на выходе ИНС

Ключевые слова

Экспериментальные данные; искусственная нейронная сеть; электропривод постоянного тока; структурное моделирование.

1. Введение

Эволюция информационных технологий и систем управления все в большей степени определяет их уровень автоматизации, целями которой являются упрощение системы, повышение качества управления, безотказность и, в конечном итоге, экономия энергии и улучшение параметров переходного процесса. Для построения высококачественных бездатчиковых автоматических систем управления необходимо знать оценки переменных состояния, которые наиболее целесообразно рассчитывать с помощью искусственных нейронных сетей.

Нейронные сети в отличие от других методов анализа базируются на параллельной обработке информации и обладают способностью к самообучению, то есть к получению обоснованных результатов на основании данных, которые не встречались в процессе обучения. Эти свойства позволяют нейронным сетям решать сложные задачи, которые на

сегодняшний день считаются трудноразрешимыми.

В последние годы на основе нейронных сетей было разработано много программных систем для применения в таких вопросах, как прогнозирование, оценка переменных состояния и т.д. [1-7]. Интерес к задачам оценивания переменных возрастает при наличии экспериментальных данных для построения бездатчиковых электроприводов.

Сотрудниками Новосибирского государственного технического университета проводились экспериментальные исследования по изучению режимов движения городского электротранспорта в различных условиях эксплуатации для сбора статистического материала. Эксперимент проводился в разное время года для сравнения режимов движения транспортного средства (ТС) в широком диапазоне температур [8].

Исследование режимов движения выполнялось на ТС с тяговым электродвигателем постоянного тока, получающим питание от преобразователя с импульсной системой управления. Проводимые исследования необходимы для уточненных расчетов и правильного выбора элементов энергоустановки и разработки новых алгоритмов управления при создании энергоэффективной системы тягового электропривода [9,10]. Полученные данные являются исходным материалом при создании и обучении искусственных нейронных сетей.

2. Построение искусственной нейронной сети

Для оценки скорости вращения и момента двигателя постоянного тока построена нейронная сеть, состоящая из трех слоев и шести нейронов в первом слое. Сигналы тока и напряжения задаются с двойной задержкой. При создании ИНС определены: виды входных сигналов сети, напряжение и ток, количество нейронов в скрытом слое - 30, методика обучения сети и ее структура. Выходным сигналом ИНС являлась оценка скорости и момента двигателя постоянного тока, которые сравниваются с реальными переменными электродвигателя (Рисунок 1). Для тренировочного набора при обучении ИНС использовались данные, полученные экспериментальным путем [10].

Для оценки скорости вращения двигателя построена трехслойная нейронная сеть, представлен на рис. 1-3. Архитектура нейронной сети: трехслойная сеть; первый слой – 6 нейронов с единичной линейной функцией активации, второй слой – 30 нейронов с функцией активации `tansig`; третий слой – 2 нейрона с функцией активации `purelin`. Обучение ИНС производится по алгоритму Левенберга – Марквардта.

Установленные параметры для обучения нейронной сети.

```
net=newff(minmax(P),[302],{'tansig', 'purelin'}, 'trainlm');
net.trainParam.epochs=500;
net.trainParam.show=100;
net.trainParam.goal=0.00001;
[net,tr]=train(net,P,T);
gensim(net),
```

где P – входные параметры;
 T – выходные параметры.

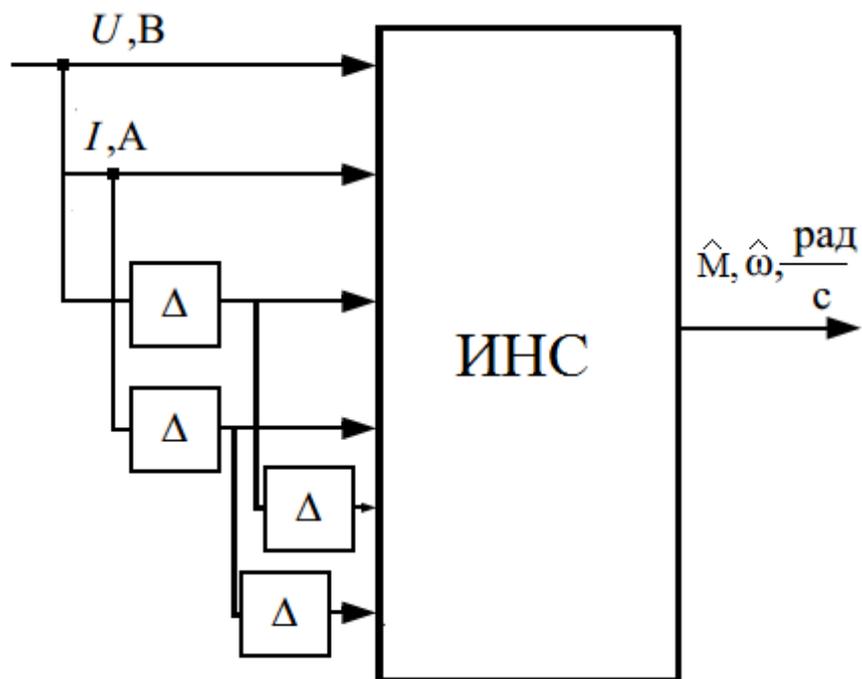


Рис. 1. Структура нейронной сети

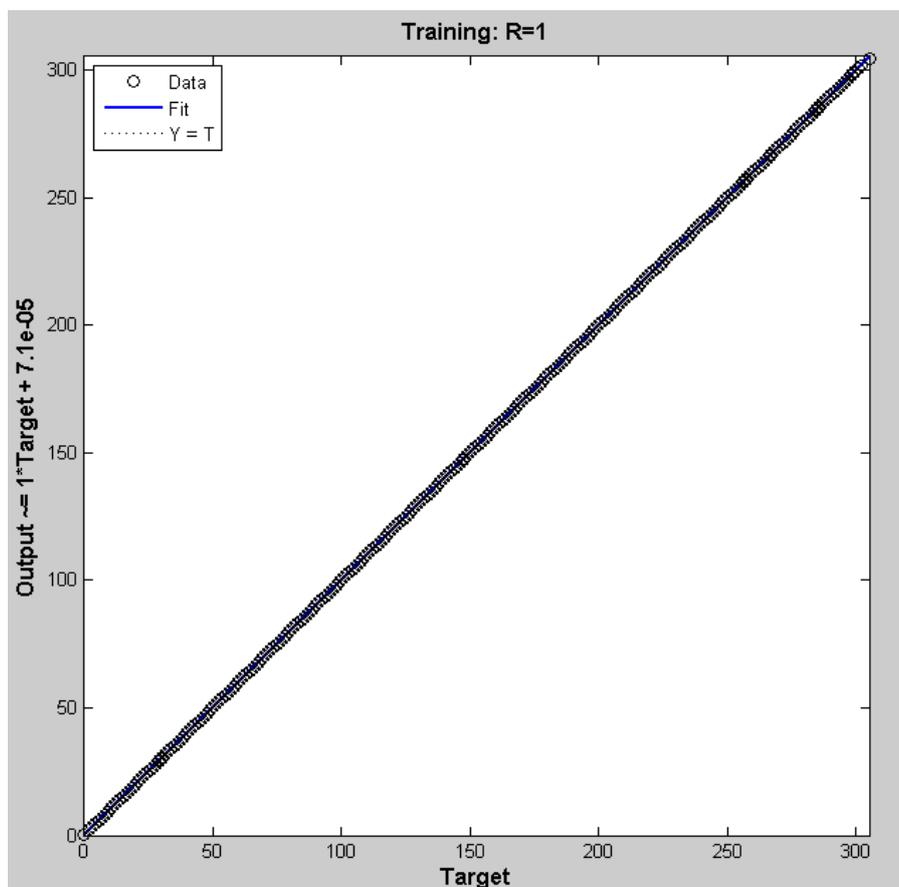


Рис. 2. График сходимости данных, использованных при обучении

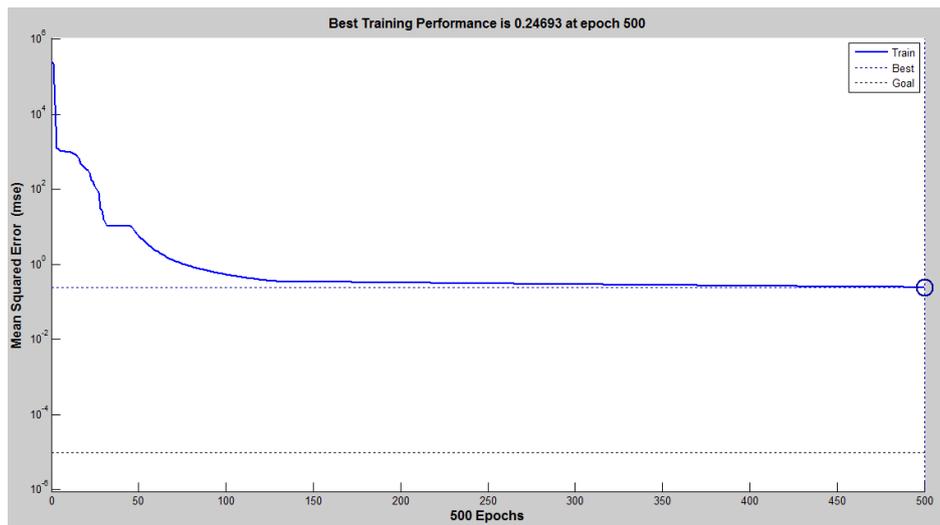


Рис. 3. Изменение ошибки обучения в зависимости от числа выполненных циклов обучения

3. Оценка параметров двигателя с помощью построенной сети.

Семейство программных пакетов NeuralNetworkToolbox служит средством, которое помогает пользователям развивать методы проектирования и расширять область применения нейронных сетей. Данная область исследований характеризуется значительной новизной, при проектировании систем управление с помощью программы MATLAB. Оценка проводилась с использованием программы MatlabR 2013b, пакет Simulink приведён на Рис. 4).

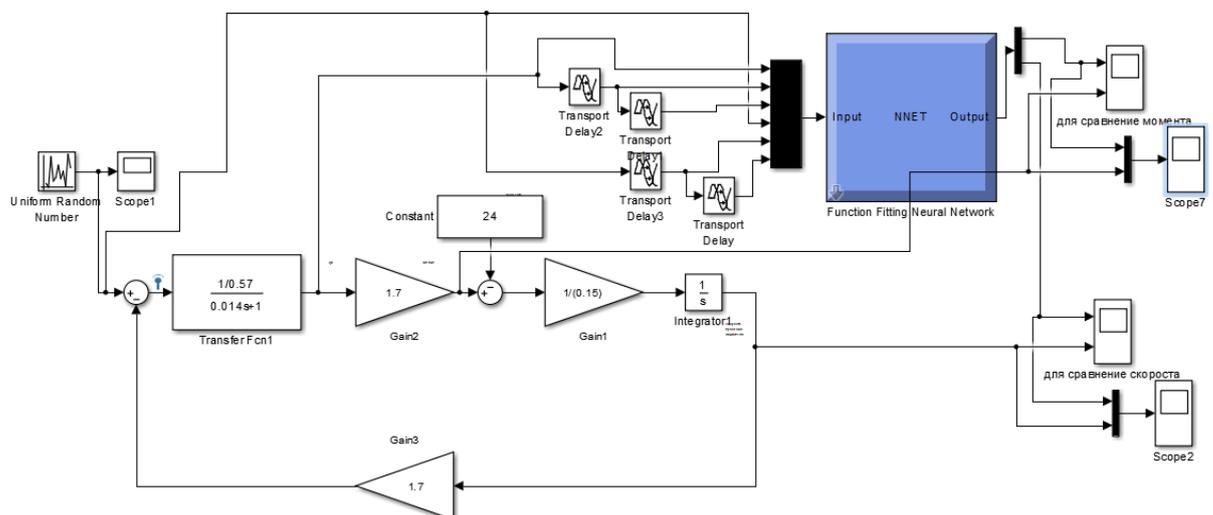


Рисунок 4. Модель ДПТ с ИНС

Как показывает исследование, показанные на Рис. 5-6, данные с выхода двигателя совпадают с данными полученными с помощью нейронной сети.

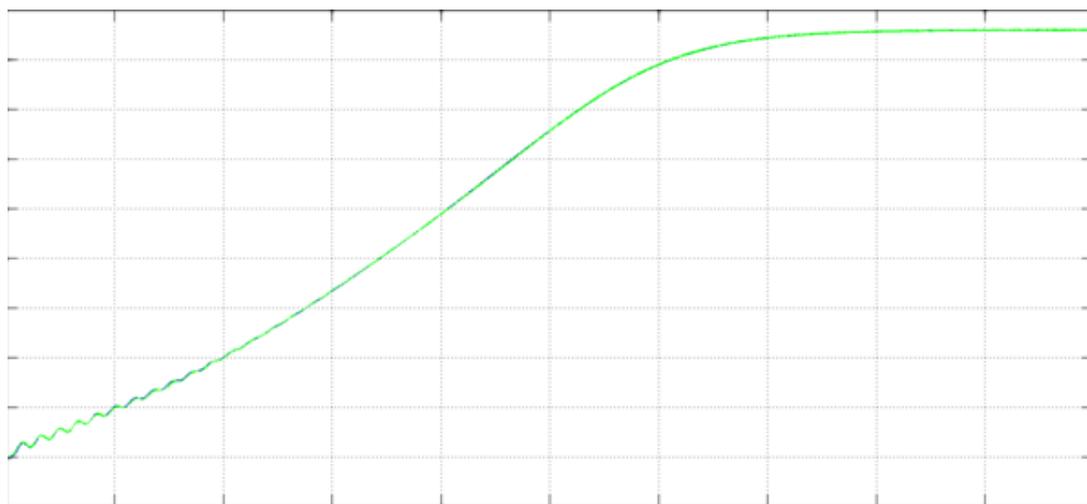


Рис.5. Сравнение скорости ДПТ с оценкой на выходе ИНС

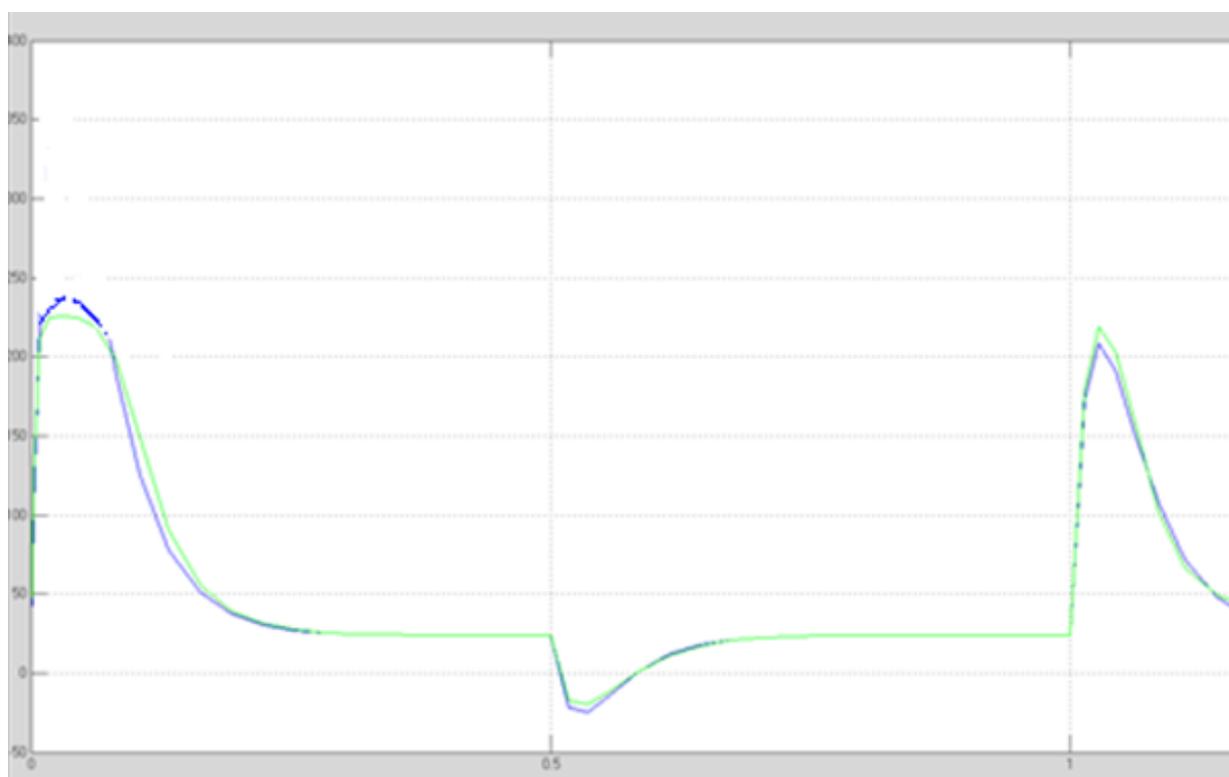


Рис. 6. Сравнение момента на валу ДПТ с оценкой на выходе ИНС

4. Выводы

Таким образом, была доказана целесообразность использования искусственных нейронных сетей при построении автоматических систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нейроэмулятор скорости вращения вала двигателя постоянного тока. Козлова Л.Е., Тимошкин В.В., Глазырина Т.А., Глазырин А.С. Научный руководитель – доцент Боровиков Ю.С. Томский политехнический университет, г. Томск,

2. Комашинский , В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи./ В.И. Комашинский , Д.А Смирнов.– М:Горячая линия Телеком 2003. – 94с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. /С. Хайкин.– М.:ООО И.Д. Вильямс, 2006. – 1104с.
4. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей// М.: ParaGraph, 1990. 160с.
5. Клепиков В.Б. Применение методов нейронных сетей и генетических алгоритмов в решении задач управления электроприводами/ В.Б. Клепиков, К.В. Махотило, С.А. Сергеев// Электротехника. – 1999. – №5. – С. 2–6.
6. Сивохин А.В. Искусственные нейронные сети/ А.В. Сивохин, А.А. Лушников, С.В. Шибанов. – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2004. – 136 с.
7. Терехов В.А. Нейросетевые системы управления/ В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин. – М.: ИПРЖР, 2002. – 480 с.
8. Ярославцев М.В., Мятёж А.В., Забелина Д.Д, Исследование сезонных изменений потребления электрической энергии троллейбусом // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – №1–2. – С. 282–286.
9. Аносов В. Н. Повышение эффективности функционирования тягового электропривода троллейбуса/ В.Н. Аносов, В. М. Кавешников, М.В. Ярославцев // Электротехника. – 2014. – №12. – С. 14–16.
10. Аносов В.Н. Обоснование выбора алгоритмов управления гибридной силовой установкой безрельсового транспортного средства/В.Н. Аносов, С.А. Саидов,М.В. Ярославцев //АИМЕ 2017, 2017. – Стр. 715-719.

DETERMINATION OF ESTIMATES OF REGULATED VARIABLES IN A SENSORLESS ELECTRIC DRIVE

Anosov Vladimir Nikolaevich – Doctor of Sciences (Eng.), professor, e-mail:
anosovvn@gmail.com,
Saidov Sakhbon Alievich – graduate student. E-mail: st06798_1992@mail.ru.
Novosibirsk State Technical University. Address: 20, Karl Marx Av.,
Novosibirsk, 630073, Russia.

Abstract

The article deals with calculations of estimates of regulated variables of a DC electric drive using artificial neural networks. Experimental characteristics obtained at the operating facility under real operating conditions are used as initial data. The simulation results confirm the high convergence of the transient processes of the control object with the estimates at the ins output.

Keywords

Experimental data, artificial neural network, DC electric drive, structural modeling.

ДЕТОНАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯТОРОВ

Ахмедов Таджиб Хейрудинович, аспирант; Потапов Никита Владимирович, студент; Шангин Алексей Сергеевич, студент; Орлов Михаил Александрович, студент; Рогожин Павел Викторович, к.т.н.

Самарский государственный технический университет,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Ахмедов Т.Х., email axmedoff.tadjib@yandex.ru

Рогожин П.В., email p.rogojin@inbox.ru

Адрес для корреспонденции: кафедра «Технология твердых химических веществ», Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 (Главный корпус)

Аннотация

Исследованы свойства электроизоляторов из оксида алюминия, сформированных методом детонационного напыления. Получены зависимости пористости изоляторов от размера частиц порошкового материала для напыления, и зависимости содержания жидкости в порах от сопротивления электроизоляторов и напряжения пробоя.

Ключевые слова

Детонационное напыление, электроизолятор, оксид алюминия, пористость, сопротивление, напряжение пробоя.

Среди покрытий различного назначения заметное место занимают электроизоляционные, которые используются как при нормальных, так и при повышенных температурах [1].

Актуальной является проблема изготовления тонкостенных керамических диэлектриков с низкой пористостью. Существующие технологии, основанные на подготовке и прессовании порошкового материала, являются слишком трудоемкими для изготовления цилиндрических электроизоляторов с толщиной стенок порядка 1 мм.

В работе предложен способ формирования тонкостенного керамического изолятора с использованием метода газовой детонации. Процесс детонационного напыления представляет собой совокупность сложных физико-химических и механических явлений. Выделяют два основных этапа: формирование двухфазного потока и формирование самого покрытия. На первом этапе основными процессами являются возбуждение детонации и воздействие потока продуктов детонации на частицы порошкового материала, на втором - взаимодействие разогретых частиц с материалом подложки и образование связей в покрытии [2-4].

Исследовалось формирование и распространение двухфазных потоков, включающих частицы окиси алюминия и продуктов детонации газовой смеси. В качестве детонационной смеси использовалась пропан-бутан-кислородная смесь. При напылении соотношение газовых компонентов выбиралось из условия получения покрытий с оптимальными характеристиками. В качестве керамического материала использовался порошок оксида алюминия фракциями 20-40 мкм и 40-60 мкм.

Для основы под напыление были изготовлены алюминиевые и медные оснастки, геометрические размеры которых соответствуют внутреннему диаметру электроизолятора. Для очистки поверхности и придания шероховатости основы предварительно подвергались абразивно-струйной обработке.

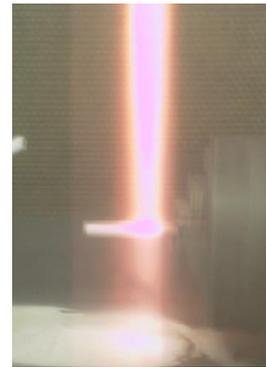
Эксперименты, проводимые с алюминиевыми основами, показали, что при любых параметрах процесса происходит растрескивание покрытия в процессе напыления, либо в течение некоторого времени после извлечения основы. Было принято решение перед напылением корундом создать промежуточный детонационный слой из терм реагирующего порошка. Дальнейшие опыты позволили выявить наиболее оптимальные технологические режимы детонационного напыления, позволяющие сформировать качественное покрытие. Нанесение же покрытия на медные цилиндрические заготовки не приводило к появлению недопустимых дефектов.

Изменение расстояния от основы до ствола показало, что наиболее оптимальная дистанция для формирования электроизоляционного покрытия из корунда варьируется в пределах 180-220 мм. При увеличении расстояния уменьшается коэффициент использования порошка, а покрытие имеет неудовлетворительное сцепление с основой. В результате уменьшения дистанции, практически во всех случаях наблюдалось растрескивание покрытия.

В процессе детонационного напыления через смотровое окно камеры детонационной установки зафиксирован момент образования высокоскоростного газопорошкового потока (рис.1а) и его взаимодействие с основой (рис.1б).



а



б

Рисунок 1 - Процесс детонационного напыления:

а - момент образования высокоскоростного газопорошкового потока;

б - момент взаимодействия высокоскоростного газопорошкового потока с основой

Следующим этапом работы было растворение напыленных заготовок в соответствующих химических растворах для отделения керамического слоя соляной кислотой. В итоге получены керамические электроизоляционные изделия (рис.2).



а



б

Рисунок 2 – Керамическое покрытие и сформированные электроизоляторы:

а - заготовки электроизоляторов; б - электроизоляторы

В таблицах 1-2 приведены обработанные экспериментальные данные, которые позволили выявить оптимальных параметры процесса для создания электроизоляторов.

Таблица 1

Параметры эксперимента

Наименование показателя	Значение показателя
Дистанция напыления, мм	200
Дисперсность порошка, мкм	40
Скорость перемещения заготовки, мм/сек	3
Частота вращения заготовки, об/сек	0,5
Соотношение газовой смеси O_2/C_3H_8	5/1

Таблица 2

Прирост толщины покрытия в зависимости от количества выстрелов

Количество выстрелов	Диаметр края трубки, мм	Диаметр средней части трубки, мм	Диаметр концевой части трубки, мм
300	8,45	8,45	8,45
600	8,75	8,75	8,95
600	8,95	8,95	9,05
600	9,00	9,05	9,05
600	9,10	9,15	9,10
600	9,30	9,35	9,30

Неравномерность прироста толщины покрытия, как видно из таблицы 2, обусловлена особенностями работы детонационно-газовой установки. Данная установка является лабораторным комплексом для исследования ударно-волновых процессов.

Эксперименты по определению сопротивления пробитию на мегомметре показали результаты не менее 500 кОм.

Исследования по определению пористости электроизоляторов методом гидростатического взвешивания выявили значения от 4 до 8%

В результате предложена технология изготовления тонкостенных керамических диэлектриков, имеющих требуемые электроизоляционные свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогожин П.В. Современные технологии формирования энергоэффективных элементов. Монография. LambertAcademicPublishing. ISSN: 978 - 620 - 0 - 00203 - 7. 2019, 96 С.

2. Rogozhin P.V., Ganigin S.Y., Nenashev M.V. Optimization of technological modes of coating a copper sublayer before silvering aluminum electrical contacts Applied Mechanics and Materials Vol. 698 (2015) pp 199-202. (2015) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.698.199

3. Rogozhin P.V., Nenashev M.V., N. M. Satdarova. Technological Aspects of Copper Plug-in Electrical Contacts Replacement by Aluminium. Applied Mechanics and Materials Vol. 698 (2015) pp 215-221. (2015) Trans Tech Publications, Switzerland. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.698.215

4. Rogozhin P.V., Ganigin S.Y., Nechaev I.V., Murzin A.Y. Determination of optimal parameters for detonation spraying technology used for production of electrical insulators of aluminum oxide. International Journal of Applied Engineering Research. (2015). Т. 10. № 19. С. 40575-40579.

METHOD FOR PRODUCING A DETONATION ELECTRICAL INSULATORS

Akhmedov T., email axmedoff.tadjib@yandex.ru

Potapov N.V., email axmedoff.tadjib@yandex.ru

Shangin A.S., email axmedoff.tadjib@yandex.ru

Orlov M.A., email axmedoff.tadjib@yandex.ru

Rogozhin P., email p.rogojin@inbox.ru

Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya str., Samara, Russia, 443100

Abstract

The properties of electrical insulators of aluminum oxide, formed by the method of detonation spraying, are investigated. The dependences of the porosity of the insulators on the particle size of the powder material for spraying, and the dependence of the fluid content in the pores on the resistance of electrical insulators and the breakdown voltage were obtained.

Keywords

Detonation spraying, electrical insulator, aluminum oxide, porosity, resistance, breakdown voltage.

УДК 678

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПА-66

Дюльдина Мария Владимировна, Калиновский Дмитрий Сергеевич

Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус тел. (846)337-12-93

Дюльдина М.В., email dyuldina-marija@rambler.ru

Калиновский Д.С., email kalinovskii.dima127@mail.ru

Адрес для корреспонденции: *Дюльдина Мария Владимировна*, Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус тел. (846)337-12-93

Аннотация

Разработан состав полимерного композиционного материала с повышенными эксплуатационными характеристиками на основе ПА-66. Показано, что добавление в ПА-66 рубленного углеволокна позволяет получить композиционные материалы с высокими показателями прочности, твердости, модуля упругости.

Ключевые слова

Полимерные композиты, полиамиды, наполнители, свойства.

В настоящее время нет практически ни одной отрасли народного хозяйства, которая обошлась бы без применения полимерных композиционных материалов. Полимерные композиционные материалы очень прочно закрепились в самых различных сферах промышленности: строительстве, машиностроении, транспорте и т.д., так, что степень их использования стала критерием уровня научно-технического прогресса страны^[1].

Разработка новых конструкций нуждается в применении материалов с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, также требуется создание новых конструкционных материалов, которые превосходили бы по своим прочностным и другим свойствам традиционные материалы^[2]. К полимерным конструкционным материалам обычно относят полимеры, которые могут обеспечить работоспособность изделий при повышенных термических, механических, электрических нагрузках, а также имеют высокие физико-механические свойства^[3]. Самыми популярными композиционным материалам являются: полиамиды, поликарбонат, полиформальдегид, полиэтилентерефталат, АБС-пластики, полусульфон, полиэфирэфиркетон. Среди них самыми востребованными являются полиамиды. Полиамиды относятся к синтетическим термопластичным полимерам. В составе макромолекул полиамида присутствует амидная связь и метиленовые группы, которые повторяются от 2 до 10 раз^[4].

Целью настоящей работы является разработка композиционного полимерного материала с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Полимерные композиции готовились на основе ПА-66 (ТУ 6-06-16-88) и рубленого углеволокна размером 2 мм. С целью увеличения эластичности, ударной прочности и уменьшения вязкости в полиамид добавляли пластификатор – капролактамы. В качестве технологической добавки использовали стеариновую кислоту.

Рецептуры композиций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы различных рецептов ПКМ

№ Образца	ПА-66, %	Углеволокно, %	Капролактамы, %	Стеариновая Кислота, %
1	47	40	10	3
2	57	30	10	3
3	67	20	10	3
4	72	15	10	3

Изготовление композиционного материала на основе полиамида проводилось с помощью лабораторного двухшнекового экструдера с последующим гранулированием. Непосредственно перед переработкой ПА-66

сушили в термошкафуТЛ-60 при температуре80°С в течение 4 часов.

Технологические параметры получения гранул ПКМ представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Технологические параметры приготовления гранул ПКМ

Температура материального цилиндра по зонам, °С				Температура головки по зонам, °С		Число оборотов шнека, об/мин	Производительность, кг/ч
1 зона	2 зона	3 зона	4 зона	1 зона	2 зона		
250	275	275	285	280	275	30	150

Изготовление образцов для испытаний производили на минитермопластавтомате с объемом впрыска до 100 см³. Полученные образцы показаны на рисунке 1. Испытания на растяжение проводились в соответствии с ГОСТ 34370. Прочность и модуль упругости при изгибе определяли в соответствии с ГОСТ 4648-71. Для каждого вида испытаний изготавливалось не менее 5 образцов.

Образцы ПКМ для испытания на изгиб представлены на рис. 2. Результаты физико-механических испытаний представлены в таблице 3.

Представленные в таблице данные показывают, что введение наполнителя – рубленного углеволокна повышает прочностные показатели материалов. Введение в полимерную матрицу наполнителя значительно увеличивает жесткость и прочность.



Рис.1 Образцы для физико-механических испытаний на растяжение



Рис.2 Образцы для физико-механических испытаний на изгиб и ударную вязкость

Таблица 3

Результаты физико-механических испытаний

Материал	Плотность, кг/м ³	Прочность при растяжении, МПа	Модуль Юнга, ГПа
Полиамид 66	1140	82,6	28
Полиамид 66+40 масс. % углеродного волокна	1340	280	238
Полиамид 66+30 масс. % углеродного волокна	1300	160	112
Полиамид 66+20 масс. % углеродного волокна	1200	120	100
Полиамид 66+15 масс. % углеродного волокна	1180	100	120

Таким образом, наиболее эффективным методом улучшения физико-механических свойств полиамидов является наполнение их углеродными волокнами. Благодаря высоким показателям физико-механических свойств полимерные материалы на основе ПА-66 наиболее целесообразно применять в качестве конструкционных в различных отраслях народного хозяйства: авиа- и самолетостроении, автомобильной промышленности, строительстве и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М. Полимерные композиционные материалы.- Санкт-Петербург.: Профессия, 2018.-624 с.
2. Полимерные материалы: исследование, производство, применение / С. С. Песецкий, С. Г. Судьева, Н. К. Мышкин [и др.] // Наука и инновации. – 2008. – № 3 (61). – С. 50–55.
3. Полиамиды конструкционного назначения / Р. В. Маркин, Н. В. Леонтьева, Б. Е. Восторгов [и др.] // Химическая промышленность за рубежом. – 1980. – № 10. – С. 13–35.

4. Morgan A.B., Gilman J.W. An overview of flame retardancy of Polymeric materials: Application, Technology, and future directions. Fire Mater. – 2013. – V. 37, № 4. – P. 259–279.

DEVELOPMENT OF A POLYMER COMPOSITE MATERIAL WITH IMPROVED PERFORMANCE BASED ON PA-66

Dyuldina Maria Vladimirovna, email dyuldina-marija@rambler.ru
Kalinovsky Dmitry Sergeevich email kalinovskii.dima127@mail.ru
Samara state technical University, 443100, Russia,
Samara, Molodogvardeyskaya str., 244, Main building tel. (846)337-12-93

Abstract

The composition of a polymer composite material with improved performance based on PA-66 was developed. It is shown that the addition of chopped carbon fiber to the PA-66 allows to obtain composite materials with high strength, hardness, and modulus of elasticity.

The introduction of a filler-chopped carbon fiber increases the strength characteristics of materials. The introduction of a filler into the polymer matrix significantly increases the stiffness and strength.

The most effective method for improving the physical and mechanical properties of polyamides is to fill them with carbon fibers. Due to the high physical and mechanical properties of polymer materials based on PA-66, it is most appropriate to use them as structural materials in various sectors of the national economy: aircraft and aircraft construction, automotive industry, construction, etc.

Keywords

polymer composites, polyamides, fillers, properties.

УДК 691.327

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Малахов Д.А.; Русаков В.Е.; Козорез И. Ф.; Машкин Н.А. ¹, д.т.н., профессор; Курбанова Р.Б. ²; Бартеньева Е.А. ³, ст. преподаватель

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

²Югорский государственный университет, 628012, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

³Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
e-mail: fantig675@gmail.com

Аннотация

В качестве эффективного наполнителя для неавтоклавного пенобетона использованы ультрадисперсные алюмосиликаты – перлитовые микросферы. Показано значительное снижение средней плотности и коэффициента теплопроводности цементно-зольного пенобетона.

Перлит и изделия на его основе в технологии строительных материалов известны около ста лет. Строительную индустрию привлекает его свойство вспучиваться с увеличением до 20 раз от первоначального объема при кратковременной термической обработке при температуре 900-1200°С. Так как перлит представляет собой разновидность кислых вулканических стекол, содержащих 2-5% воды, он обладает способностью вспучиваться [1].

Основные преимущества использования перлита в строительстве: отличные звукоизоляционные свойства, высокие теплоизоляционные свойства, огнеупорные свойства, низкая плотность, неограниченный срок годности. Благодаря своим качествам вспученный перлит нашел широкое применение в промышленности и строительстве в качестве теплоизоляционных засыпок в широком температурном диапазоне от минус 200°С до плюс 875°С. На его основе изготавливают многочисленные теплоизоляционные продукты (стенные блоки и изоляционные панели), применяют в качестве заполнителя теплоизоляционных и жаростойких бетонов [2].

С развитием технологий на рынке строительных материалов появились микросферы перлита [3], которые представляют собой сферические, поликамерные, замкнутые, полые, заполненные разреженным газом микрочастицы, со средним размером 130 мкм. По химическому составу в основном они состоят из оксида кремния и оксида алюминия.

Цель данной работы: улучшение теплофизических характеристик неавтоклавного цементно-зольного пенобетона.

Для получения пенобетона использовался портландцемент класса ЦЕМ I 42,5 (г. Искитим) со следующим минералогическим составом, мас. %: C_3S – 69, C_2S – 11; C_3A – 7; C_4AF – 13. Истинная плотность портландцемента – 3,060 г/см³, насыпная плотность – 1,083 г/см³. В качестве кремнеземистого заполнителя применяли кислую золу- уноса, полученную на ТЭЦ-5 г. Новосибирска от сжигания Кузнецких каменных углей. Химический состав заполнителя, мас. %: SiO_2 – 60,77; Al_2O_3 – 19,45; Fe_2O_3 – 5,16; CaO – 5,12; MgO – 2,10; Na_2O – 0,89; K_2O – 2,01; SO_3 – 0,54; P_2O_5 – 0,39; TiO_2 – 0,82; BaO – 0,20, MnO – 0,07. Насыпная плотность золы – 0,885 г/см³, истинная плотность – 1,870 г/см³, остаток на сите 008(по массе) – 4,49 %. Для приготовления пены использовали белковый пенообразователь «FoamСem» (Италия).

Пенобетон готовился по классической технологии и твердел в естественных условиях в течение 28 суток.

Для исследования влияния микросфер на свойства пенобетона производилось их введение взамен зольного заполнителя в количестве от 0 до

100%. Для проведения эксперимента был предварительно запроектирован состав неавтоклавного пенобетона для марки по плотности D500, где соотношение заполнителя к вяжущему составило 0,6, а В/Т = 0,49.

Влияние микросфер перлита на пену определялось по коэффициенту стойкости пены в растворной смеси. Этот показатель отображает не только совместимость технической пены со средой твердеющего раствора, но и показывает объемную долю использования пены в приготовлении поризованного раствора.

Можно отметить, что при введении микросфер в раствор для всех составов наблюдаются качественные показатели пены (более 0,85). Наилучшее влияние на пену оказывают составы при совместном введении перлита и золы. При введении в пенобетон микросфер перлита вместо золы коэффициент использования пены увеличивается на 18% и максимально достигает 30% (для количества микросфер 25%) [4].

После 28 суток твердения в нормальных условиях у образцов кубиков 10×10×10 см определялась средняя плотность, и проводилось испытание на прочность при сжатии. Результаты эксперимента представлены в таблице.

При введении микросфер плотность материала снижается до марки D350 (что составляет 53%). При полном замещении золы микросферами плотность достигает марки D250, при этом наблюдается достаточно равномерная пористость.

Наибольшая плотность и прочность образцов наблюдается при соотношении перлита к золе 50:50%.

Таблица 1

Зависимость прочности при сжатии образцов и их плотности от количества содержания в пенобетоне микросфер перлита

Перлит Зола %	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м×°С)
0/100	547	1,22	0,122
25/75	347	0,68	0,074
50/50	383	1,04	0,079
75/25	313	0,70	0,069
100/0	258	0,56	0,062

По данным набора прочности образцов на золе и на перлите во времени (рис.) видно, что при введении перлитовых микросфер на 14 сутки материал набирает 50% прочности, а для зольного пенобетона – 77%(что составляет отпускную прочность).

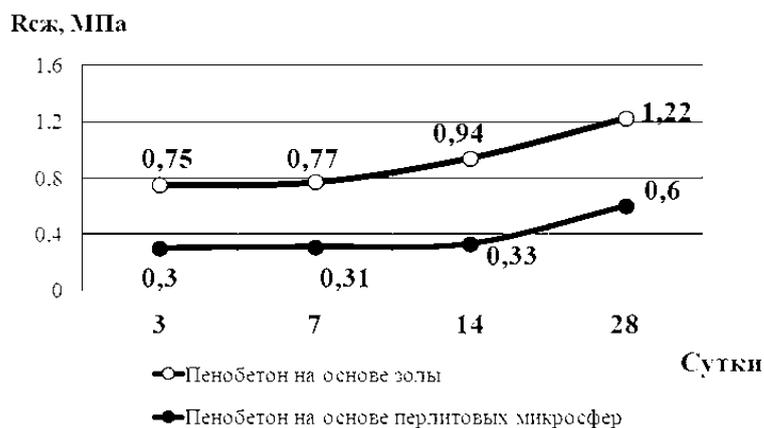


Рис. Кинетика твердения образцов

Исследуемые составы были испытаны на теплопроводность (таблица). Отмечено снижение коэффициента теплопроводности на 35-49%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Введение перлитовых микросфер в цементно-зольный пенобетон позволяет снизить плотность пенобетона до марки D250.

2. Пенобетон с добавками перлита набирает отпускную 70 %-ную прочность на 14 суток твердения.

3. Коэффициент теплопроводности понижается до 0,062 Вт/(м×°С) при полной замене золы на перлитовые микросферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перлит, его особенности, распространение в СССР/ В.П. Петров// Перлит и вермикулит. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 12 с.;

2. Современные материалы и технологии/ Н. А. Машкин [и др.]. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 236 с.;

3. Способ изготовления гидрофобной легковесной микросферы на основе перлита/ М.С. Полухин, В.Г. Пейчев. – патент РФ № 2531970 приоритет от 21.05.2013.

4. Research of structuring processes of non-autoclave foam concrete with introduction of mineral additives / N. Mashkin, E. Bartenjeva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 451 (2018). 5 s.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИБКИ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Михеев Евгений Александрович, Храмова Оксана Дмитриевна, студенты;
Бобин Константин Николаевич, канд. техн. наук;*

Новосибирский государственный технический университет 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Михеев Е. А., e-mail: miheeff.zhenya@yandex.ru,

Храмова О. Д., e-mail: oksana.khramova.1999@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Храмова Оксана Дмитриевна,

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Аннотация

В данной статье была проанализирована технология гибки трубопроводов вручную и с использованием простейшего трубогибочного приспособления в холодном и горячем состоянии с целью выявления существующих проблем. Для усовершенствования технологии гибки трубопроводов было предложено внедрение автоматизированного дорнового станка с ЧПУ.

Ключевые слова

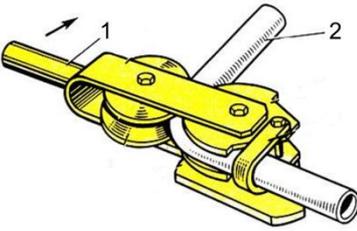
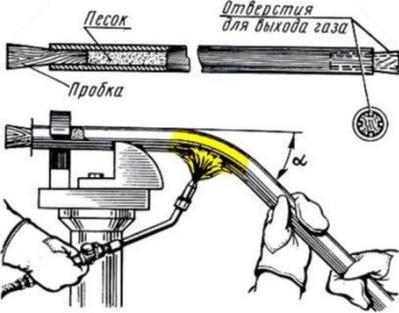
Гибка труб, технология гибки, способы гибки.

Гибкой называют метод формообразования, при котором геометрическая форма заготовки изменяется в результате её пластического деформирования в холодном или горячем состоянии [1].

Технология гибки трубопроводов включает в себя несколько этапов: до начала производства создаётся макет, по нему изготавливается эталонный трубопровод, а затем заготовку гнут, зачастую многократно подгибая по эталону. В результате анализа гибки трубопроводов вручную и с использованием простейшего трубогибочного приспособления в холодном и горячем состоянии [2] была составлена сводная таблица 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика технологии гибки трубопроводов в
холодном и горячем состоянии

Фактор, влияющий на технологию гибки	ГИБКА ТРУБОПРОВОДОВ	
	В холодном состоянии	В горячем состоянии
Материал заготовки	Медь, латунь, алюминий, нержавеющая сталь.	Стали
Толщина стенок и диаметр трубы	<p>До 10 – 15 мм вручную; до 40 мм с использованием простых ручных приспособлений с неподвижной оправкой (трубогибов).</p>  <p>Рис. 1 – Гибка трубы (2) в трубогибе (1)</p>	<p>Толстостенные трубы и трубы больших диаметров до 100 мм; тонкостенные трубы диаметром больше 30 мм.</p>  <p>Рис. 2 – Гибка трубы по шаблону</p>
Радиус гiba	Радиус закругления при гибке труб берется не меньше трех диаметров трубы.	
Наполнители	Канифоль или стеарин (парафин) в расплавленном виде, свинец	Песок

Так как большая часть работ выполняется либо вручную, либо при помощи простого механизированного оборудования, то изготовление детали трубопровода требует значительных затрат времени и высококвалифицированных специалистов. Это сопровождается увеличением трудоёмкости и повышенной вероятностью появлением брака, а именно возникновение дефектов: уменьшение толщины стенки на внешней стороне изгиба; появление гофровых складок на внутренней стороне изгиба; искажение формы прохода трубы — из круглой она превращается в овальную. Поэтому особое значение приобретает решение вопроса изготовления

трубопроводов с использованием автоматизированного оборудования.

Для получения более качественных деталей и увеличения производительности необходимо внедрить и наладить технологический процесс гибки трубопроводов на автоматизированных станках. Существует много разновидностей трубогибочных станков. В качестве такого оборудования можно предложить автоматическую дорновую трубогибочную машину с ЧПУ Cesurbend PBCNC-65 (таблица 2). Данный станок рекомендуется применять для изготовления тонкостенных труб. Формообразование на дорновом трубогибе с ЧПУ возможно изделий из меди, нержавеющей стали и алюминия.

Таблица 2

Технические характеристики станка

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Максимальный диаметр трубы	мм	65
Максимальная толщина стенки для черной стали	мм	3.5
Максимальный радиусгиба	мм	250
Максимальный угол	град	190
Скорость гибки	°/сек	85
Рабочая длина	мм	4000
Габаритные размеры (ДхШхВ)	мм	7100х1200х1700

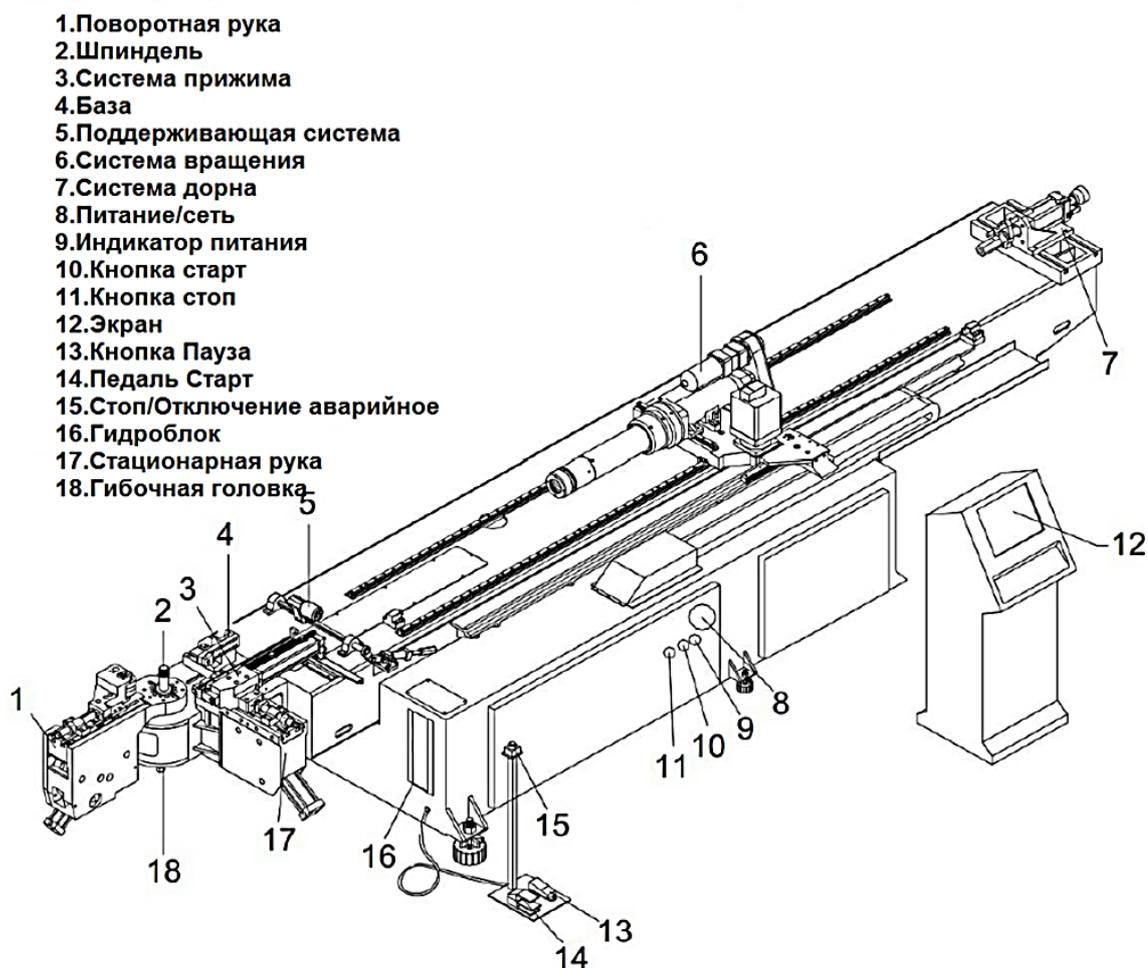


Рис. 3 – Общая схема дорнового трубогиба с ЧПУ

Дорновые трубогибочные станки имеют ряд преимуществ:

- быстрая фиксация трубной заготовки;
- обеспечение качественной и точной гибки на тонкостенных заготовках;
- низкий риск повреждения изделий из мягкого металла;
- наличие внутреннего стабилизатора, защищающего изделие от деформации;
- высокая скорость работы позволяет использовать станок для серийной обработки заготовок.

Принцип работы на таком станке прост [3]: заготовка фиксируется, внутрь трубы вводится стержень из стали с жёстко закрепленным дорном и после обеспечивается нужный изгиб. Следует отметить, что все рабочие процессы заложены в системе ЧПУ, а значит, в память программы предварительно заносятся требуемые параметры: тип материала и класс трубы, угол загиба и его радиус, давление прижима, скорость поворота гибочного узла и др.

Гибка осуществляется под давлением благодаря наличию специального элемента – дорна [4], который необходимо смазывать. Это нужно для того, чтобы снизить силу трения при сгибании трубы и обеспечить равномерный изгиб трубы.

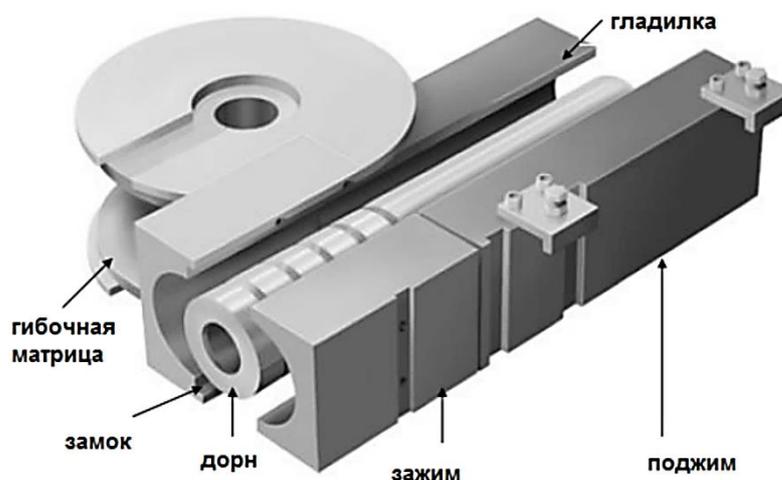


Рис. 4 – Система дорна

Дорн является элементом, благодаря которому можно свести к минимуму изменения поверхности детали. С дорном стенки изделия деформируются плавно и максимально ровно.

Таким образом, при внедрении автоматизированного дорнового станка с ЧПУ на предприятии удастся получить следующие преимущества:

- универсальность;
- увеличивается объем выпускаемых изделий;
- автоматическая работа без дополнительных действий;
- повышается качество изделий;
- уменьшается количество деталей, уходящих в брак;
- детали идентичны друг другу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Слесарная гибка [Электронный ресурс] // URL: <http://pereosnastka.ru/articles/slesarnaya-gibka>
- 2) Макиенко Н.И. «Общий курс слесарного дела» - Москва: Высшая школа, 1980 - с.192.
- 3) Описание трубогибочного станка и принципов его работы, сферы применения таких станков [Электронный ресурс] // URL: <https://regionvtormet.ru/metally/opisanie-trubogibochnogo-stanka-i-printsipov-ego-raboty-sfery-primeneniya-takih-stankov.html>
- 4) Все о ЧПУ.ru [Электронный ресурс] // URL: <https://vseochpu.ru/dornovyj-trubogib-s-chpu/>

IMPROVEMENT OF PIPELINE BENDING TECHNOLOGY USING AUTOMATED EQUIPMENT

Mikheev Evgeny Aleksandrovich, e-mail: miheeff.zhenya@yandex.ru,
Khramova Oksana Dmitrievna, students, e-mail: oksana.khramova.1999@mail.ru;
Bobin K.N. Ph.D.

Novosibirsk State Technical University, Karla Marksa Avenue, 20,
Novosibirsk, 630073, Russia

Annotation

This article analyzed the technology of bending pipelines manually and using the simplest pipe bending device in cold and hot condition in order to identify existing problems. To improve the technology of bending pipelines, it was proposed the introduction of an automated mandrel CNC machine.

Keywords

Pipe bending, bending technology, bending methods.

УДК 67

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СТАПЕЛЬНОЙ СБОРКЕ

*Секерин Кирилл Андреевич, студент; Курлаев Николай Васильевич, д.т.н.,
проф.*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Секерин К.А., email sekerink97@gmail.com

Курлаев Н.В., email curlaev@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: Курлаев Николай Васильевич,

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Аннотация

В данной статье были сформированы технологические операции сборки для основных видов плоских панелей и узлов. Сформирована технологическая модель сборочного оборудования гибкого производственного модуля. Приведен пример метода поддержки автоматизированного процесса сборки панелей и узлов самолетостроительного предприятия.

Ключевые слова

технологический процесс сборки; панели; узлы; авиастроительное производство; гибкий производственный модуль сборки плоских узлов.

1. Введение

С каждым годом ужесточаются требования к вновь создаваемым

самолётам. Объективно это приводит к возрастанию объема работ, их сложности и, как следствие, увеличению стоимости программы, а в конечном итоге – цены самолёта. В процессе проектирования приходится решать трудные, как правило, противоречивые задачи. С целью снижения затрат и степени риска конструктору и производителям приходится использовать все новейшие достижения науки и техники, в том числе имеющийся в смежных отраслях промышленности.

Изготовление самолета начинается с изготовления деталей и завершается сборочными работами узлов, агрегатов, проведением стыковочных и монтажных работ на готовом изделии.

В настоящее время один из главных элементов производственного процесса изготовления авиационной техники считается сборочное производство. Основными факторами, определяющими специфику сборочных работ в самолетостроении, являются:

1) многодетальность самолета, а также большое разнообразие применяемых конструкционных материалов. Это приводит к разнообразию технологических процессов и средств их оснащения, усложняет планирование, контроль и учёт сборочных работ;

2) сложность производственных форм и малая жесткость большинства элементов конструкции, из-за которых становится необходимым применение многочисленной и сложной технологической оснастки;

3) высокие требования к качеству самолета в целом и его отдельным элементам, для обеспечения которых необходимы новейшие методы контроля, включая специальное оснащение;

4) широкое кооперирование производства существенно усложняет решение вопросов обеспечения точности и взаимозаменяемости элементов конструкции планера;

5) частая смена объектов производства из-за быстрого морального старения авиационной техники.

Продолжительность и трудоемкость сборочных работ в зависимости от типа самолета составляет от 30-56% всех производственных трудозатрат. Сборочные и монтажные работы охватывают сборку, монтаж оборудования и силовых установок, монтаж систем управления полетом и взлетно-посадочных средств, аэродромные работы по подготовке самолета к летным испытаниям и сдача его заказчику. Сборочно-монтажные работы характеризуются сложностью выполняемых работ, сравнительно невысоким уровнем механизации технологических операций сборки и монтажа, что влечет за собой большую трудоемкость изготовления продукции, невысокий уровень производительности труда.

Сборочные работы в зависимости от вида можно подразделить на узловую сборку - сборку узлов (лонжероны, нервюры, шпангоуты, створки люков); агрегатную - сборка отсеков, агрегатов, секций; общую сборку самолетов - сборку-стыковку отдельных агрегатов в целое изделие и проведение нивелировочных работ.

2. Материалы и методы

Целью работы является сокращения сроков на подготовку сборочных операций самолетостроительного предприятия за счет программной настройки параметров обобщенного технологического алгоритма с учетом применения гибкого автоматизированного оборудования с использованием разработанного метода поддержки процесса сборки панелей и узлов.

Метод поддержки автоматизированного процесса сборки панелей и узлов самолетостроительного предприятия включает в себя:

- структурный анализ состава рабочего места. Для каждого оборудования определяется множество выполнимых технологических операций (ТО);

- обобщенный технологический алгоритм информирование баз данных ТО сборки для всех видов деталей, собираемых на рабочем месте.

Для формализации технологического алгоритма выбран язык регулярных схем алгоритмов. На основе технологического алгоритма и базы данных составляют технологические процессы сборки выбранного вида детали. Детализируют технологические операции, рассматривая переходы, выполняемые оборудованием. Формируют технологический алгоритм в базе технологического оборудования, алгоритмы его работы.

Проводят моделирование ТП. Дополняют базу данных ТО, вносят изменения в алгоритмы работы оборудования. Рабочее место, на котором реализуется технологический алгоритм сборки панелей узлов, обладает свойством гибкости переналадки и в его состав входят обрабатывающие центры, следовательно, можно говорить о гибком производственном модуле сборки плоских узлов.

3. Результаты и обсуждения

Рабочее место, на котором реализуется технологический алгоритм сборки панелей узлов, обладает свойством гибкости переналадки и в его состав входят обрабатывающие центры, следовательно, можно говорить о гибком производственном модуле сборки плоских узлов (ГПМ СПУ). В ГПМ СПУ входит следующее оборудование (рис. 1):

- специализированные переналаживаемые приспособления с числовым программным управлением (СПП ЧПУ), обеспечивающие заданный аэродинамический контур по электронному шаблону;

- универсальный робот-манипулятор (УРМ), обеспечивающий установку (перенос из накопителя в зону установки) базовых сборочных частей (БСЧ) и основных деталей;

- инструментальные системы координатных измерений (СКИ) контролируют: положение захвата робота-манипулятора в зоне накопителя и точность установки деталей в процессе сборки в зоне СПП ЧПУ;

- автоматизированный накопитель (АН), который обеспечивает подачу и позиционирование БСЧ и основных деталей;

- роботизированное устройство, обеспечивающее соединение (РУС), с накопителем инструмента и оснастки,

– автоматизированное рабочее место (АРМ) ГПМ.

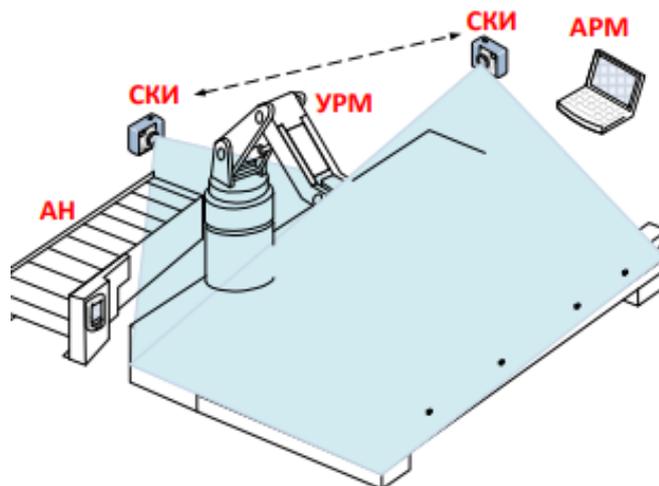


Рис. 1 Состав ГПМ СПУ

4. Выводы

Предложенный подход позволяет создавать гибкие производственные модули сборки плоских узлов, обеспечивающих сокращение подготовительно-заключительного времени на подготовку к реализации сборочного процесса, и как следствие – повышение производительности сборочных гибких производственных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов / Пекарш А.И., Тарасов Ю.М., Кривов Г.А. и др. - М.: Аграф-пресс, 2006. - 304 с.
2. Современные методы сборки летательных аппаратов [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.myuniversity.ru> - Загл. с экрана.
3. Zhang, Jie & Zhi-jia, Xu & Li, Yuan. (2010). Functional-features-based framework method for the rapid design of aircraft assembly fixture board. Proceedings - 2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems, ICIS 2010. 3. 10.1109/ICICISYS.2010.5658663.
4. Wang Yun-bo et al. Aircraft assembly process technology [M]. Beijing: national defense industrial press, 1984.
5. GU Yu-tian, LIAO Wen-he, LI Ying-guang. Research and Implement of Quick Design and Analysis for Assembly Fixture Board [1]. Machine Building & Automation, 2007.2, 36(1): 25-28.
6. Yu Gong-yan. Rapid design and distortion analysis for assembly fixture [D]. Xi'an: North Western Poly-technical University, 2004
7. Ren, He & Chen, Xi & Chen, Yong. (2017). The Methodologies of Reliability and Maintainability in the A380 Program. 10.1016/B978-0-12-812668-4.00011-3.

8. Mei Fan. Research and Implement on Design Technologies for the Typical Components of Aircraft Assembly Fixtures [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2007.

9. Федоров В.Б. Технология сборки изделий авиационной техники. Курс лекций. - Челябинск: ЮУрГУ, 2003. - 50 с.

10. Гусева, Р. И. Особенности технологии сборки планера самолета : учеб. пособие/ Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2013. – 133 с.

11. Самохвалов В.В. Особенности 3D моделирования стапельной оснастки в авиастроении

12. Павленко В. Н. Метод поддержки автоматизированного процесса сборки панелей и узлов самолетостроительного предприятия / В. Н. Павленко, В. В. Воронько, О. К. Погудина // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. - 2013. - Т. 17, № 4. - С. 24-28.

13. Automated assembly of aircraft wings [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2014/may/automated-assembly-of-aircraft-wings.html> - Загл. с экрана.

Improving the production process of aircraft parts on the slipway assembly

Kirill A. Sekerin, master's student

Kurlaev N.V., dc. sc.

Novosibirsk state technical University, 20 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073, Russia, tel. (913)005-48-19

Sekerin K. A., email sekerink97@gmail.com

Annotation

In this article, technological Assembly operations were formed for the main types of flat panels and nodes.

Production of the aircraft begins with the manufacture of parts and ends with Assembly work of nodes, aggregates, docking and installation work on the finished product.

A technological model of Assembly equipment for a flexible production module has also been formed. An example of a method for supporting the automated process of assembling panels and components of an aircraft-building enterprise is given.

The workplace where the technological algorithm for Assembly of panels of nodes is implemented has the property of flexible changeover and it includes processing centers, therefore, we can talk about a flexible production module for Assembly of flat nodes

Keywords

technological process of Assembly; panels; nodes; aircraft manufacturing; flexible production module for Assembly of flat nodes.

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПЕРЛИТНЫХ КОЛОНИЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ НАПЛАВКЕ

Федорино Анастасия Сергеевна, магистрант

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Федорино А.С., e-mail: fedorino.2016@stud.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: *Федорино Анастасия Сергеевна*, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20

Аннотация

Исследовано термическое влияние режима наплавки аустенитной проволоки на формирование микроструктуры в зоне термического влияния (ЗТВ) низкоуглеродистой стали при одном и двух проходах. Установлено, что в ЗТВ разнородного соединения произошли промежуточные превращения основного металла с образованием перистого перлита. Однослойная наплавка характеризуется меньшим содержанием новой структуры на границах перлитных колоний, наплавка в 2 прохода имеет более крупную зереную структуру и увеличенную протяженность ЗТВ. Показано, что под влиянием термического цикла образуется необходимый комплекс ферритно-перлитных структур, характеризующийся оптимальными показателями микротвердости.

Ключевые слова

Фазовые превращения; структурные превращения; феррито-перлитная структура; перистый перлит

1. Введение

В промышленности использование углеродистых сталей с перлитной и феррито-перлитной структурой находит широкое применение. Перлит является наиболее стабильной и устойчивой структурой, в сравнении с мартенситом или бейнитом. Кроме того, существуют некоторые важные проблемы, связанные с возможностью протекания структурных превращений в равновесном тонкопластинчатом перлите, полученном при наименьших возможных температурах перлитного распада при наплавке [1]. При наплавке важным является не только формирование бездефектного наплавленного слоя, но и отсутствие неблагоприятных структур в ЗТВ.

Целью настоящей работы является исследование структурных изменений в ЗТВ низкоуглеродистой стали при однослойной и двуслойной дуговой наплавке аустенитной проволоки.

2. Материалы и методы

Наплавка слоев производилась при помощи аппарата для дуговой сварки

с неплавящимся вольфрамовым электродом. На основу из стали 20 в феррито-перлитном состоянии наплавлялась присадочная аустенитная проволока Св-04Х19Н9 диаметром 1,2 мм в один и два слоя при силе тока 125 А. Структурные исследования проводили с использованием методов световой и растровой электронной микроскопии. Для сравнения свойств полученных структур оценивали микротвердость. Исследования выполнены на оборудовании ЦКП ССМ НГТУ.

3. Результаты и обсуждение

Особенностью дуговой наплавки при силе тока дуги 125 А является наличие перистой структуры перлита, которая образовалась при однослойной и двуслойной наплавках в зоне термического влияния (ЗТВ) (рис. 1). Толщина ЗТВ однослойной наплавки составляет 600 мкм, при двуслойной протяженность ЗТВ увеличилась на 20 мкм. В узкой зоне непосредственно рядом с границей раздела при двуслойной наплавке наблюдается образование крупных зерен, которые подверглись своеобразной термической обработке из-за повторного нагрева. Пластинчатая структура перлита изменилась на зернистую, границы – рваные и перистые. С использованием РЭМ установлено, что структура состоит из мелкодисперсного перлита, а перистая граница обусловлена появлением новых ферритных зерен (рис. 1 б). При двуслойной наплавке объемная доля новых ферритных зерен на границе перлитных колоний больше, чем при однослойной. При измерении микротвердости образцов значительных различий в данных не наблюдается: максимальное значение микротвердости наплавленных слоев составляет 450 *HV*, зоны термического влияния – 180 *HV*. В среднем, микротвердость обычного пластинчатого перлита составляет 200-250 *HV*, зернистого – 160-180 *HV*. Из этого следует, что новых более прочных структур в ЗТВ не образовалось.

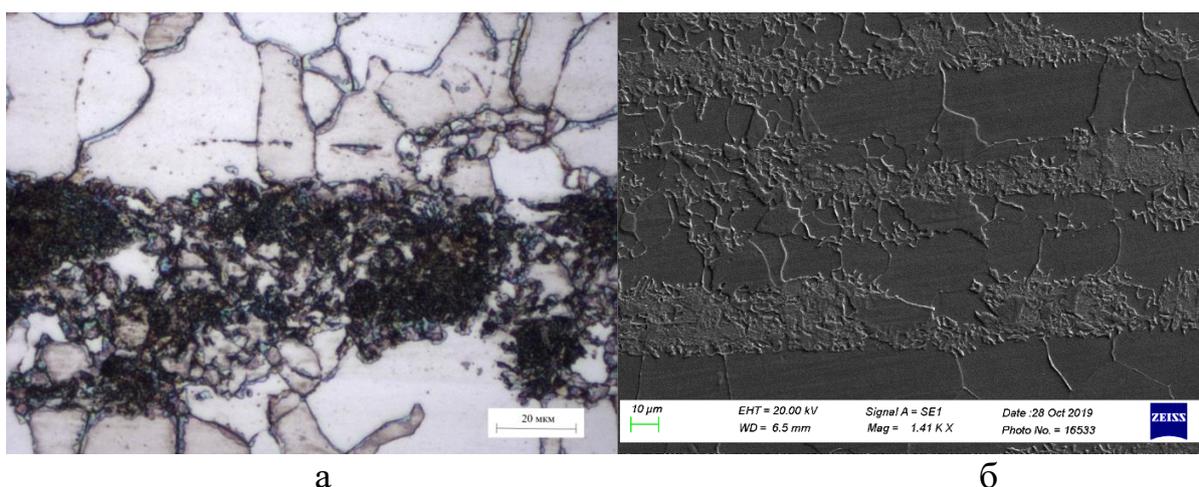


Рисунок 1 – Структура перлита в ЗТВ при 125 А: а – 1 слой; б – 2 слоя

4. Выводы

При исследовании изменений морфологии перлитной структуры низкоуглеродистой стали было установлено, что за счет повышения

температуры при наплавке и ускоренного отведения тепла структура пластинчатого перлита изменяется частично на зернистую. Колонии перлита приобретают перистое строение. Экспериментально установлено, что при наплавке в 2 прохода наблюдается рост зерна на границе сплавления, существенных структурных изменений нет, ЗТВ значительно не увеличивается, в сравнении с однослойной наплавкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Hot Cracking on Dissimilar Metal Weld between A106Gr.B and A312 TP316L with Buttering ERNiCr-3/ Lee S. H. // Metals. – 2019. – Vol. 9(5). – P. 532-533.

CHANGING IN THE MORPHOLOGY OF PEARLITE COLONIES OF LOW-CARBON STEEL UNDER THE INFLUENCE OF TEMPERATURE DURING SURFACING

Fedorino Anastasia Sergeevna, Master's Degree student,
e-mail: fedorino.2016@stud.nstu.ru

Novosibirsk state technical university, 630073, Russia, Novosibirsk, pr. Karla
Marksa, 20

Abstract

In this paper, the thermal influence of austenitic wire surfacing mode on the formation of a microstructure in the heat-affected zone (HAZ) of low-carbon steel with one and two passes has been investigated. It was found that intermediate transformations of the base metal with the formation of plumose pearlite in the HAZ of dissimilar compound were occurred. Single-layer surfacing is characterized by a lower content of new structure at the boundaries of pearlite colonies. Surfacing in 2 passes has a larger grain structure and an increased length of the HAZ. It is shown that under the influence of a thermal cycle a necessary complex of ferrite-pearlite structures is formed.

Keywords: phase transformation; structural change; ferrite-pearlite structure; plumose pearlite

УПРАВЛЕНИЕ НЕКВАДРАТНЫМ ОБЪЕКТОМ ПОЛИНОМИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Филушов Владислав Юрьевич, аспирант;

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Филушов В.Ю., email filiushov.vladislav@gmail.com

Адрес для корреспонденции: Филушов Владислав Юрьевич, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20

Аннотация

Рассмотрена модель объекта, имеющая две выходные величины и одно входное воздействие. В многоканальных системах, где число входов равно числу выходов, удается произвести компенсацию перекрестных связей, что позволяет управлять каждым каналом по отдельности. При воздействии одним входом на две выходные величины это невозможно, изменение одной переменной непременно влияет на другую. К примеру, в перевернутом маятнике на тележке невозможно стабилизировать не нулевой угол маятника при стабилизации определенного положения тележки. Но выполнение задания по положению тележки при стабилизации нулевого положения маятника, возможно. Автором статьи для решения описанной задачи модель объекта представлена в виде полиномиальных матриц, к которым применен полиномиальный метод синтеза. Результатом работы является стабилизация нулевого положения первого выхода и отработка задания на второй выход.

Ключевые слова

Неквдратный объект, полиномиальный метод, синтез, многоканальный объект, перевернутый маятник.

1. Введение

Объекты, имеющие один вход и один выход называются *одноканальными*. Если входов и выходов больше одного, например двух массовая пружина, то такие объекты называются *многоканальными*. Алгоритмы управления для многоканальных объектов с количеством управляющих воздействий равным количеству выходных величин, далее *квадратных*, более развиты по сравнению с системами, где количество входов и выходов не равно друг другу, далее *неквдратные*. К неквдратным объектам можно отнести *перевернутый маятник* [1], где входным воздействием является сила, направленная вдоль основания, а выходными положение основания и угол отклонения маятника. Так же линейная модель бокового движения высокоманевренного летательного аппарата на больших

углах атаки [2] является неквадратным объектом, где угол скольжения, угловая скорость крена, угловая скорость рыскания и угол крена являются выходными величинами, а угол отклонения элеронов и угол отклонения руля направления, входными. Разработку алгоритмов синтеза для такого рода объектов можно найти в следующих работах [3, 4]

Распространенным методом синтеза для одноканальных и многоканальных систем является *полиномиальный метод синтеза*. В диссертационной работе [5] рассмотрен этот метод синтеза пониженного порядка для многоканальных систем. Так же с помощью преобразования полиномов в работе [6] решена задача синтеза управления. В этих работах рассмотрены объекты, имеющие количество входов равному количеству выходов. Интересен вопрос, можно ли методы синтеза *квадратных* объектов перенести на *неквадратные*? Для синтеза нелинейных систем возможно применение линеаризации обратной связью [7, 8], которая может быть распространена на многоканальные объекты [9, 10].

2. Постановка задачи

Рассмотрим систему автоматического управления (САУ) с одним входным воздействием и двумя выходными. При описании такой системы будем пользоваться следующими обозначениями: $v \in R^{2 \times 1}$ - вектор задающих воздействий, $u \in R^{1 \times 1}$ - скалярное управляющее воздействие, $y \in R^{2 \times 1}$ - вектор выходных величин, $W_r(s) \in R(s)^{1 \times 2}$ - матричная передаточная функция регулятора (вектор строка), $W_o(s) \in R(s)^{2 \times 1}$ - матричная передаточная функция объекта (вектор столбец).

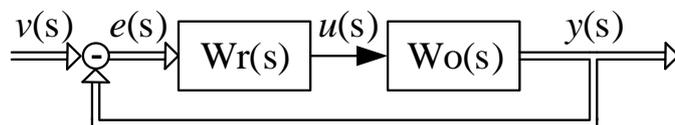


Рис. 1. Структурная схема САУ

Записав через полиномиальные матрицы получим

$$W_r(s) = Y^{-1}(s)X(s), \quad W_o(s) = N(s)D^{-1}(s). \quad (1)$$

Объект управления имеет два выходных канала $y_1(s), y_2(s)$. Задачей синтеза будет так же, как и в перевернутом маятнике на тележке стабилизация первого выхода $y_1(s)$ (угол наклона маятника) в нулевом положении $v_1(s)=0$ при одновременной обработке задания $v_2(s)$ на $y_2(s)$ (положение каретки).

Модель исследуемого объекта с одним интегратором в канале

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f g \cdot x_1 + p f \cdot u, \\ \dot{x}_2 = h \cdot x_1 + p \cdot u, \\ y_1 = x_1, y_2 = x_2, \end{cases}$$

перепишем в виде полиномиальных матриц, как в уравнении (1) и выберем параметры объекта следующего вида $p = 1, f = 1, g = 2, h = 1$, тогда

$$d(s) = s(s-1), N(s) = \begin{pmatrix} s \\ s+1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Система управления объект-регулятор показана на (рис.2)

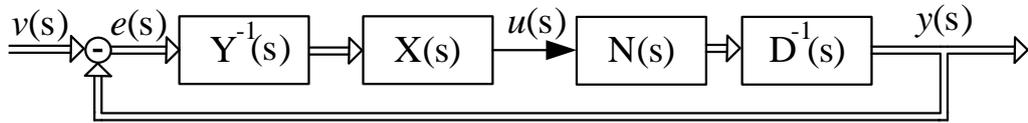


Рис. 2. Структурная схема замкнутой системы

Размерность составляющих объекта в таком представлении является $d(s) \in R^{1 \times 1}$, $N(s) \in R^{2 \times 1}$. Исходя из размеров объекта, регулятор выберем следующего вида

$$X(s) = \begin{pmatrix} x_1(s) & x_2(s) \end{pmatrix}, y(s) = y(s). \quad (3)$$

3. Синтез регулятора

Расчет коэффициентов регулятора производится в соответствии с полиномиальным методом синтеза. Для этого запишем передаточную функцию замкнутой системы через полиномы (1)

$$W_{cl}(s) = (N(s)X(s) + D(s)Y(s))^{-1} N(s)X(s), \quad (4)$$

откуда *характеристический полином замкнутой системы* (ХПЗС) имеет вид

$$C(s) = (N(s)X(s) + D(s)Y(s))^{-1}. \quad (5)$$

Подставив уравнение (3) и (2) в (5) и приравняв к желаемому ХПЗС

$$C_d(s) = (s-1)^2,$$

получим следующий регулятор $W_r(s) = \begin{pmatrix} 2 & 1 \end{pmatrix}$. Подставив полученный регулятор в (4) имеем

$$W_y^{11}(s) = \frac{2s}{s^2 + 2s + 1}, W_y^{12}(s) = \frac{s}{s^2 + 2s + 1}, W_y^{21}(s) = \frac{2}{s+1}, W_y^{22}(s) = \frac{1}{s+1} \quad (6)$$

Из передаточной матрицы (6) можно сделать вывод, что данный регулятор не обрабатывает задание по первому входу, а приводит первый вход к нулю, что и необходимо, учитывая конструкцию системы. Но при задании на первый выход мы будем иметь ошибку на втором выходе т.к.

$y_2(s) = \frac{2}{s+1}v_1(s) + \frac{1}{s+1}v_2(s)$. К примеру при $v_1(s) = 1$, $v_2(s) = 0$ в установившемся режиме $y_2(s) = 2$.

4. Выводы

На примере упрощенной модели перевернутого маятника показана возможность расчета полиномиальным методом регуляторов для неквадратных объектов. Для выполнения поставленной задачи получены два П регулятора, которые обеспечивают астатизм нулевого порядка у второго выхода. Для достижения астатизма первого порядка необходимо повысить степень регулятора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Рязских, М.Е. Семенов, А.Г. Рукавицын, О.И. Конищева, А.А. Демчук, П.А. Мелешенко. Стабилизация обратного маятника на двухколесном транспортном средстве // Вестник Южно-Уральского университета. Серия Математика Механика Физика. – 2017. – № 9 . – С. 41–50.
2. В.Н. Буков, В.Н. Рябченко. Вложение систем. Синтез регуляторов // Автоматика и телемеханика. – 2000. – № 7 . – С. 3–14.
3. В.Н. Буков, В.С. Калабухов, И.М. Максименко В.Н. Рябченко. Вложение систем // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 8 . – С. 61–73.
4. В.Н. Буков. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2006. – № 3 . – С. 41–48.
5. Бобобеков К.М. Полиномиальный метод синтеза многоканальных регуляторов с использованием матрицы Сильвестра: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. – Санкт-Петербург, 2019. – 192 с.
6. В.Н. Буков, В.В. Косьянчук, В.Н. Рябченко. Вложение систем. Полиномиальные уравнения // Автоматика и телемеханика. – 2002. – № 7 . – С. 12–23.
7. Marino R., Yomei P. Nonlinear control design: geometric, adaptive, and robust. – London; New York: Prentice Hall, 1995. – 396 p.
8. А.А. Воевода. В.Ю. Филюшов. Линеаризация обратной связью. Сборник научных трудов НГТУ. 2016. - № 2(84). С. 68–76
9. Воевода А.А., Филюшов В.Ю. Линеаризация двухканальной системы с нелинейным выходом при помощи обратной связи. Сборник научных трудов НГТУ. 2016. – № 4(86). С. 49–61
10. Филюшов В.Ю. Линеаризация нелинейного трехканального динамического объекта обратной связью. Научный вестник НГТУ. – 2017. – № 1 (66). – С. 74–85.

NON SQUARE OBJECT CONTROL BY POLYNOMIAL METHOD

Filiushov Vladislav Yurievich, postgraduate student,

email filiushov.vladislav@gmail.com

Novosibirsk state technical university, 630073, Russia, Novosibirsk, пр.

Karla Marksa pr., 20

Abstract

A model of an object with two output values and one input value is considered. In multichannel systems, where the number of inputs is equal to the number of outputs, it is possible to compensate for cross-links, which allows you to control each channel separately. This is impossible to act one input for two outputs quantities, a change in one variable will certainly affect the other. For example, in an inverted pendulum on a cart, it is impossible to stabilize the non-zero angle of the pendulum while stabilizing a certain position of the cart. To solve the described problem, the author of the article presents the object model in the form of

polynomial matrices, to which the polynomial synthesis method is applied. The result of the work is the stabilization of the zero position of the first output and the processing of the task for the second output.

Keywords

Non-square object, polynomial method, synthesis, multichannel object, inverted pendulum.

СЕКЦИЯ: БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

УДК 65.015

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ, ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ (ЛПУ)

Салин Николай Владиславович, магистрант;

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (923)189-44-41

Салин Н.В., email Nikolay-nasdaq@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Салин Николай Владиславович, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (923)189-44-41

Аннотация

Особенности организации, обеспечения радиационной безопасности, связанные с эксплуатацией радиационных источников при различной природе их воздействия на облучаемые объекты. Отражение особенностей организации и проведения мероприятий по эксплуатации радиационных источников, когда наиболее выделяемым фактором присутствует факт различной природы воздействия ионизирующего излучения на категории облучаемых лиц. [1 – 3]

Ключевые слова

Радиационный источник, пункт хранения, радиоактивные вещества, медицинская организация, радионуклидный генератор, радиофармпрепараты, дозиметр радиометр, эффективная доза.

Введение

Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности (радиационная безопасность), как предписывается и содержится в Федеральном законе от 09.01.1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», накладывают обязательства при организации мер безопасности в отношении всех категорий облучаемых лиц (население, персонал, пациенты, окружающая среда).

Подробно обратившись к содержанию и проведя анализ информации содержащейся в Федеральном законе №3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» содержится, что требуется исполнять в обязательном порядке, а именно: обеспечить такое состояние защищенности системы, здесь системой в первую очередь выступает «категория облучаемых лиц», куда входит персонал, население, пациенты, окружающая среда. Последнее можно объяснить тем, что человек безотрывно не может существовать от

окружающей среды, а также окружающая среда обязательная часть системы в жизни и обустройстве человека. Возникает вопрос, а зачем нам организовывать защиту, если уже давно известно, что ионизирующее излучение сама природа, в которой мы существуем, без которой попросту не существовало все живое на земле? Последнее и определяется главной задачей, а также как вытекает в дальнейшем, определяет качественную и количественную меру, вводит в исследование роль и участие прикладных дисциплин, которые основаны, прежде всего, с обязательным участием «точных наук».

Определение количественной меры воздействия на категории облучаемых лиц, выделяется главной задачей в проводимом исследовании существующих и наиболее используемых видах техногенных источников ионизирующего излучения на сегодняшний день. Ну что, давайте приступим к подробному изучению. [1 – 3]

Теория методика и материалы экспериментального исследования

Проводя исследование в настоящее время существующей системы радиационной безопасности в Российской Федерации, воспользуемся уже существующей наукой «Прикладной системный анализ».

Прикладной системный анализ, позволяем отразить существующую систему и составляющие части, а также позволяет произвести отображение на плане существующего предприятия системы здравоохранения, которое в повседневной деятельности осуществляет эксплуатацию радиационных источников, способных на первый взгляд оказывать различное воздействие на категории облучаемых лиц, а также определяемых на различные категории источников ионизирующего излучения.

Пример наиболее существующих категорий радиационных источников на базе предприятия системы здравоохранения, определяемого «медицинская организация». [1 – 3], [1 – 10]

Медицинская организация

Примем во внимание и исследуем факт наличия в лечебном учреждении, входящего в систему здравоохранения Российской Федерации различных категорий источников ионизирующего излучения, природа оказываемого воздействия на категории облучаемых лиц, а самое главное определим, каким образом осуществляется:

- количественная мера;
- степень ущерба и в чем он может быть выражен при индивидуальном изучении каждой категории источника ионизирующего излучения.

Главным вопросом, беспокоящим долгое время людей определяется, в чем это может быть выражено, а также что нам стоит опасаться в физическом смысле? Как видим для себя больше вопросов, чем ответов, но любой человек имеющий отношение к радиационной безопасности в профессиональной форме, скажет: «Это всего лишь так кажется на первый взгляд при отсутствии детального представления о действительности». Истина как всегда посередине! [1 – 10]

Федеральное законодательство

Используя и применяя элементы прикладного системного анализа, выделяя при этом в качестве изучаемой системы рядовое лечебное учреждение входящее в систему здравоохранения Российской Федерации, но при этом повседневно осуществляющего эксплуатацию радиационных источников различной категории, оказывающих различное воздействие на категории облучаемых лиц, а по-простому различных категорий источников ионизирующего излучения. [1 – 3]

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения

В соответствии с Федеральным законом ФЗ-52 от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» который, как известно, направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благополучную окружающую среду. Подробное изучение наиболее выделяет статью 11, статью 27. [1]

Радиационная безопасность населения

Ранее известный и употребляющийся автором ФЗ-3 от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» который, как известно, выделяет отношения, возникающие в области обеспечения радиационной безопасности населения и безопасности работ с источниками ионизирующих излучений. Настоящий Федеральный закон определяет правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья. В данном Федеральном законе, подразумевается термин «население», который в себя включает категории облучаемых лиц, содержащихся в нормативно-правовых актах к данному документу, именуемыми далее СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» НРБ-99/2009, СанПин 2.6.12612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» ОСПОРБ 99/2010.

В исследовании отмечается факт, на который стоит обратить особое внимание. В подробном изучении одной из статей документа ФЗ-3 от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения», приводятся уже некоторые уточнения: требования к обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения. Подробно данные требования указываются в статье №14 данного документа. Выделим наиболее значимое для исследования, которое также отобразим для читателя. [3 – 5]

Обеспечение безопасности категорий облучаемых лиц

На примере организации и проведения индивидуального дозиметрического контроля персонала объектов использования атомной энергии, одной из исследуемой нами медицинской организации, определяется «проведение индивидуального дозиметрического контроля внешнего облучения», «группового дозиметрического контроля внешнего облучения». В соответствии с таблицами 1, 2. [1 – 3], [5 – 10]

Гамма-радиометрия

Данное средство измерений, является инструментальным средством измерений, с помощью которого можно определить степень загрязненного рабочих поверхностей радионуклидами. Возникновение радиационной аварии на объекте использования атомной энергии будет ликвидироваться персоналом объекта, а контроль проведения инструментальных измерений о степени загрязненности рабочих поверхностей продуктами распада радионуклида, будет производиться дозиметром - радиометром. После проведения инструментальных измерений будет составлен акт, в котором будет зафиксирована и отражена информация о степени загрязненности рабочих поверхностей.

Дозиметр - радиометр поисковый МКС/СРП-08А с двумя блоками детектирования – зав №659 (изготовитель ООО НТЦ Амплитуда). В соответствии с рисунком 1.



Рис. 1. Дозиметр-радиометр МКС/СРП-08А с блоками детектирования

Таблица 1

Диапазон измерения величин за период контроля при текущем ИДК Внешнего облучения

Определяемая величина	Диапазон измерения, мЗв
$H_p(10)$	0,05мЗв - 500мЗв

Таблица 2

Допустимые относительные неопределенности определения индивидуального эквивалента дозы при ИДК внешнего облучения фотонами

Условия определения	Неопределенность, %
На уровне основных пределов дозы	+50; -30

Исследователь выделяет следующие термины, принимающие активное участие в степени контроля «профессиональное облучение»:

- годовая эффективная доза, усредненная за любые последовательные 5 лет (но не более 50мЗв в год);

- эффективная доза, доза облучения персонала в единицах нормируемых величин, являющейся мерой ущерба от воздействия излучения на человека.

Контроль профессионального облучения персонала, осуществляющего повседневную трудовую деятельность на объектах использования атомной энергии, радиационно-опасных объектах при проведении диагностического исследования с использованием радионуклидных генераторов, радиофармпрепаратов, характеризуется:

- неоднородным облучением тела гамма-излучением в широком спектре энергий;

- большой вариабельностью мощностей доз на рабочих местах;

- продолжительностью проведения исследований. Определяется нормируемая величина - эквивалентная доза внешнего облучения Hr_{10} . [4 – 10]

Заключение

Предварительно проведя исследование, определяется значительная роль в определении физической природы воздействия ионизирующего излучения от различных категорий источников ионизирующего излучения. Наиболее выделяемыми свойствами определения физической природы, выделяется определение нормируемых величин, а также количественной меры степени ущерба, которая в свою очередь на практике принята в качестве «эффективная доза». [6], [4 – 10]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 26.07.2019) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

2. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) "О радиационной безопасности населения".

3. Федеральный закон от 21.11.1995 N 170-ФЗ (ред. от 26.07.2019) "Об использовании атомной энергии".

4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 N 40 (ред. от 16.09.2013) "Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)" (вместе с "СП 2.6.1.2612-10. ОСПОРБ-99/2010. Санитарные правила и нормативы...").

5. "МУ 2.6.1.3015-12. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций. Методические указания" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.04.2012) (ред. от 20.05.2015).

6. "МУ 2.6.1.1892-04. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов. Методические указания" (утв. Главным

государственным санитарным врачом РФ 04.03.2004).

7. "МУ 2.6.1.2135-06. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками. Методические указания" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 08.11.2006) (ред. от 23.12.2010).

8. "МУ 2.6.1.3151-13. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований. Методические указания" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 20.12.2013).

9. Расчет и проектирование систем и средств безопасности труда (общие положения): учебное пособие / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 87с.

10. Расчет и проектирование средств индивидуальной защиты органов дыхания, зрения, слуха: учебное пособие / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский, Ю.А. Волков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 171с.

FEATURES OF ORGANIZATION, ENSURING RADIATION SAFETY OF RADIATION-HAZARDOUS PRODUCTIONS OF MEDICAL INSTITUTIONS (LPU)

Salin Nikolay Vladislavovich, master's degree student;

Novosibirsk State Technical University, Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073,
Russia, tel. (923) 189-44-41

Salin N.V., email Nikolay-nasdaq@mail.ru

Address for correspondence: *Salin Nikolay Vladislavovich*, Novosibirsk State
Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (923)
189-44-41

Abstract - Features of the organization, ensuring radiation safety associated with the operation of radiation sources with a different nature of their impact on irradiated objects. Reflection of the peculiarities of the organization and implementation of measures for the operation of radiation sources, when the most prominent factor is the fact of the different nature of the effect of ionizing radiation on the categories of exposed persons who carry out their daily work at nuclear facilities.

Keywords: Radiation source, storage point, radioactive substances, medical organization, radionuclide generator, radiopharmaceuticals, effective dose.

О ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ И АЭРОИОННОГО СОСТАВА ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ

*Игнатченко Юлия Константиновна¹, магистрант;
Научный руководитель доц. Коробенков А.Д.*

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-17-86

Игнатченко Ю.К., e-mail: julia.uu@bk.ru

Адрес для корреспонденции: Игнатченко Юлия Константиновна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-17-86

Аннотация

В статье предлагается провести взаимосвязь аэроионного состава воздуха с электростатическим полем. В начале излагается, как формировалось знание о аэроионном составе воздуха, его влияние на человека и окружающую среду. Описаны такие определения, как аэроионы, ионизация и ионизаторы. Электростатическое поле существует вокруг каждой заряженной частицы. Следовательно, его связь с аэроионным составом воздуха связана напрямую, ведь аэроион – это молекулы, несущие заряд. При наличии только положительных аэроионов, электростатическое поле может только усиливаться и пагубно влиять на человека. Поэтому, для его нейтрализации используются биполярные ионизаторы, которые могут создавать и отрицательные и положительные аэроионы. Поэтому, для улучшения условий пребывания человека в помещении, именно биполярный ионизатор более оптимален. Но, нельзя исключать и другие факторы риска, влияющие на человеческий организм в целом.

Ключевые слова: ионизация, аэроионы, аэроионный состав воздуха, напряженность электростатического поля, ионизаторы, окружающая среда

1. Введение

Для создания комфортных условий пребывания человека в помещении, нужно позаботиться не только о типичных вредных факторах (температура, влажность воздуха, освещенность и т.д.), но и улучшить качество воздуха – а именно аэроионный состав воздуха. Изучение аэроионного состава воздуха началось еще задолго до научно-технической революции. Проблемой аэроионификации занимался великий врач Гиппократ (400 гг. до н.э.), первым предложив создавать аэрации – специальные площадки для прогулок в горах, либо около моря. Так начинается зарождаться древнее врачевание человеческих

недугов – аэротерапия. Первыми попытками связать целебные действия воздуха с его электрическими зарядами относят к началу XVIII века, где уже создавались электростатические машины, применяемые для проведения электрических ванн. Но так ли это помогало [1]?

2. Материалы и методы исследования

М.В.Ломоносов в середине XVIII века занялся изучением аэроионного состава воздуха и его взаимосвязи с атмосферным электричеством. Он предполагал, что болезни человека связаны с нарушением способности нашего тела воспринимать атмосферное электричество. В связи с этим, люди увидели, что электричество может быть весьма полезна человечеству и уже в 1780 было впервые использовано статическое электричество для улучшения качества жизни окружающей среды. Опыт заключался в том, что шло воздействие статического электричества на сельскохозяйственные участки с семенами. Которые по итогу росли быстрее и овощи, и фрукты обладали лучшим вкусом и видом в целом. П. Бертолон, проводивший этот опыт, предложил электризацию воздуха помещений в профилактических и лечебных целях. Для этого была рекомендована именно отрицательная аэроионизация воздуха, как наиболее целебная. Но результаты для того времени были обнадеживающие [2].

В XIX веке началось стремительное изучение электричества. Многочисленные исследования разнились между собой, и разные авторы получали противоположные результаты. Изучение аэроионного состава воздуха на этом не закончилось. Большой вклад в развитие внес А.Л. Чижевский - российский биофизик, ученый, который первым заметил взаимосвязь аэронного состава воздуха с полярностью электростатического поля. В 1898 г. И. Эльстер и Г. Гейтель обнаруживают носители атмосферного электричества – ионы газов воздуха. Позднее Чижевский дает им точное название – аэроионы (АИ). Аэроионы - это мельчайшие комплексы атомов или молекул, несущие положительный или отрицательный заряд. В зависимости от размеров и подвижности, различают три группы аэроионов: легкие, средние и тяжелые. Отрицательные аэроионы (ОАИ) представлены кислородом, который легко захватывает извне свободные электроны, что и превращает нейтральные молекулы газа в отрицательные аэроионы. Положительные аэроионы представлены углекислым газом и азотом. Количество ОАИ положительно влияет на человека. Оно зависит от условий воздуха, времени года, часов суток, влажности, температуры и загрязненности воздуха. В 1 см³ живого воздуха в солнечный день находится около 1 тыс. ОАИ (табл. 1) [3]. У морей, гор и водопадов число достигает 5-15 тыс. А во время шторма в море – до 100 тыс ОАИ. Положительные аэроионы практически отсутствуют в таком воздухе. В городе же и в помещениях количество ОАИ может не превышать и 50% нормы, а ближе к концу рабочего дня падает до 5-10%. Число положительных аэроионов во много раз возрастает, что приводит к дурному самочувствию, усталости и снижению работоспособности. Исследования А.Л.Чижевского доказали, что кислород должен быть обязательно

ионизирован для сохранения человеческого здоровья [4].

Таблица 1

Число легких аэроионов в 1 см³ воздуха в различных местах земного шара

Местность и вид воздушного транспорта	Число аэроионов	
	положительных	отрицательных
Тихий океан	419	419
Средиземное море	901	586
Мюнхен	1110	880
Лионский залив	398	377
Ледник Алеч	2860	1820
Давос	1236	1006
Западная Исландия	1006	1006

Ионизация – это физический процесс отрыва электрона от молекул или атомов газов, в результате чего из одной нейтральной молекулы образуются две с разным зарядом: отрицательная, получившая «бонусный» электрон, и положительная, которая его потеряла [5]. Как и говорилось ранее, в окружающей среде ионизация воздуха происходит естественным путем, например, на море или в горах. Воздух в естественной среде ионизируется с помощью молний и космического излучения. Аэроионы и делают свежий природный воздух полезным человеку. Ионизация воздуха в квартире естественным образом не происходит, так как нет прямого воздействия ее природных источников. Поэтому человеку в будущем пришлось прибегнуть к специальному прибору – ионизатору (люстры Чижевского). Применение первых ионизаторов воздуха приходится на 20 годы XX века, так называемых люстр Чижевского [3]. Они показали замечательные результаты положительного влияния на организм животных и человека. В последствии работы и исследования различных ученых XX века привели к началу производства ионных генераторов. Это вызвало большой научный резонанс. Было получено много дополнительных полезных сведений о положительном влиянии ОАИ на человека. Но, так ли ОАИ полезны [6]? Чтобы воздух был полностью ионизирован и в нем присутствовали только легкие ОАИ, так полезные человеку, нужно учитывать массу факторов. Такие, как температура, электростатическое поле, относительная влажность воздуха, загазованность, скорость движения воздуха и т.д. Рассмотрим взаимосвязь аэроионного состава воздуха и электростатического поля [7].

Электростатическое поле - электрическое поле, создаваемое неподвижными (статичными) зарядами. В производственных и общественных помещениях электростатическое поле может создаваться различными электрическими приборами, видеодисплейными терминалами и различной оргтехникой [8]. В жилом же помещении отделка, мебель, различные покрытия, способные накапливать электростатический заряд при трении,

эксплуатируемое разнообразное оборудование, способное создавать электростатические поля и т.д. По статистике, большинство жилых и производственных помещений имеют выраженный недостаток легких ОАИ. При наличии электростатического поля концентрация легких положительных ионов примерно оптимальная, концентрация же легких ОАИ значительно ниже минимального допустимого уровня. Это неблагоприятно сказывается на организм человека, приводя к нарушению нервной системы, сердечным заболеваниям и различным недомоганиям [9]. Но, если к производственным и общественным помещениям применяют СанПиН 2.2.4.1294-03 [11] и особое внимание Роспотребнадзора для контролирования ситуации аэроионного состава воздуха, как нам ионизировать воздух в жилом помещении? Электростатическое поле является носителем четко направленных статичных зарядов. Аэроионы тоже представляют собой носители зарядов, но только они не имеют определенной направленности. При ионизации воздуха униполярным ионизатором (однополярным), происходит направленное воздействие и образуется электростатическое поле, замыкаясь в ближайшую поверхность. При ионизации воздуха биполярным ионизатором, дающим одновременно и положительные и отрицательные ионы, разрушается и нейтрализуется электростатическое поле, если оно уже было в помещении [10].

3. Вывод

Проанализировав и сделав вывод, можно сказать, что взаимосвязь аэроного состава воздуха и электростатического поля присутствует. Что электростатическое поле, что положительные аэроионы пагубно сказываются на здоровье человека, конечно, при концентрациях, превышающих норму. Поэтому для его нейтрализации лучше всего использовать биполярные современные ионизаторы, которые убивают двух зайцев сразу. При недостаточной концентрации ОАИ, наблюдаются головные боли, усталость, нервные расстройства, которые усугубляются присутствием электростатического поля. Вот, почему большинство людей чувствуют себя плохо, придя домой с прогулки в парке или же приехав с курорта, где был хороший аэроионный состав воздуха. Из-за недостаточно хорошего изучения данной проблемы нельзя уверять на все 100%, что именно состав аэроионного воздуха может так влиять на организм человека, нужно учитывать и другие факторы – возраст, образ жизни, заболевания, качество пищи и воды, потребляемые человеком. Так же производственные факторы, которые могут оказывать влияние на концентрацию аэроионов. Но, нельзя отрицать и теорию, что при ионизации воздуха и увеличении отрицательных аэроионов, путем нейтрализации электростатического поля можно создать для человека комфортные условия жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скипетров В.П. Аэроионы и жизнь. - Изд. 4-е, перераб. - Саранск: Тип. "Крас. Окт.", 2011. – 136 с.
2. Скипетров В.П. Аэроионы и жизнь. - Саранск: Тип. "Крас. Окт.", 1997. – 114 с.
3. Чижевский А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. - 2-е изд., - М.: Стройиздат, 1989. - 488 с.
4. Черный, Константин Анатольевич. Проблема оценки и взаимосвязи аэрозольного загрязнения и аэроионного состава воздуха рабочей зоны: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.26.01 / Черный Константин Анатольевич; [Место защиты: Балт. гос. техн. ун-т (ВОЕНМЕХ) им. Ф.Д. Устинова], Санкт-Петербург, 2013. – 43 с.
5. Черный К.А. Физические параметры и способы формирования биопозитивной воздушной среды в замкнутых помещениях: Дис. канд. техн. наук. – Пермь, 1999. – С. 49-59.
6. Черный К. А., Храмов А. В. Особенности и основные закономерности формирования аэроионного состава воздуха при проведении профилактических и физиотерапевтических сеансов в помещениях различного назначения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – №8 (109).– С. 196–200.
7. Плетенева Т. В., Максимова Т. В., Ходорович Н. А., Сыроешкин А. В. Аэроионы и среда обитания человека // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2012. – №2.–С. 28–34.
8. Петрякова О. Д., Алексеев И. С. Аэроионный состав воздушной среды воздуха рабочей зоны на примере учебного корпуса ВУиТ // ВЕСТНИК ВОЛЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В.Н. ТАТИЩЕВА. – 2009. – №8.–С. 105–108.
9. Р 2.2.2006-05. "Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" [Электронный ресурс]: утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".
10. МУК 4.3.1675-03. 4.3. Физические факторы. Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха. Методические указания. [Электронный ресурс]: утверждены Минздравом России 29 июня 2003 г. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".
11. СанПиН 2.2.4.1294-03 "Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений". [Электронный ресурс]: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22 апреля 2003 г. N 64. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ELECTROSTATIC FIELD AND THE AIR IONIC COMPOSITION OF INDOOR AIR

*Ignatchenko Julia Konstantinovna*¹, graduate student;

¹Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (383) 346-17-86

Ignatchenko J.K., e-mail: julia.uu@bk.ru

Address for correspondence: Ignatchenko Julia Konstantinovna,
Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (383) 346-17-86

Annotation

The article proposes to conduct a relationship between the air ionic composition of the air and the electrostatic field. At the beginning, it is stated how the knowledge about the aero-ionic composition of the air, its influence on humans and the environment was formed. Definitions such as aeroions, ionization and ionizers are described. An electrostatic field exists around every charged particle. Consequently, its connection with the aeroionic composition of the air is directly related, because aeroion is a charge-carrying molecule. In the presence of only positive air ions, the electrostatic field can only intensify and adversely affect a person. Therefore, bipolar ionizers are used to neutralize it, which can create both negative and positive air ions. Therefore, to improve the conditions for a person's stay in a room, it is a bipolar ionizer that is more optimal. However, other risk factors that affect the human body as a whole cannot be ruled out.

Key words: ionization, air ions, air ionic composition of air, electrostatic field strength, ionizers, environment

УДК 331.436

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛО-АБРАЗИВНОЙ ПЫЛИ ПРИ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКЕ

Копаненко Анастасия Сергеевна, Гуськов Анатолий Васильевич

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20.

Копаненко А.С., e-mail: kopanenko.2014@stud

Гуськов А. В., e-mail: a.guskov@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: *Гуськов Анатолий Васильевич*, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 7(383)346-29-76

Аннотация

В работе отображены замеры металлической и абразивной пыли на

рабочем месте чистильщика металла, отливок, изделий и деталей. Специальная оценка условий труда не полностью идентифицирует вредные и опасные производственные факторы в области рабочей зоны при пескоструйной обработке.

Ключевые слова: металло-абразивная пыль, промышленный контроль, СОУТ, пескоструйная обработка

При введении нового технологического процесса, такого как пескоструйная обработка, стандартный государственный подход к аттестации рабочего места не полностью идентифицирует вредные и опасные производственные факторы. Необходимо уделить внимание на процесс обработки с помощью абразивной фракции.

Согласно приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. N 33н (Приложение 2) [1] идентификация вредного и (или) опасного химического фактора производственной среды и трудового процесса, производится только на тех рабочих местах, где производят обогащение, добычу, производство и использование в технологическом процессе пылящих веществ, относящимся к аэрозолям преимущественно фиброгенного действия.

В соответствии с приказом N 33н определение концентрации вредных и опасных производственных факторов для рабочего места чистильщика металла, отливок, изделий и деталей должно производиться по следующим факторам [1]:

- физические факторы:
- микроклимат (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое излучение);
- виброакустические факторы:
- шум;
- инфразвук;
- ультразвук воздушный;
- общая и локальная вибрация;
- световая среда;
- тяжесть трудового процесса:
- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Проведен обзор научно-технической документации, согласно которой в процессе пескоструйной обработки, помимо перечисленных факторов, происходит выделение в воздух рабочей зоны абразивной и металлической

пыли [2,3].

Поэтому помимо специальной оценки условий труда для рабочих мест, связанных с пескоструйной обработкой и абразивными материалами, необходимо проводить производственный контроль.

Для определения концентрации и уровня вредных и опасных производственных факторов, на всех рабочих местах предприятия, проводят специальную оценку условий труда и замеры лабораторий завода (производственный контроль).

С декабря 2018 г. по август 2019 г. замеры проводились по таким веществам, как:

- пыль металлическая;
- пыль абразивная.

Результаты замеров на рабочем месте чистильщика металла представлены на рисунке 1.

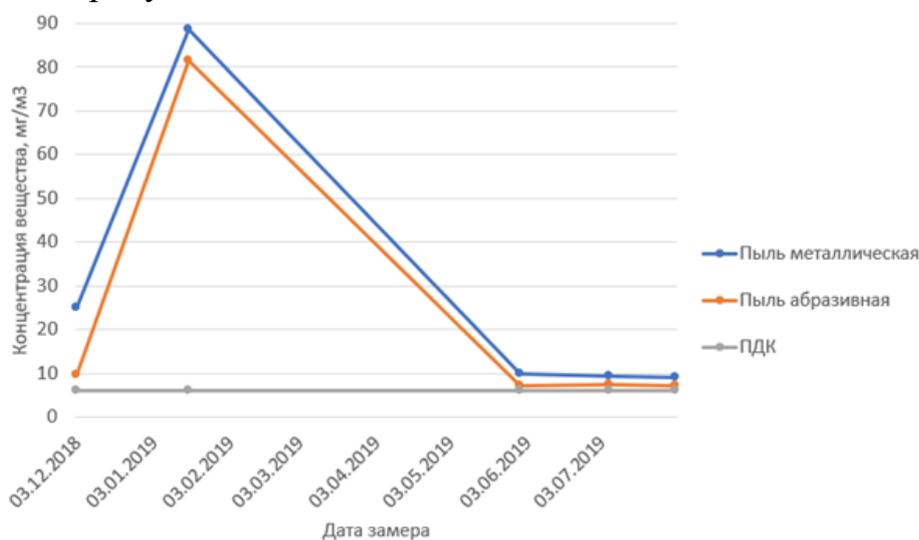


Рисунок 2 – Замеры металлической и абразивной пыли

В процессе пескоструйной обработки поверхность песчинки расщепляется на очень мелкие микрочастицы. Эти частицы размером менее 5-10 микрон и почти невидимые, они остаются в окружающем воздухе в течение очень долгого времени и вдыхаются рабочими и всеми, кто находится рядом с местом работ. Накапливаясь и укрепляясь в легких, они вызывают повреждение тканей легких, что, в свою очередь, приводит к проблемам с дыханием. Подобное состояние может перейти в силикоз, заболевание, которое может привести к летальному исходу.

Данные замеры свидетельствуют о том, что специальная оценка условий труда не всесторонне оценивает вредные и опасные производственный факторы, влияющие на работников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. N 33н "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению" (с изменениями и дополнениями).
2. Пыль металло-абразивная: образование и опасность/ И.В. Лузгин: материалы III Всероссийской молодежной научно-практической конференции. [«Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения»], Кемерово, 20-21 декабря 2018 // Труды конф. – С. 505.1-505.4.
3. Лазаренков, А. М. Исследование условий труда работающих в термических цехах/А. М. Лазаренков // Литье и металлургия. 2020. № 1. С. 125–128.
4. Копаненко А. С. Исследование концентрации металлической и абразивной пыли при пескоструйной обработке / А. С. Копаненко, А. В. Гуськов // Интеллектуальный потенциал Сибири : сб. науч. тр. 28 регион. науч. студ. конф., Новосибирск, 13–22 мая 2020 г. : в 3 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – Ч. 2. – С. 238–239. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-4226-5.

RESEARCH OF CONCENTRATION OF METAL AND ABRASIVE DUST AT SANDBRIDING

Kopanenko Anastasia Sergeevna, Guskov Anatoly Vasilyevich
Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marx Prospect, Novosibirsk,
630073, Russia

Abstract

The paper displays measurements of metal and abrasive dust at the workplace of a metal cleaner, castings, products and parts. A special assessment of working conditions does not fully identify harmful and dangerous production factors in the area of the working area during sandblasting.

Keywords: metal-abrasive dust, industrial control, sandblasting

АНАЛИЗ АВАРИЙ, ВЫЗВАННЫХ НАРУШЕНИЯМИ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

С.Н. Иванчик¹, И.С. Иванчик², О.В. Рослякова¹

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта
г. Новосибирск ivan_ilija@ngs.ru

² Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск

Для определения причины аварии вызванных нарушением правил технической эксплуатации судовой техники, наиболее длительного периода жизненного цикла в процессе механических нагрузок.

To determine the cause of an accident caused by a violation of the rules of technical operation of ship equipment, the longest period of the life cycle in the process of mechanical loads.

Эксплуатация судовой техники, как впрочем и большинства других технических объектов, наиболее длительный период их жизненного цикла. В процессе эксплуатации, происходящей в разнообразных условиях климатического воздействия, внешней среды, видах механических нагрузок, на предприятиях с различными требованиями к технологической и производственной дисциплине, задействованы многочисленные работники разной квалификации, опыта работы, практических навыков. В связи с этим, наибольшее число отказов техники возникает по причинам, связанным именно с особенностями её эксплуатации. К таким причинам относятся нарушение регламента технического обслуживания, несвоевременное выполнение ремонтных работ, применение несертифицированных расходных материалов, в том числе – горюче смазочных, превышения предельных нагрузок, неисправность, блокировка или отключение систем защиты и сигнализации, превышение предельных сроков эксплуатации и др.

Признаками нарушения правил технической эксплуатации техники служат: пластическая деформация деталей, риски, царапины, задиры на сопряженных поверхностях трения, обильный нагар на деталях двигателей внутреннего сгорания, коробление и появления цветов побежалости на поверхностях деталей, свидетельствующих об их перегреве и др.

Известно, что поломки и преждевременный износ деталей часто является результатом действия ряда причин. Расследуя отказы деталей произошедших при нарушениях правил технической эксплуатации на это необходимо обращать особое внимание.

На рисунке 1 показан клапан механизма газораспределения двигателя

внутреннего сгорания и его макроструктура в поперечном сечении. Клапан подлежит замене т.к. его тарелка повреждена многочисленными кавернами. Причиной повреждения тарелки можно назвать смещение волокон клапана при его механической обработке, хорошо заметное на поперечном макрошлифе. Смещение волокна при установке заготовки клапана на токарном станке при обработке привело к тому, что механические воздействия в сочетании с давлением горячих выхлопных газов оказались ориентированы неблагоприятно, поперёк волокон. Однако то, что тарелка клапана покрыта толстым слоем нагара, свидетельствует также о неправильной регулировке механизма газораспределения, что в действительности и привело к снижению эффективности работы двигателя и преждевременному выходу клапана из строя.

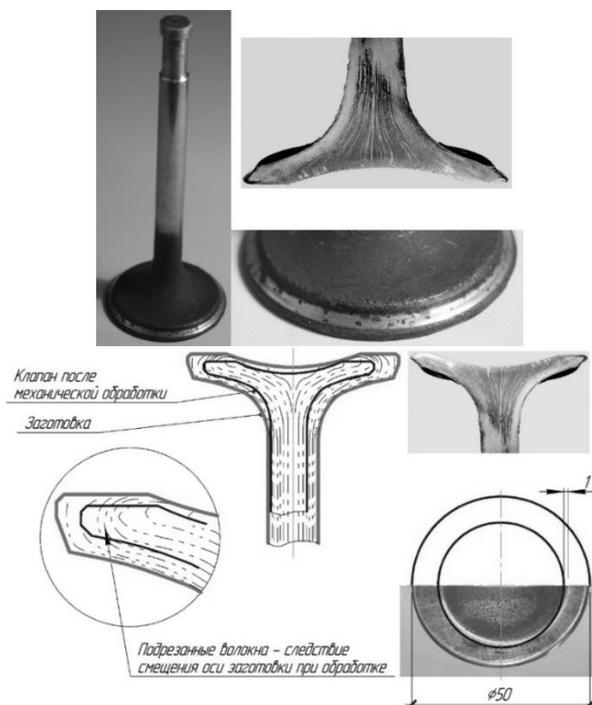


Рисунок 1 – Клапан механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания и его структура в поперечном сечении после эксплуатации

Поломка кулачкового вала, показанного на рисунке 2, произошла в сечении, ослабленном отверстием смазочного канала и несоосностью поверхностей опорной шейки и отверстия вала.



Рисунок 2 – Поломка распределительного вала механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания

Однако, формулируя причину его отказа, следует учесть также наличие задиров на опорных поверхностях шеек и оксидной плёнки, свидетельствующих о несоответствующей смазке и перегреве двигателя.

Также не одна, а ряд причин привёл к поломке поршневого пальца, показанного на рисунке 3.

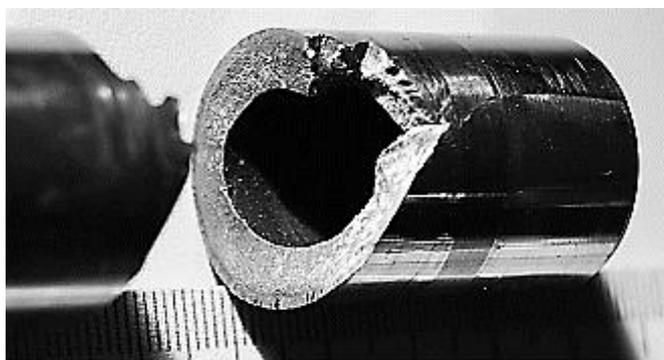


Рисунок 3 – Поломка поршневого пальца двигателя внутреннего сгорания

Поломке пальца способствовали его разностенность, полученная при механической обработке, а также сетка карбидов, образовавшаяся при цементации. Однако, как и в предыдущем случае, отмечаются признаки нарушения правил технической эксплуатации – царапины на рабочей поверхности и нагар в зазоре между поверхностями трения.

Об этих случаях можно сказать, что при условии соблюдения правил технической эксплуатации детали могли отработать положенный ресурс. В то же время, при отсутствии дефектов изготовления двигатель мог выработать свой ресурс и в данных условиях обслуживания, хотя и при снижении эффективности работы.

Далее рассмотрим анализ аварии, вызванных нарушениями правил технической эксплуатации на примере аварии судового дизеля фирмы *MaK*.

Двигатели, известные под маркой *MaK* – это среднеоборотные, четырехтактные дизели (рисунок 4). На судах применяются в качестве главных с приводом гребного винта через реверс-редукторы и для привода генераторов судовых электростанций. Двигатели имеют высокие показатели надежности и моторесурса.

К конструктивным особенностям двигателя относится исполнение шатуна с косым разъемом нижней головки. Такая конструкция позволяет

уменьшить нагрузку на шатунные болты, которые являются весьма ответственными деталями. Обрыв шатунных болтов приводит к тяжелой аварии всего дизеля: повреждению стержня и крышки шатуна, поршня, коленчатого вала, цилиндровой втулки, блока цилиндров.

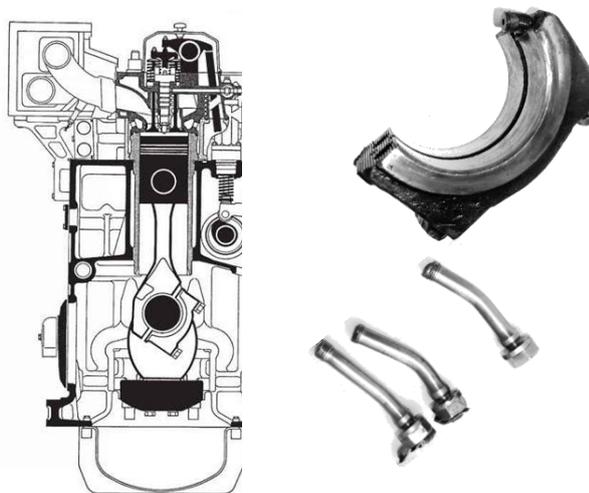


Рисунок 4 – Схема судового дизеля с косым разъемом нижней головки шатуна и оборванная нижняя головка

Причинами обрыва шатунных болтов могут быть:

- недостаточная, чрезмерная или неравномерная затяжка болтов;
- ослабление гайки болта во время работы дизеля вследствие неправильного стопорения или установки шплинта несоответствующего размера;
- перегрев и под плавление шатунного подшипника или большая эллиптичность шатунной шейки коленчатого вала;
- заедание поршня;
- значительное превышение частоты вращения коленчатого вала дизеля более предельно допустимого значения;
- плохое прилегание головки болта или гайки к опорной поверхности головки шатуна;
- неплотная посадка болта в отверстие головки шатуна;
- надрезы в резьбе, риски, забоины, трещины;
- усталость металла болтов;
- недостаточная жесткость кривошипной головки шатуна.

Для предупреждения обрыва болтов необходимо выполнять следующее:

- при остановке дизеля после продолжительной работы проверять состояние стопорных устройств и затяжку гаек болтов;
- если гайка затянута недостаточно или частично отвернулась, проверить остаточное удлинение шатунного болта;

- ослабленный болт снять и проверить его состояние;
- при каждой разработке шатунного подшипника проверить состояние шатунных болтов (вытяжку, состояние резьбы, наличие трещин, забоин и т.п.).

Для предупреждения перечисленных причин поломок при техническом обслуживании дизеля производят внешний осмотр болтов при помощи лупы не менее пятикратного увеличения. Резьбу болта проверяют резьбомером и наворачиванием гайки на всю длину нарезки (гайка должна туго наворачиваться вручную). Через 3-5 тысяч часов работы дизеля следует проверять остаточное удлинение (вытяжку) болтов измерением длины микрометром и сравнивать полученные результаты с первоначальными значениями. При среднем ремонте шатунные болты должны быть проверены на наличие трещин методами неразрушающего контроля.

По результатам дефектации, шатунный болт вместе с гайкой подлежит замене при обнаружении следующих дефектов:

- остаточное удлинение превышает предельное значение или болт имеет повреждение резьбы; трещины, забоины, надрезы, скручивания;
- ослабление гайки на резьбе или слабая посадка болта в отверстии;
- задир или заедание поршня;
- подплавление шатунного подшипника;
- значительное превышение частоты вращения коленчатого вала дизеля более предельно допустимого значения;
- остаточное удлинение болта, превышающее предельное значение или равное ему.

При капитальном ремонте шатунные болты подлежат обязательной замене независимо от состояния.

Для выяснения причин данной аварии судового дизеля фирмы *MaK* были исследованы:

- оборванные болты с фрагментами стопорных устройств (фасонные стопорные шайбы, болты крепления шайб) – рисунок 5;
- нижняя крышка шатуна с изогнутым, застрявшим в ней болтом – рисунок 6.



a)



б)

Рисунок 5 - Наружный вид головок поломанных шатунных болтов:
a – вид со стороны головки; *б* – общий вид



а)

б)

Рисунок 6 – Крышка шатуна с загнутым шатунным болтом:
a – вид со стороны головки болта; *б* – вид со стороны плоскости
 разъёма

Судя по конфигурации разорванных болтов и виду поверхности разрыва их разрушение произошло при действии растяжения с изгибом. Такие нагрузки могли возникнуть в случае размыкания крышки, которое должно было сопровождаться вытеканием масла из сопряжения коленчатого вала с вкладышем подшипника, перегревом и повреждением вкладыша. Изогнутый, оставшийся в крышке болт, был деформирован уже после полного размыкания и разворота крышки вокруг оси этого болта. Об этом свидетельствует направление деформирующих усилий.

Для исследования микроструктуры и твёрдости материала болтов они были разрезаны на образцы (рисунок 7). Отрезку производили угловой шлифовальной машинкой, диском толщиной 1,5 мм с охлаждением водой. Шлиф для микроструктурных исследований готовили в плоскости «А». Твёрдость измеряли по методу Роквелла алмазным индентором на твердомере конусном типа ТК-2 на специально подготовленных образцах в плоскости «Б» в соответствии с ГОСТ 9013.

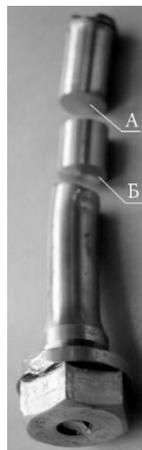
Результаты измерения твёрдости всех болтов приведены на рисунке 7. Характерная микроструктура показана на рисунке 8. Все болты прошли упрочняющую термическую обработку – закалку с высоким отпуском на твёрдость от HRC 19 до HRC 30. Микроструктура – сорбит отпуска.

Болт № 1



HRC 26 -
30

Болт № 2



HRC 24 -
29

Болт № 3



HRC 23 -
27

Болт № 4



HRC 19 -
22

Рисунок 7 – Поломанные шатунные болты, подготовленные для микроструктурных исследований (поверхность «А») и измерению твёрдости *HRC* по Роквеллу (поверхность «Б»)

Таким образом, материал шатунных болтов соответствует требованиям:

- ГОСТ Р 52627-2006. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний – класс прочности болтов 8.8;
- ГОСТ Р 53557-2009. Автомобильные транспортные средства. Болты шатунные. Общие технические требования и методы испытаний. В то же время о причинах обрыва нижней головки шатуна свидетельствует состояние стопорных элементов:
 - болт 1 (обозначение болтов номерами – произвольное), оставшийся в крышке, не имеет стопорных элементов;
 - болт 2 – стопорная шайба утеряна, вследствие перетяжки и последующей поломки болта крепления стопорной шайбы в головке шатунного болта;
 - болт 3, 4 – стопорные элементы на месте, их положение в момент обрыва крышки установит невозможно.

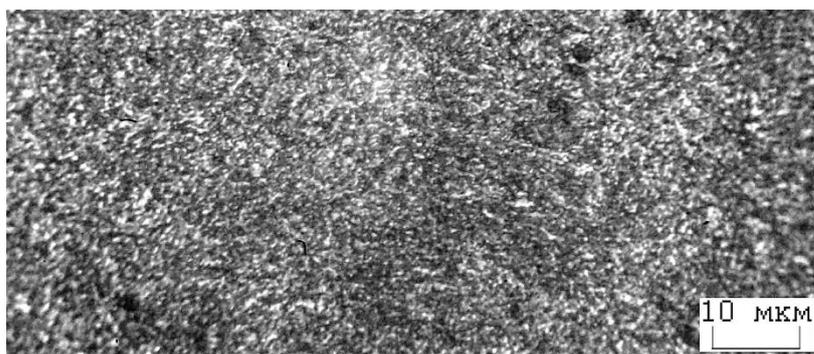


Рисунок 8 – Микроструктура стали всехразрушенных болтов – сорбит отпуска (*HRC* 25 - 30)

С учётом изложенного, очевидно нарушение правил технической эксплуатации дизеля, заключающееся в отсутствии контроля за состоянием шатунных болтов и их стопорных шайб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВАЛОВ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ. Иванчик И.С., Иванчик С.Н., Бастерс А.В. В сборнике: НАУКА. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБОРОНА. труды XVI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию Победы Великой Отечественной войне. 2015. С. 348-352.
2. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ДЕТАЛЕЙ СУДОВОЙ ТЕХНИКИ Токарев А.О., Иванчик С.Н., Иванчик И.С. Речной транспорт (XXI век). 2011. № 3 (51). С. 74-75.
3. АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПРОФИЛАКТИКА АВАРИЙ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОЙ ТЕХНИКИ. Токарев А.О., Иванчик С.Н., Иванчик И.С. А. О. Токарев, С. Н. Иванчик, И. С. Иванчик ; М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство морского и речного трансп., ФГОУ ВПО "Новосибирская гос. акад. водного трансп.". Новосибирск, 2010.
4. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВАЛОВ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ. Токарев А.О., Пеньков Р.Ф., Иванчик И.С., Иванчик С.Н. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2008. № 1. С. 187-191.
5. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ Пеньков Р.Ф., Токарев А.О., Иванчик И.С., Павлов С.В. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2007. № 2. С. 145-149.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ГРУЗОВ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ. ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ, КРИТЕРИИ

*аспирант, Гречухин Александр Вячеславович, доктор техн. наук,
Епифанов Владимир Борисович*

Самарский государственный технический университет, 443100, Россия,
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус

Гречухин А.В., e-mail grecwkf@mail.ru

Епифанов В.Б., e-mail htpkm@samgtu.ru

*Адрес для корреспонденции: Гречухин Александр Вячеславович, Самарский
государственный технический университет, 443100, Россия,
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус, тел. 89277046954*

Аннотация: Существующие способы оценки безопасности при транспортировке энергонасыщенных материалов (ЭМ) не в полной мере отвечает поставленной задаче, поскольку не учитывают сложное напряженно-деформационное состояние, в котором находится груз. В связи с чем в работе предложено устройство для испытания, моделирующее условия транспортировки ЭМ, при действии вибрационной нагрузки и трения с учетом собственного веса груза.

Ключевые слова: транспортная безопасность, энергетические материалы, взрывоопасный груз, вибрационная нагрузка

Актуальной проблемой в области обращения (ЭМ) являются задачи связанные с транспортной безопасностью.

Анализ существующих нормативных документов регламентирующих обращение ЭМ показал, что в них отсутствуют способы, устройства и критерии, с помощью которых можно было бы оценить реальную степень опасности при транспортировке взрывоопасных грузов [1-4]. Связано это с тем, что рекомендованные способы и устройства не рассматривают схематику процесса с позиций всех действующих на транспортируемый груз сил. Вибрационная нагрузка, внешнее трение между частицами ЭМ (для сыпучих) и вес груза (в штабеле по вертикале) остаются без внимания. Целостность заряда в снаряженном боеприпасе не рассматривается.

Оценка безопасности при транспортировке категорийных грузов сводится к оценке чувствительности при кратковременных нагрузках (удар, ударное трение) и даже длительное трение ЭМ, в условиях, описанных в [1] выполняется безотносительно к реальным условиям транспортировки.

В связи с вышеизложенным в СамГТУ разработан прибор, способы и

критерии позволяющие воспроизводить внешние силовые факторы в течении продолжительного времени. В приборе УДТ-1А, схема которого показана на рис. 1, на образец ЭМ действует вибрационная нагрузка, в диапазоне частоты, амплитуды и ускорения, соответствующая транспортной. В приборе имеется узел трения и пресс позволяющие имитировать вес груза и его перемещение в горизонтальной плоскости.

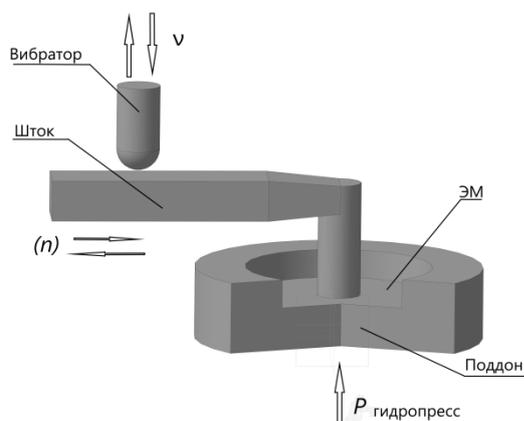


Рис. 3. Схема проведения испытаний ЭМ

В качестве способов и критерия предложено использовать как наиболее показательные - частоту взрывов и степень разложения, так и те которые учитывают вероятность изменения комплекса свойств ЭМ в процессе транспортировки.

Несмотря на наличие казалось бы большого количества документов которые «разрешают», «запрещают», «рекомендуют» и т.д аварии при транспортировке ЭМ и изделий из них происходят. Масштаб Арзамасской катастрофы огромен, когда при перевозке в железнодорожных вагонах детонировало 120 тонн гексогена погруженных в мешках [5]. Реальная причина случившегося до сих пор не названа.

Еще одним объектом повышенного риска при транспортировке являются боеприпасы, подлежащие утилизации. Поскольку от места складирования до места утилизации или уничтожения требуется их перемещение наземными видами транспорта.

Рассмотрим последнее с позиций внешних факторов действующих на боеприпас. В первую очередь нас интересует нагрузки на ЭМ. При транспортировке на корпус изделия, а через него на ЭМ передается вибрационная нагрузка. Известно, что автомобильное транспортное средство в зависимости от состояния дорожного полотна генерирует негармонические колебания в диапазоне: частота вибрации (ν) (1...60) Гц; амплитуда (A) (0,01-5,00) мм и перегрузка до 3 g.

Большой ассортимент подлежащих утилизации боеприпасов снаряжен СВВ в составе которых содержится тротил. В работе [6] показано, что в условиях непродолжительного (30...60) с действия вибрации, тротил способен к химическому разложению с образованием газообразных и

конденсированных веществ. Следует уточнить, что условия деформации ЭМ в боеприпасе и лабораторном эксперименте, описанном в [6] разные.

В тоже время наличие в конструкции отдельных видов боеприпасов зазоров и резьбовых соединений не исключает вероятность затекания в них легкоплавкого ВВ или кристаллического ВВ с флегматизатором. Моделирование таких условий деформации возможно с применением сборок (рис. 2) установленных на вибростенд. Факт затекания тротила в резьбовое соединение и его частичное разложение в результате вибровоздействия с частотой (14...25) Гц, амплитудой (0,5...2,5) мм и продолжительностью эксперимента 90 минут подтвержден.

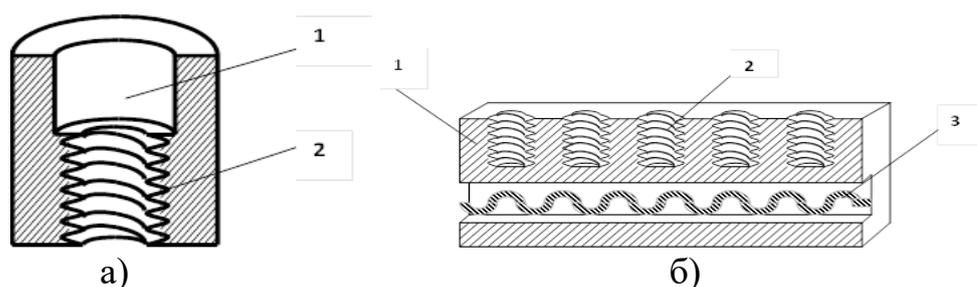


Рис. 4. Схема сборки:

- а) Сборка №1: 1 - выемка для ЖВВ; 2 – резьбовое отверстие
- б) Сборка №2: 1 – корпус; 2 – резьбовое отверстие;
3 – электронагревательный элемент

Практически не представляется возможным проконтролировать наличие или отсутствие изменений целостности заряда. То же самое относится к отсутствию возможности контролировать изменение ЭМ на молекулярном уровне, а также состояние параметров тонкой кристаллической структуры, т.е. разрушение отдельных кристаллов с генерацией структурно-физических дефектов.

Необходимо констатировать, что несмотря на наличие эффективных методов контроля последствий результатов вибровоздействия на состояние ЭМ (комплекс физико-механических и физико-механических свойств) для ЭМ, находящихся в оболочке сделать это не представляется реальным без извлечения содержимого. Для ЭМ транспортируемых в таре (мешки, контейнеры) отбор проб на анализ не представляет сложность. В связи с чем о наличии или отсутствии влияния вибрации в диапазоне амплитудно-частотных параметров характерных для транспортных средств на совокупность свойств можно судить, по результатам проведенного комплексного исследования с привлечением традиционных методов анализа.

Поскольку в реальных условиях на груз кроме вибрации (v , A) действует собственный вес (P), а в результате перемещений в горизонтальной плоскости и сила трения ($F_{тр}$) кристаллические ЭМ способны к прочностному разрушению. Доказано [6] что при прочностном разрушении в условиях совокупности действующих сил (v , A , P , $F_{тр}$) существует вероятность химических реакций на поверхностях разрушения, в результате которых в

локальных объемах свойства активированных ЭМ могут отличаться от исходных.

На основании экспериментально-теоретических исследований рекомендовано в качестве критерия оценки транспортной безопасности использовать показатель $a \cdot \tau_{всп}$, где $\tau_{всп}$ – время при достижении которого происходит воспламенение испытуемого образца. Для пороговых значений параметров вибрации регистрируется воспламенение испытуемых образцов гексогена с вероятностью (10...20) % за время от (60...300) минут.

1. Разработан прибор УДТ-1А для оценки транспортной безопасности ЭМ.

2. Установлено что при сочетании максимальных значений параметров вибрации, возникающих при транспортировке, существует вероятность воспламенения испытуемых образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Руководство по испытаниям и критериям // Организация Объединенных Наций. – Нью-Йорк – Женева. – ST/SG/AC.10/11/Rev.4. – 2003.

2. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Руководство по испытаниям и критериям. Пятое пересмотренное издание. Поправка 1 // Организация Объединенных Наций. – Нью-Йорк – Женева. – ST/SG/AC.10/11/Rev.5/Amend.1 – 2011.

3. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов. Том I // Организация Объединенных Наций. – Нью-Йорк – Женева. - ECE/TRANS/275 (Vol.I) – 2018.

4. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. Том II// Организация Объединенных Наций. – Нью-Йорк – Женева. – ST/SG/AC.10/1/Rev.17 (Vol. II) – 2011.

5. Арзамасская железнодорожная катастрофа [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Арзамасская_железнодорожная_катастрофа (дата обращения: 6.07.2020).

6. Логинов Н.П., Муратов С.М., Епифанов В.Б. Разложение тринитробензола под действием вибрации [Текст] / Логинов Н.П. [и др.] // Физика горения и взрыва. – 1988. – Т.24. – Вып.1. – С.130 – 132.

METHODOLOGY FOR ASSESSMENT OF TRANSPORT SAFETY OF EXPLOSIVE CARGO. ANALYSIS PROBLEMS. INSTRUMENTS, METHODS, CRITERIA

Grechukhin Aleksandr Vyacheslavovich, Ph.D. student, Post-graduate Student, e-mail grechwkf@mail.ru

Epifanov Vladimir Borisovich, D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail

Abstract: The existing methods of safety assessment during transportation of energy materials do not fully meet the task, because they do not take into account the complex stress-strain state in which the cargo is located. In connection with which the proposed test device simulating the conditions of transportation, EM and action vibration, and friction with the self-weight of the load.

Key word: transport safety, energy materials, explosive cargo, vibration load

УДК 666.3-127.7; 54.057

ФОРМИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ SiC_v/SiC ИСКРОВЫМ ПЛАЗМЕННЫМ СПЕКАНИЕМ ПРЕКЕРАМИЧЕСКИХ БУМАГ

Седанова Елизавета Павловна, аспирант; Кашкаров Егор Борисович, к.ф.-м.н., Лидер Андрей Маркович, д.т.н., Сыртанов Максим Сергеевич, к.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Седанова Е.П., email eps4@tpu.ru

Адрес для корреспонденции: Седанова Елизавета Павловна, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 43, тел. (913)825-62-24

Аннотация

Исследование направлено на синтез керамических композитов SiC_v/SiC , в которых в качестве основного материала выступит прекерамическая бумага с карбидокремниевым порошковым наполнителем. Для улучшения механических свойств материалов композит из прекерамической бумаги был послойно армирован карбидокремниевыми непрерывными волокнами. Исследовано влияние параметров спекания на механические свойства, фазовый состав и структуру полученных материалов. Показано, что прекерамические бумаги с SiC наполнителем, послойно армированные непрерывными волокнами SiC , могут быть использованы в качестве исходного сырья для быстрого синтеза прочных керамических композитов SiC_v/SiC .

Ключевые слова: карбид кремния, SiC волокно, искровое плазменное спекание, прекерамическая бумага.

1. Введение

Перспективность применения материалов на основе карбида кремния в качестве материалов газовых турбин, элементов двигателей внутреннего сгорания, режущих инструментов, а также конструкционных материалов в энергетике обусловлена физико-химическими свойствами данного соединения, среди которых можно выделить жаростойкость, конструкционную прочность при относительно небольшой плотности материала, устойчивость к коррозии [1]. Разработка композитов с керамической матрицей, армированной карбидокремниевыми волокнами (SiC_v/SiC), на сегодняшний день является перспективным подходом для создания материалов для аэрокосмической и ядерной отраслей [2, 3]. Существенным недостатком SiC керамики является ее хрупкость при механической обработке, что затрудняет использование в качестве материала для изделий сложной формы [4].

В работе рассматривается возможность получения керамических материалов на основе SiC_v/SiC , путем высокотемпературного спекания прекерамической бумаги [5]. Предполагается, что использование прекерамических бумаг при высокотемпературном спекании позволит получать керамические изделия сложной формы путем послойной укладки и механической обработки бумаги перед спеканием. Наиболее эффективным из методов спекания керамики на основе порошков карбида кремния является метод искрового плазменного спекания (ИПС), который позволяет получать плотные керамические материалы за короткий по времени цикл спекания без предварительной обработки исходного сырья [6]. Физико-химические свойства получаемых материалов возможно регулировать до требуемых значений при изменении параметров спекания бумаг.

Таким образом, цель исследования заключалась в анализе изменения состава и механических свойств композитов SiC_v/SiC , в зависимости от параметров ИПС.

2. Материалы и методы

Изготовление прекерамической бумаги подробно описывается в работе [5]. Процесс подготовки SiC композита с армирующими волокнами представлен на рисунке 1.

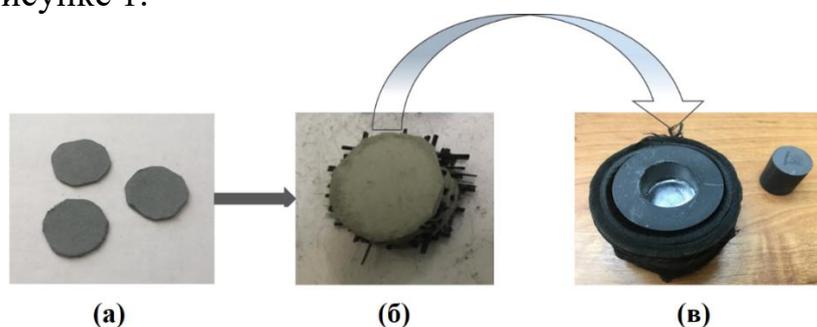


Рис. 5. Подготовка композита для искрового плазменного спекания

Синтез армированных композитов осуществлялся с использованием

установки SPS 10–4 (Advanced Technology, США). Спекание композитов проводилось при следующих параметрах: скорость нагрева – 180 °С/мин, температура синтеза – 2100 °С, время синтеза – 3-10 минут. Давление при синтезе композитов варьировалось от 20 МПа до 60 МПа. Для оценки влияния армирующих волокон была подготовлена серия образцов без волокон, синтезированная при тех же параметрах.

Анализ прочности на изгиб исследуемых образцов проводился на испытательной машине Gotech a17000m.

Синтезированные образцы были исследованы методом гидростатического взвешивания с целью определения плотности материала образцов. Анализ структуры и фазового состава осуществлялся методом рентгеновской дифракции на дифрактометре Shimadzu XRD 7000S (CuK α излучение).

3. Результаты и обсуждение

Зависимость плотности композитов от давления при синтезе представлена на рисунке 2. Наибольшее значение плотности композита SiC_v/SiC, полученного при 60 МПа и 10 минутах, составляло 2,61 г/см³.

На рисунке 3 представлены дифрактограммы прекерамической бумаги до спекания и синтезированных композитов.

На рисунке 4 показаны кривые нагружения-разгрузки армированного композита и композита без волокна.

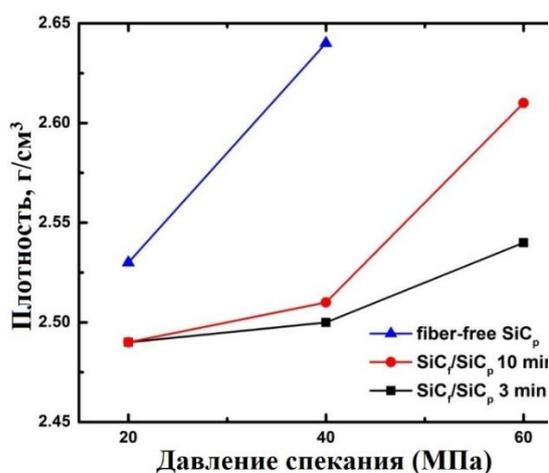


Рис. 2. Зависимость плотности композитов от давления при синтезе

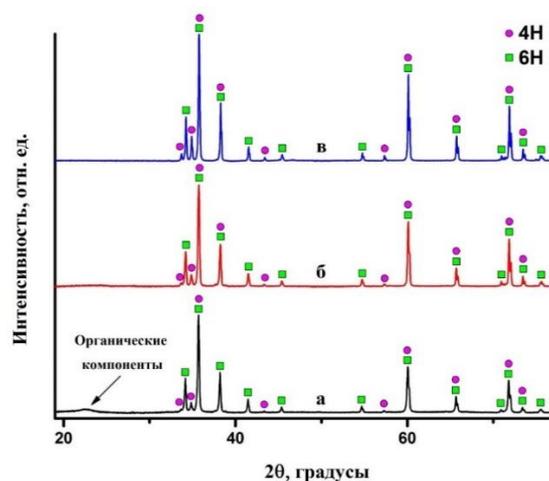


Рис.3. Дифрактограммы прекерамической бумаги (а), композита без волокна (б) и композита с волокном (в)

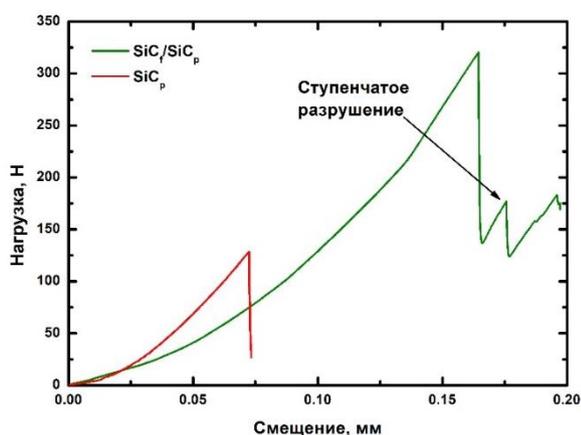


Рис.4. Кривые нагружения-разгрузки армированного композита и композита без волокна синтезированные при 40 МПа и длительности спекания 10 минут

4. Выводы

Анализ плотности композитов показывает, что добавление волокон приводит к снижению плотности. Для всех серий образцов, плотность композитов, выдержанных при максимальной температуре в течение 10 минут выше, чем в течение 3 минут. Также необходимо отметить, что плотность композитов увеличивается с ростом давления спекания. Наибольшее значение плотности композита SiC_в/SiC, полученного при 60 МПа и 10 минутах, составляло 2,61 г/см³.

Установлено, что фазовый состав синтезированных композитов SiC_в/SiC соответствует составу исходных прекерамических бумаг с карбидокремниевым наполнителем. Кристаллическая структура композита представлена α-фазами 6H-SiC (78%) и 4H-SiC (22%). Органические компоненты прекерамической бумаги удаляются в процессе спекания.

Прочность композитов SiC_в/SiC на изгиб увеличивается с увеличением давления спекания. Максимальное значение предела прочности 430 МПа достигнуто для композита SiC_в/SiC при давлении 60 МПа в течение 3 мин.

Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности НИ ТПУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nozawa T., Katoh Y., Kohyama A. Evaluation of tensile properties of SiC/SiC composites with miniaturized specimens // Materials transactions. – 2005. – V. 46. – №. 3. – P. 543-551.

2. Yang J., Dong S., Xu C. Mechanical response and microstructure of 2D carbon fiber reinforced ceramic matrix composites with SiC and Ti₃SiC₂ fillers // Ceramics International. – 2016. – V. 42. – №. 2. – P. 3019-3027.

3. Deck C. P. et al. Characterization of SiC–SiC composites for accident tolerant fuel cladding //Journal of Nuclear Materials. – 2015. – V. 466. – P. 667-681.

4. Lee Y., Mckrell T. J., Kazimi M. S. Thermal shock fracture of silicon carbide and its application to LWR fuel cladding performance during reflood //Nuclear Engineering and Technology. – 2013. – V. 45. – №. 6. – P. 811-820.

5. Travitzky N. et al. Preceramic Paper-Derived Ceramics //Journal of the American Ceramic Society. – 2008. – V. 91. – №. 11. – P. 3477-3492.

6. Noviyanto A., Han Y. H., Yoon D. H. Characteristics of SiCf/SiC hybrid composites fabricated by hot pressing and spark plasma sintering //Advances in Applied Ceramics. – 2011. – V. 110. – №. 7. – P. 375-381.

THE SiC_f/SiC CERAMIC COMPOSITES FORMATION BY SPARK PLASMA SINTERING OF PRECERAMIC PAPERS

Sedanova Elizaveta, postgraduate student; Kashkarov Egor, PhD; Lider Andrey, D.Sc; Syrtanov Maxim, PhD

National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk,
Lenin Ave., 30

Sedanova E., email eps4@tpu.ru

Abstract The project aims to develop composite ceramic materials SiC_f/SiC, in which preceramic paper with SiC powder filler using as a feedstock. The formation of composites from preceramic papers is a new direction in the synthesis of materials and provides the opportunity of creating complex shape structures with desired properties. Reinforcing silicon carbide ceramics by SiC fibers will improve the mechanical properties of composite materials. The materials was obtained by the method of spark plasma sintering. The influence of the sintering parameters on the mechanical properties, phase composition of the materials was investigated. It is shown that preceramic papers with SiC filler, layer-by-layer reinforced with continuous SiC fibers, can be used as a feedstock for the fast synthesis of strong SiC_f/SiC ceramic composites.

Key words: silicon carbide, spark plasma sintering, preceramic paper, SiC fibers

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФОРМА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОЗАБОРА ПО ДОЗЕ ХЛОРА И ОБОБЩЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВОДЫ*

Малкова Мария Александровна¹, Кантор Евгений Абрамович¹

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет, 450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1

Малкова М.А., email: kykyshka2009@mail.ru

Кантор Е.А., email: evgkantor@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Кантор Евгений Абрамович, Уфимский государственный нефтяной технический университет, 450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1, ауд. 356, тел. (987)4957417

Аннотация Проведены результаты исследования по поиску связи между содержанием хлороформа в питьевой воде поверхностного водозабора и параметрами, характеризующими качество воды (мутность, цветность, окисляемость), а также дозой хлора и расходом воды. Выявлено, что прогнозирование содержания хлороформа в питьевой воде на основании перечисленных параметров характеризуются низким значением коэффициента детерминации. Использование средних месячных значений параметров повышает степень связи, что позволяет использовать полученные регрессионные уравнения для долгосрочного прогнозирования концентрации хлороформа. Сопоставление средних месячных значений мутности, цветности, окисляемость, дозы хлора, расхода воды и концентраций ТГМ выявило, что максимум концентраций хлороформа смещен относительно других на 2-3 месяца. Уравнения, в которых учтено смещение показателей качества воды, имеют высокое значение коэффициента детерминации (0,97). Применение такого же смещения для временных рядов истинных концентраций позволяет получить уравнения с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,72$.

Ключевые слова: хлороформ, тригалогенметаны, мутность, цветность, окисляемость, расход воды, корреляционно-регрессионный анализ, поверхностный водозабор

1. Введение Качественное обеззараживание воды на водозаборе поверхностного типа определяется правильностью выбора дозы агента,

используемого для обеззараживания воды [1-5]. Необходимая доза хлорирующего агента устанавливается путём подбора дозы реагента и последующего контрольного определения остаточного хлора в воде. Результаты многочисленных исследований показывают, что с увеличением дозы активного хлора повышается концентрация компонентов тригалогенметанов (ТГМ), особенно хлороформа (ХФ) [6,7]. Среди общего количества образующихся ТГМ, на долю хлороформа приходится 70 - 90% [8]. Кроме того, хлороформ практически всегда присутствует в речной воде, являясь ее «фоновым» загрязнителем [1]. Присутствие в питьевой воде компонентов ТГМ даже в сравнительно малых концентрациях способно повысить риск причинения вреда здоровью потребителя воды [3].

2. Методика экспериментального исследования Нами выполнены исследования, исходными данными для которых послужили результаты многолетних определений качества питьевой воды в отношении ХФ на одном из поверхностных водозаборов, и параметров, описывающих состояние воды водоисточника (мутность, цветность, окисляемость), а также технологию ее обработки (доза хлора, расход).

3. Результаты и обсуждение Анализ временных рядов содержания хлороформа в течение 18-летнего периода, показывает, что и в речной, и в питьевой водах происходит снижение его содержания [9].

Результаты расчета коэффициента корреляции между дозой хлора и содержанием хлороформа в питьевой воде показывают наличие «умеренной» по шкале Чеддока силы связи ($r = 0,44$, где r – коэффициент корреляции).

Моделирование концентрации хлороформа в питьевой воде с учетом дозы хлора, мутности, цветности, окисляемости и расхода воды не позволяет получить уравнение регрессии с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,27$).

Таким образом, на основе истинных временных рядов не удастся сформировать регрессионные уравнения, достоверно описывающих содержание хлороформа в питьевой воде.

Свертка временных рядов позволяет описать состояние системы в годовом цикле (табл.).

Таблица - Изменение содержания хлороформа, дозы хлора, цветности, окисляемости, мутности и расхода воды поверхностного водозабора в годовом цикле (жирным шрифтом выделены максимальные значения параметров)

Месяц Параметр										0	1	2
Хлороформ м, мкг/дм ³	3,7	1,5	1,4	1,7	1,8	1,3	1,8	1,3	8,5	1,3	7,5	3,3
Мутность, мг/дм ³	,1	,1	,6	8,9	8,2	,6	,8	,4	,0	,3	,6	,5
Цветность,												

°Ц,	0,1	0,2	,2	9,1	9,6	7,6	5,3	6,8	5,8	3,2	3,5	2,8
Окисляемость, мг/дм ³	,7	,6	,4	,5	,9	,1	,6	,3	,2	,7	,5	,4
Расход воды, м ³ /с	26,5	37,4	89,3	39,9	56,1	62,0	29,7	10,0	70,8	71,4	93,8	56,2
Доза хлора, мг/дм ³	,1	,9	,9	,2	,5	,3	,9	,1	,7	,6	,4	,3

Уравнение регрессии, найденное по значениям параметров (табл.), свидетельствует о возможности его использования для оценки качества питьевой воды по содержанию хлороформа ($R^2 = 0,93$).

Анализ полученных зависимостей выявил, что максимум концентрации хлороформа в годовом периоде приходится на июль, в то время как для рядов окисляемость, цветность и расхода воды - на май, мутности - на апрель (табл.). Таким образом, среди анализируемых параметров максимум концентрации ТГМ приходится на более поздний месяц в годовом цикле. Остальные параметры опережают этот показатель на 1-3 месяца. Общее подобие кривых позволяет воспользоваться ими для прогнозирования содержания ТГМ. Учет запаздывания содержания ХФ по сравнению с максимумами цветности, окисляемости, мутности и расхода воды на 2–3 месяца приводит к повышению коэффициента регрессии ($R^2 = 0,97$).

Учет запаздывания применен и к временным рядам истинных концентраций. Уравнение регрессии для описания четырехлетнего периода позволяет получить $R^2 = 0,72$, что свидетельствует о «высокой» силе связи.

Выводы В связи с тем, что точность анализа определения хлороформа в питьевой воде составляет 26 – 42 % (в зависимости от диапазона концентрации), полученное уравнение можно считать вполне приемлемым для предварительной оценки содержания хлороформа в питьевой воде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vozhdaeva M.Yu., Tsypysheva L.G., Kantor L.I., Kantor E.A. Influence of chlorination on the composition of partly volatile organic contaminants of water // Russian Journal of Applied Chemistry.–2015. - 77(6). - 938-941
2. Малкова М.А., Кантор Е.А., Хусаинова И.А., Хузиахметова А.А., Ягафарова Г.Г. Качество воды по веществам и временным периодам, определяемое с помощью ранжирования // Г.Г. В сборнике: Современные проблемы экологии. доклады XV Международной научно-технической конференции. Под общей редакцией В.М. Панарина. 2016. С. 48-50
3. Малкова М.А., Вожаева М.Ю., Кантор Е.А. Оценка канцерогенного риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды водозаборов поверхностного и инфильтрационного типов // Вода и экология: проблемы и решения. 2018. № 1 (73). С. 59-64.
4. Nieuwenhuijsen MJ, Frellier J, Smith R, Iszatt N, Bennett J, Best N.

The epidemiology and possible mechanisms of disinfection by-products in drinking water //Philos Transact Math PhysEng Sci. -2009. -367(1904). - 4043-76

5. El-Shafy M.A., Grunwald A THM formation in water supply in south bohemia, Czech Republic //Water Research. –2000. -34(13). - 3453-59

6. Goncharuk V.V Drinking water: physics, chemistry and biology. Springer International Publishing, 2014

7. Rodriguez M.J., VinetteYa., Serodes J.B., Bouchard Ch. Trihalomethanes in drinking water of greater quebec region (Canada): occurrence, variations and modelling // Environmental Monitoring and Assessment.–2003. - 89(1) - 69-93

8. Platikanov S, Puig X, Martín J, Tauler R. Chemometric modeling and prediction of trihalomethane formation in Barcelona's water works plant // Water Research.–2007. - 41(15). - 3394-3406

9. Малкова М.А. Мониторинг хлорирования воды хозяйственно-питьевого назначения и поиск путей снижения содержания галогенорганических соединений в питьевой воде: Автореф. дис. ... канд. хим. наук: 03.02.08; [Место защиты: РГУ нефти и газа им. Губкина]. — Уфа, 2019. — 24 с.

* Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, номер для публикаций FEUR - 2020 - 0004 «Решение актуальных задач и исследование процессов в нефтехимических производствах, сопровождающихся течениями многофазных сред»

PREDICTION POSSIBILITY OF THE CHLOROFORM CONTENT IN SURFACE WATER INTAKE BY THE DOSE OF CHLORINE AND GENERALIZED WATER CHARACTERISTICS *

Malkova Maria Alexandrovna¹, PhD, Scientific associate

e-mail: kykyshka2009@mail.ru

Kantor Evgeniy Abramovich¹, D.Sc. (Engineering), Senior Researcher, Professor

e-mail: evgkantor@mail.ru

¹ Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov 1, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia, 450064

Abstract. The results of a study to find the relationship between the chloroform content in drinking water of the surface water intake and the parameters characterizing the water quality (turbidity, color, oxidizability), as well as the chlorine dose and water consumption, are carried out. It was revealed that predicting the chloroform content in drinking water based on the listed parameters is characterized by a low determination coefficient. Using average monthly parameter values increases the degree of connection, which allows using the obtained

regression equations for long-term forecasting of chloroform concentration. A comparison of the monthly average values of turbidity, color, oxidizability, chlorine dose, water flow, and THM concentrations revealed that the maximum chloroform concentration was shifted by 2-3 months relative to others. Equations that take into account the bias of water quality indicators have a high coefficient of determination (0.97). Applying the same bias for the time series of true concentrations allows us to obtain equations with the determination coefficient $R^2 = 0.72$.

Keywords: chloroform, trihalomethanes, turbidity, color, oxidizability, water consumption, correlation and regression analysis, surface water intake

*The work was performed within the framework of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation state task in the field of scientific activity, publication number FEUR - 2020 - 0004 “Solving urgent problems and researching processes in petrochemical industries accompanied by flows of multiphase media”

УДК 681.51

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Крамчанинова Ксения Сергеевна, студент-магистрант,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)452-88-12,
email ksundra1997@mail.ru

Научный руководитель Парахин Анатолий Михайлович, доцент, к.т.н.,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)017-62-74,
email paraxin@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: Крамчанинова Ксения Сергеевна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)452-88-12

Аннотация

В работе определено минимальное время предъявления, за которое оператор воспроизведет увиденную последовательность букв русского алфавита с заданной вероятностью. Установлена достоверность теоретически рассчитанные зависимостей.

Ключевые слова

Оператор, цифровые вычислительные устройства, автоматизированные системы управления, обработка данных.

С развитием цифровых вычислительных устройств большая часть интеллектуальных функций управления техническими объектами выполняется системой автоматического управления (САУ), которая способна функционировать без непосредственного участия человека. В случае, если имеются условия, при которых полная формализация задачи либо нецелесообразна, либо невозможна, создаются автоматизированные системы управления (АСУ), в которых человек-оператор включен как динамическое звено и представляет собой сложную систему.

Центральное место в деятельности оператора занимает решение тех или иных задач, возникающих в ходе процесса управления. Оператор имеет дело с проблемными ситуациями, он должен осмыслить их, выявить задачу и найти пути ее решения с учетом ограниченности во времени.

В связи с этим в начале исследования процесса восприятия и обработки информации человеком-оператором для выполнения поставленных задач было выбрано 16 человек для проведения испытания. Для работы использовалась программа для исследования оперативной памяти человека-оператора. Эксперимент проводился с параллельным предъявлением символов русского алфавита на информационном табло при времени индикации 0,25, 0,5, 1 и 2 секунды. За это время испытуемый должен запомнить символы и потом ввести их в специальное окно в программе.

Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

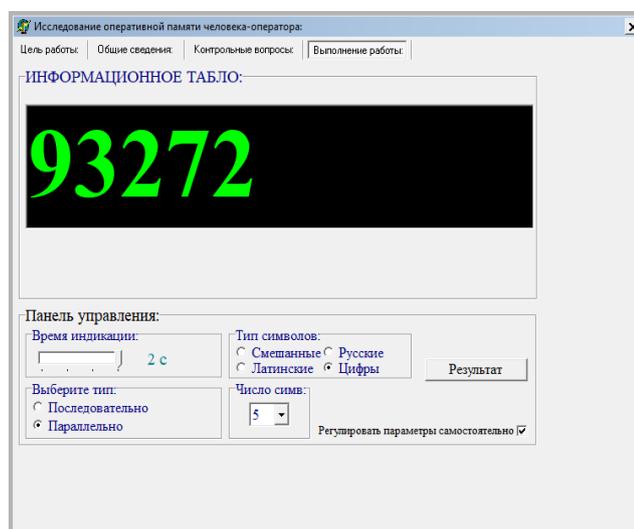


Рисунок 1 – Интерфейс программы

«Исследование оперативной памяти человека-оператора»

Опыт на определённом времени индикации, с заданным количеством символов и типом предъявления повторяется 10 раз для каждого испытуемого, затем параметры меняются.

Чтобы отразить общую тенденцию зависимости и сгладить случайные отклонения результатов, связанных с погрешностями самого наблюдения,

используем метод аппроксимации.

В ходе работы мы пользовались методом наименьших квадратов, который дает возможность так выбрать числовые параметры зависимости $y = \varphi(x)$, чтобы эта кривая наилучшим образом отображала экспериментальные данные. При данном методе требование наилучшего согласования кривой $y = \varphi(x)$ и экспериментальных точек сводится к тому, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от сглаживающей кривой обращалось в минимум.

Подберем методом наименьших квадратов параметры параболы второго порядка (квадратичной функции), полученной в ходе эксперимента зависимости. Для этого функцию $y = \varphi(x; a, b, c) = ax^2 + bx + c$ дифференцируем по a, b, c .

После получения системы уравнений и проведения ее расчета методом Крамера получаем квадратичное уравнение теоретической зависимости при параллельном типе предъявления 5 символов русского алфавита вида:

$$y = 3,534 x^2 - 1,746 x + 0,322$$

Для наглядности на основании эксперимента построим графики (рисунок 1,2) зависимости математического ожидания безошибочного воспроизведения от времени предъявления.

Таблица 1 - Теоретическая зависимость для 5 символов русского алфавита при параллельном предъявлении

t, с.	0,25	0,43	1,0	1,85
m	0,45	0,55	0,75	0,95

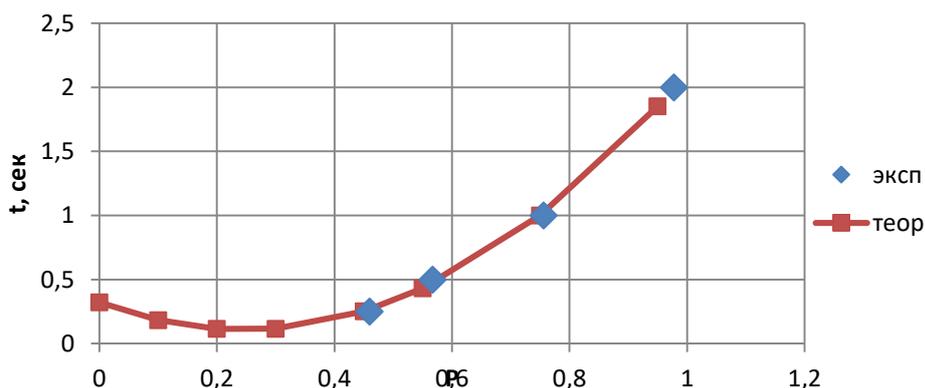


Рисунок 1 – Экспериментальные и теоретические значения математического ожидания верного воспроизведения 5 символов русского алфавита при параллельном предъявлении

Таблица 2– Доверительный интервал для 5 символов

последовательности русского алфавита (16 опытов)

t, с.	0,25	0,5	1	2
<i>m</i>	0,46	0,567	0,756	0,978
Доверительный интервал	$p_1=0,34$ $p_2=0,56$	$p_1=0,45$ $p_2=0,58$	$p_1=0,63$ $p_2=0,84$	$p_1=0,9$ $p_2=1$

Таким образом, можем сделать следующие выводы:

1. Графики зависимостей математического ожидания верного распределения от времени, построенные по квадратичным уравнениям, с рассчитанными коэффициентами, помогают определить минимальное время предъявления, за которое оператор воспроизведет увиденную последовательность знаков с заданной вероятностью.

2. Теоретически рассчитанные зависимости можно считать достоверными, т.к. значения, полученные в ходе эксперимента, попадают в доверительный интервал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ломов Б. Ф. Основы инженерной психологии. 2-е изд / Б. Ф. Ломов, Б. А. Душков, В. Ф. Рубахин, Б. А. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1986. – 448с.
2. Дунин-Барковский И.В., Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике – М., 2017, с.

Abstract

The article defines the minimum time that should be displayed in the indicated sequence of letters of the Russian alphabet with a given probability. The reliability of theoretically calculated dependencies is established.

Key words

Human-operator, automated control systems, digital computing devices, data processing.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ООО «ИКЕА ДОМ»

Тимченко Владислав Вячеславович¹, магистрант;

Усикова Оксана Владимировна^{1,2}, к.э.н., доцент

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т Карла Маркса, 20.

²Сибирский государственный университет геостратегий и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова 10.

Тимченко В.В., email: vladislavchik0106@mail.ru

Усикова О.В., email: o.v.usikova@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Тимченко Владислав Вячеславович,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т. Карла Маркса, 20, тел (923)-700-73-76

Аннотация

Наличие вредных и опасных факторов, негативных факторов пожара обуславливает актуальность исследования торговых помещений, в которых присутствует большое количество горючих материалов. В этой связи в статье проанализировано состояние охраны труда и пожарной безопасности в одном из торговых центров. В результате детального анализа локальной документации и фактического состояния организации процессов обеспечения безопасности был выявлен ряд недостатков, для каждого из которых предложены корректирующие мероприятия.

Ключевые слова: организация; охрана труда; пожарная безопасность.

На сегодняшний день в Российской Федерации сохраняется тенденция реализации большого количество пожаров, так за неполный 2020 год произошло около 150 000 пожаров, в частности около 10 пожаров в торговых центрах. Основной причиной пожаров является хранение в помещении легковоспламеняющихся веществ, использование неисправного оборудования, а также умышленные поджоги. В свою очередь в области охраны труда наблюдается стабильный негативный тренд по реализации несчастных случаев на производстве по вине «человеческого фактора». В этой связи проблемы, касающиеся состояния охраны труда и пожарной безопасности в организациях с массовым пребыванием людей являются очень актуальными. Одной из важнейших задач организации становится применение и формирование различных методов совершенствования обеспечения безопасности работников и посетителей.

Целью данной работы является исследование состояния охраны труда и

пожарной безопасности, а также разработка мероприятий по его совершенствованию в одном из торговых центров ИКЕА. За основу исследования взят анализ состояния охраны труда и пожарной безопасности в ООО «ИКЕА ДОМ» Новосибирск, так как в торговых центрах имеются различные вредные и опасные факторы, кроме того большое количество горючих материалов, которые создают угрозу для жизни и здоровья работников при пожаре.

В первую очередь было проанализировано состояние охраны труда в исследуемой организации. Руководителем предприятия на основании правового обеспечения данной сферы, базой которого является Трудовой кодекс Российской Федерации, в полной мере реализованы требования охраны труда. В особенности создана служба охраны труда, разработано Положение по охране труда и другие необходимые локальные акты, сформирована и внедрена система управления охраной труда в соответствии с ГОСТ 12.0.230.6-2018 Система стандартов безопасности труда [1]. К тому же руководство и специалисты организации, а также работники, производящие технические функции по обеспечению работы организации, несут ответственность за обеспечение охраны труда, неисполнение или ненадлежащее выполнение должностных обязательств по охране труда. Безопасность сотрудников, посетителей и лиц, работающих на территории организации, является наивысшим приоритетом, что отражено в Политике по охране труда.

В целях информирования сотрудников о состоянии условий и охраны труда, обучения и наглядности требований безопасности в организации имеются кабинеты и уголки охраны труда. В организации разработаны и вывешены визуальные баннеры, которые напоминают о требованиях охраны труда в торговле.

Несмотря на отмеченные положительные моменты в обеспечении охраны труда, в ходе анализа ее состояния были выявлены следующие недостатки:

- нарушены требования складирования материалов в соответствии с «Положением. Охрана труда при складировании материалов ПОТ РО-14000-007-98» [2];
- отсутствует комиссия по оценке состояния применяемых средств индивидуальной защиты и спецодежды, а также не разработано Положение об оценке их остаточного ресурса;
- не организовано проведение контроля за состоянием условий и охраны труда, фактический контроль осуществляет только специалист по охране труда, что является недостаточным.

В связи с выявленными недостатками, которые вполне устранимы, можно констатировать, что организация охраны труда на исследуемом объекте находится на достаточно хорошем уровне.

Во вторую очередь было проанализировано состояние пожарной безопасности в организации. Все здания ИКЕА оборудованы системами

противопожарной защиты и безопасности, кроме того особое внимание уделяется предупреждению пожара, извещению людей, присутствующих в здании, реагированию и предотвращению пожара, а также быстрой и безопасной эвакуации людей в случае появления угрозы.

Несколько раз в год все магазины проходят внутренний и внешний аудит и инспектирование по безопасности, в т.ч. на соответствие предписаниям противопожарного законодательства РФ и предписаниям международных норм и стандартов. Аудит осуществляется уполномоченными контролирующими органами, а также лицензированными российскими и зарубежными компаниями.

Проведенный анализ показал, что инженерные системы зданий обеспечивают не только безопасную эвакуацию, но и эффективное тушение пожара на ранней стадии его развития. Помимо инженерных систем в каждом торговом центре осуществляется мониторинг и физическая охрана объекта. При выборе решений и систем безопасности для центров основополагающими критериями являются надежность и безотказность их работы, срок службы и соответствие предписаниям законодательства РФ и международным стандартам. Необходимо отметить, что беспроводные системы охранно-пожарной сигнализации в торговых центрах не используются.

Однако в ходе исследования состояния пожарной безопасности на объекте была выявлена плохая слышимость эвакуационного оповещения в некоторых участках магазина, что создает определенные риски при наступлении пожара. При этом стоит отметить, что сотрудники хорошо обучены действиям при чрезвычайной ситуации и способны оказать посетителям необходимую помощь, не допустив паники. Поэтому в целом уровень организации пожарной безопасности в ООО «ИКЕА ДОМ» Новосибирск достаточно высокий.

Выявленные недостатки при анализе обусловили предложения по совершенствованию состояния охраны труда и пожарной безопасности в виде следующих мероприятий:

- создание комиссии по оценке состояния используемых средств индивидуальной защиты и разработка соответствующего документа «Положение о комиссии по оценке состояния используемых в организации средств индивидуальной защиты, спецодежды и обуви»;
- организация трехступенчатого контроля, который позволит своевременно выявлять слабые места в системе управления охраной труда;
- внедрение учета и анализа микротравм, которые повсеместно сопровождают сотрудников отделов, оценка возможных Near miss;
- при пожаре предусмотреть оповещение при помощи звуковой и световой сигнализации;

- при складировании обеспечивать удобную укладку и выемку материалов из стеллажей или других приспособлений, а также вести учет и отчетность всех имеющихся и поступивших материалов;
- для повышения уровня пожарной безопасности необходимо внедрить современные системы оповещения и пожаротушения для торговых залов, больших помещений.

В завершении отметим, что проведенный анализ пожарной безопасности и охраны труда, выявил ряд недостатков и нарушений, которые предложено устранить посредством корректирующих мероприятий, позволяющих улучшить состояние охраны труда и пожарной безопасности в ООО «ИКЕА ДОМ» Новосибирск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.230.6-2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Обеспечение совместимости системы управления охраной труда с другими системами управления.
2. Положение. Охрана труда при складировании материалов ПОТ РО-14000-007-98" (утв. Минэкономки РФ ОТ 25.02.98)

STUDY OF THE STATE OF LABOR PROTECTION AND FIRE SAFETY ON THE EXAMPLE OF «IKEA DOM»

Timchenko V. V., graduate student, email: vladislavchik0106@mail.ru

Ushikova O. V., Ph.D., associate professor, email: o.v.usikova@yandex.ru

Address for correspondence: Timchenko V. V., Novosibirsk State Technical University, 20, Prospect K. Marks, Novosibirsk, 630073, Russia, (923)-700-73-76

Abstract

The presence of harmful and dangerous factors, negative factors of fire determines the relevance of the study of commercial premises, which are present in a large number of combustible materials. In this regard, the article analyzes the state of health and fire safety in one of the trade cents. As a result of a detailed analysis of local documentation and the actual state of organization of safety processes, a number of deficiencies were identified, for each of which corrective measures were proposed.

Keywords: organization; labor protection; fire safety.

АНАЛИЗ ДАННЫХ СЕТЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СУБМИКРОННЫХ ФРАКЦИЙ АЭРОЗОЛЕЙ И ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ Г. НОВОСИБИРСКА

Романовская Наталья Александровна^{1,2}, *магистрант*, *Леган Марина Валерьевна*¹, *доцент*, *Рапута Владимир Федотович*², *главный научный сотрудник*

¹ Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

² Институт вычислительных технологий СО РАН, 630090, Россия, г.

Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6

Романовская Н. А., e-mail natusik2309@mail.ru

Леган М. В., e-mail legan_m@ngs.ru

Рапута В. Ф., e-mail raputa@sscc.ru

Адрес для корреспонденции: Романовская Наталья Александровна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Аннотация: В данной статье приведены результаты экспериментальных и численных исследований содержания субмикронных фракций аэрозоля и газовых примесей в атмосферном воздухе г. Новосибирска. В рамках линейного корреляционного анализа проведено сопоставление данных измерений субмикронных фракций аэрозоля (PM 2.5, PM 10), а также газовых примесей (CO, NO₂, SO₂, O₃, H₂S) в атмосферном воздухе г. Новосибирска на сети автоматических станций. Установлены достаточно тесные корреляционные связи между компонентами, отражающими связь с близкими по аэрозольному составу источниками примесей, находящимися в окрестностях станций.

Ключевые слова: атмосфера, аэрозоли, газовые примеси, PM_{2,5}, PM₁₀, статистический анализ, мониторинг загрязнения.

1. Введение

Исследование закономерностей и контроль процессов загрязнения атмосферного воздуха городов является актуальной задачей. Для этих целей на территории города создаются сети стационарных и передвижных пунктов измерения газового и аэрозольного состава атмосферы (станции). В состав взвешенных веществ могут входить тяжёлые металлы, сажа, полиароматические углеводороды. К основным источникам поступления частиц элементного углерода и органического углерода относится автотранспорт, котельные, ТЭЦ, промышленные предприятия. Эти примеси, находясь в атмосферном воздухе, оказывают влияние на иммунную систему

человека и развитие онкогенеза.

2. Материалы и методы

В настоящее время на территории г. Новосибирска функционирует сеть экспериментальных станций измерения в атмосферном воздухе концентраций субмикронных фракций аэрозолей с размером до 2.5 мкм (PM 2.5) и 10 мкм (PM 10), а также газовых примесей, таких как: монооксид углерода, оксид азота, оксид серы, озон, сероводород. Станции расположены на обширной территории города. Часть из них находится под непосредственным воздействием выбросов крупных автомагистралей (№ 1, 7, 9). Станция № 2 расположена вблизи ТЭЦ 5. Станции с № 5, 10 испытывают значительное влияние выбросов промышленных предприятий, частного сектора, а также автотранспорта. Станция № 3 расположена на территории Технопарка г. Новосибирска.

3. Результаты и обсуждение

В таблицах 1 и 2 представлены соответственно статистические характеристики данных измерений субмикронных фракций аэрозоля PM 2.5 и PM 10 в г. Новосибирске на сети автоматических станций за период 01.12.2019 г. по 30.03.2020 г. Наибольшее среднее значение характеристики PM 2.5 наблюдается на станции ул. Первомайская, 224, наименьшее – на станции Сибирская, 30 (14.6 и 11.6 соответственно). Наибольшее среднее значение характеристики PM 10 наблюдается на станции ул. Линейная, 33, наименьшее – на станции Сибирская, 30 (46,1 и 11.2 соответственно). Высокие значения характеристик PM 2.5 и PM 10 на станциях ул. Первомайская, 224 и ул. Линейная, 33 вероятно обусловлено близостью расположения автомагистралей и частного сектора.

Таблица 1

Статистические характеристики данных PM 2.5 в г. Новосибирске

Станция	Min	Ma	Ср. знач.
ул. Сибирская 30	0,1	150, x 4	11,6
ул. Первомайская 224	1,1	999, 9	14,6
ул. Николаева 11	0,4	919, 2	12,5
ул. Немировича-Данченко 119	0,3	710, 3	14,3
ул. Красноуфимская 10	0,34	700, 1	12,2
ул. Инженерная 20	0,5	999, 9	12,1
ул. Горького 14	0,2	160, 3	11,8
ул. Арбузова 4/26	0,4	930	11,7

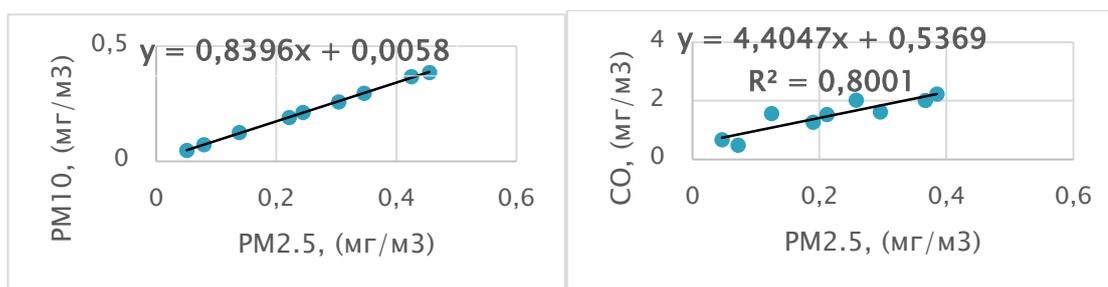
ул. Линейная 33	1	999, 9	14,2
поселок «Горки Академгородка»	0,2	154	11,8

Таблица 2

Статистические характеристики данных РМ 10 в г. Новосибирске

Станция	in	M	Max	Ср. знач.
ул. Сибирская 30	1	0,	174,2	11,2
ул. Первомайская 224	1	0,	685,3	19,2
ул. Николаева 11	4	0,	747,4	16,4
ул. Немировича- Данченко 119	6	0,	890,5	19,4
ул. Красноуфимская 10	4	0,	754	11,6
ул. Инженерная 20	5	0,	245,4	13,4
ул. Горького 14	4	0,	160,3	11,3
ул. Арбузова 4/26	4	0,	678	13,4
ул. Линейная 33	5	5	1999,9	46,1
поселок «Горки Академгородка»	5	0,	278	14,3

На рис. 1 представлены графики попарной корреляции компонентов на ул. Немировича-Данченко, 119 в период с 15.02 по 16.02.2020 г. В целом уровень корреляционных связей между аэрозольными и газовыми компонентами достаточно высокий, что, в свою очередь, указывает на единство их источников. В данном случае преобладающими являются выбросы автотранспорта. Наблюдается также определённая близость соответствующих угловых коэффициентов линейных регрессий. Концентрации РМ10 оказалась несколько выше, чем РМ2.5.



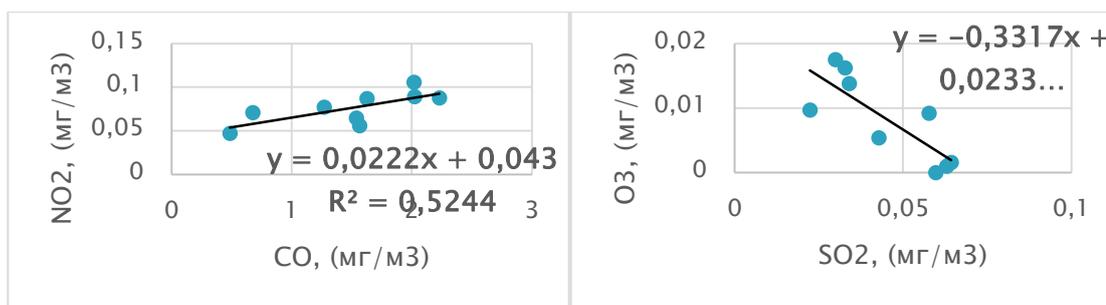


Рис. 1. Линейно-корреляционные связи между измеренными концентрациями PM 2.5, PM 10, CO, NO2, O3, SO2 (мг/м³) на ул. Немировича-Данченко, 119 в период с 15.02 по 16.02.2020 г.

4. Выводы

Проведён статистический анализ данных измерений субмикронных фракций аэрозоля и газовых примесей в атмосферном воздухе г. Новосибирска. Для каждой из станций установлены достаточно тесные линейные корреляционные связи между компонентами. Полученные зависимости могут быть обусловлены близкими по аэрозольному составу источниками примесей, находящимися в окрестностях станций и относящиеся, в первую очередь, к автомобильному транспорту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э.Ю., Чичерин С.С., Шарикова О.П. Состояние и перспективы сети мониторинга атмосферы в городах // Труды ГГО. - Л.: Гидрометеиздат. 1998. - Вып. 549. - С. 3-10.
2. Hu J., Wang Y., Ying Q., and Zhang H. Spatial and temporal variability of PM2.5 and PM10 over the North China Plain and the Yangtze River Delta, China. // Atmos. Environ. – 2014. – 95. – 598–609.
3. Masiol M., Benetello F., Harrison R. M., Formenton G., Gaspari F. D., and Pavoni B. Spa-tial, seasonal trends and transboundary transport of PM2.5 inorganic ions in the Veneto region (Northeastern Italy). 2015. – 117. – 19–31.
4. Pekney N.J., Davidson C.I., Zhou L., Hopke P.K. Application of PSCF and CPF to PMF-Modeled Sources of PM 2,5 in Pittsburgh // Aerosol Science and Technology. 2006. – V. 40. – P. 952-961.
5. Raputa V.F., Yaroslavtseva T.V. Numerical analysis of experimental studies of atmosphere deposition of contaminants in the vicinity of the Novosibirsk city // Bulletin NCC. Ser.: Numerical Analysis. – 2017. – Vol. 16. – P. 57–65.

ANALYSIS OF DATA OF NETWORK MEASUREMENTS OF SUBMICRON FRACTIONS OF AEROSOLS AND GAS IMPURITIES IN THE ATMOSPHERE OF NOVOSIBIRSK

Romanovskaya Natalya Aleksandrovna^{1,2}, Legan Marina Valerevna¹, Raputa Vladimir Fedotovich²

¹ Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Avenue, 20, tel. (913) 005-48-19

² Institute of Computational Technologies SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, pr. Akademika Lavrentieva, 6

Romanovskaya N. A., e-mail natusik2309@mail.ru

Legan M. V., e-mail legan_m@ngs.ru

Raputa V.F., e-mail raputa@sscc.ru

Correspondence address: **Romanovskaya Natalya Alexandrovna**, Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Avenue, 20, tel. (913) 005-48-19

Annotation

This article presents the results of experimental and numerical studies of the content of submicron aerosol fractions and gas impurities in the atmospheric air of Novosibirsk. Within the framework of linear correlation analysis, we compared the measurement data of submicron aerosol fractions (PM 2.5, PM 10), as well as gas impurities (CO, NO₂, SO₂, O₃, H₂S) in the atmospheric air of Novosibirsk at a network of automatic stations. Quite close correlations were established between the components reflecting the relationship with sources of impurities close in aerosol composition located in the vicinity of the stations.

Keywords: urban atmosphere, aerosols, gas impurities, PM_{2.5}, PM₁₀, statistical analysis, pollution monitoring.

УДК 621.642.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ТИПА «НОЖНИЦЫ» ДЛЯ ПОДЪЕМА РЕЗЕРВУАРОВ

Крохмаль Сергей Александрович¹, студент группы ЗФМ-012;

Поляков Юрий Олегович¹, к.т.н., доцент кафедры ГДУ

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Крохмаль С. А., email krohmal.98@mail.ru

Поляков Ю. О., email yu.polyakov@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: Крохмаль Сергей Александрович,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Аннотация

В данной работе рассмотрен пример усовершенствования стандартной технологии подъема резервуара при ремонте его основания или днища на примере вертикального стального резервуара объемом 10000 м³, проведен

технико-экономический анализ в рамках обоснования целесообразности совершенствования типовой технологической схемы, посчитан экономический эффект от внедрения предложенной конструкции в существующий технологический процесс.

Ключевые слова

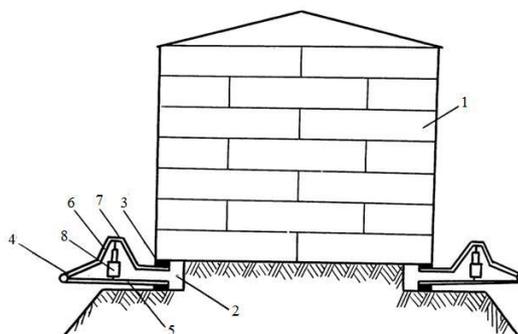
Ремонт резервуаров, подъемные устройства, способы подъема резервуаров.

1. Введение

В настоящее время в связи с активным развитием отраслей, связанных с добычей, транспортированием, и хранением больших запасов нефтепродуктов остро встает вопрос обслуживания резервуарных парков предприятий. В процессе эксплуатации резервуары подвергаются большим нагрузкам, что приводит к их интенсивному оседанию, нарушению проектного положения и преждевременному разрушению, приводящим к масштабным экологическим последствиям, что делает актуальной проблему ранней диагностики и своевременного ремонта резервуаров.

2. Теория

Использование предлагаемого изобретения позволит сократить время ремонта и повысить уровень безопасности при восстановлении проектного положения осевшего резервуара, поскольку ремонтные работы резервуара можно осуществлять без полного опорожнения его от нефтепродукта, следовательно, без зачистки, пропарки и приварки к его корпусу ребер жесткости [1]. Разрабатываемое устройство функционирует следующим образом (рис. 1). После осмотра резервуара и определения отклонений внешнего контура в подготовленные гнезда под днищем резервуара устанавливаются рычажные ножницы, при помощи рычагов 5 и 6 с помощью домкрата 8 воздействуют на горизонтальную платформу 7 верхнего рычага 6 и через опорный башмак 3 на дно резервуара 1. Башмак 3 начинает подниматься, производя подъем резервуара 1 на расчетную высоту относительно уровня осадка [1].



1 – резервуар; 2 – гнезда (ниши); 3 – опорный башмак; 4 – шарнир; 5,6 – рычаги;

7 – горизонтальная площадка; 8 – домкрат

Рисунок 1 – Общий вид применения устройства типа «ножницы» для восстановления проектного положения резервуара

Произведем технические расчеты для подъема резервуара РВС-10000. Из технических данных известно, что масса резервуара $m_p = 234346$ кг, а его диаметр $D = 34,20$ м [3].

Поскольку способ подъема резервуара с использованием устройства типа «ножницы» позволяет не производить полный слив нефти из резервуара, примем заполнение его на 10% от номинального объема. Исходя из расчетной высоты налива 11,20 м, высота столба нефти при десятипроцентной наполненности будет составлять 1,12 м при объеме $V_n = 1029$ м³.

Найдем массу нефти m_n при 10% наполненности резервуара:

$$m_n = V_p \cdot \rho, \quad (1)$$

где ρ – плотность нефти, принимается 889 кг/м³.

$$m_n = 1029 \cdot 889 = 915000 \text{ кг.}$$

Таким образом, суммарная масса резервуара, наполненного нефтью до заданной величины, будет составлять $M = 1150000$ кг.

Сила тяжести, действующая на основание и фундамент резервуара, рассчитывается по формуле (2):

$$F_T = g \cdot M, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения равная 9,81 м/с².

$$F_T = 9,81 \cdot 1150000 = 11280500 \text{ Н.}$$

Для удобства дальнейших расчетов целесообразно перевести полученную величину в кН, получим 11280,5 кН.

В соответствии с типовой технологией подъема резервуара стойки для подъема резервуара привариваются с шагом в 6 м [4], соответственно домкраты устанавливаются с тем же шагом, при модернизации технологии примем такой же шаг и для установки устройств типа «ножницы».

Таким образом, для выбранного конкретного резервуара, исходя из периметра резервуара 107,44 м, примем количество домкратов равным 18 шт. В связи с этим сила, действующая на одно приспособление, будет составлять 705 кН, что в переводе в килограммы составит ~ 77500 кг.

Промышленностью выпускается серия гидроцилиндров грузоподъемностью 100 тонн, которые могут быть использованы в описываемом устройстве.

Проектирование подъемного устройства типа «ножницы».

Первоначально требуется спроектировать модели верхней и нижней частей приспособления отдельно. После предварительного проектирования необходимо произвести прочностной анализ, для этих целей была использована система АРМ для КОМПАС 3D. Модель нижней стационарной части представлена на рисунке 2, а верхней на рисунке 3.

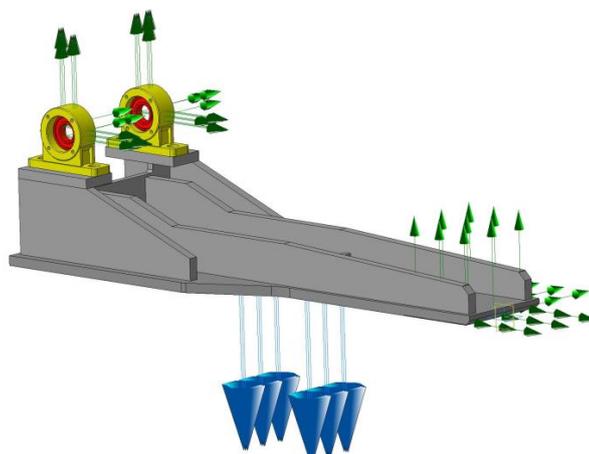


Рисунок 2 – Модель нижней части устройства типа «ножницы»

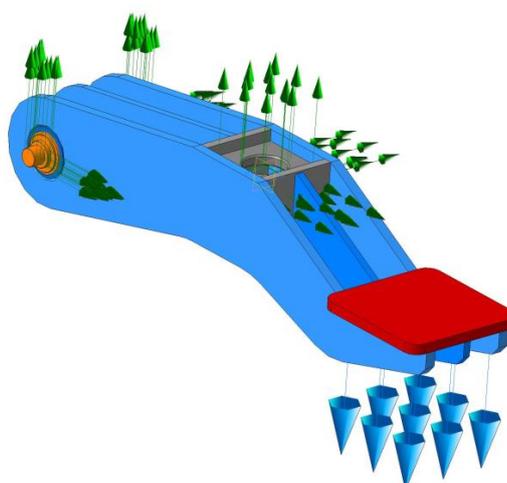


Рисунок 3 – Модель верхней части устройства типа «ножницы»
 При проектировании данной конструкции была применена сталь марки 3кп.

Статический расчет конструкции производился по:

- эквивалентному напряжению по Мизесу, которое характеризует момент исчерпания несущей способности путем сравнения эквивалентного напряжения с пределом текучести;
- суммарному линейному перемещению, данная величина характеризует изменение положения физического тела в пространстве при воздействии на него заданной силы;
- коэффициенту запаса по текучести, данный показатель дает диапазон возможных изменений предела текучести материала;
- коэффициенту запаса по прочности, показывающему способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных данных. Данные по этому параметру графически отражены на рисунке 4 и рисунке 5.

–



Рисунок 4 – Коэффициент запаса по прочности для нижнего структурного элемента

Минимальное значение коэффициента составляет 2,804, а максимальное 1000.

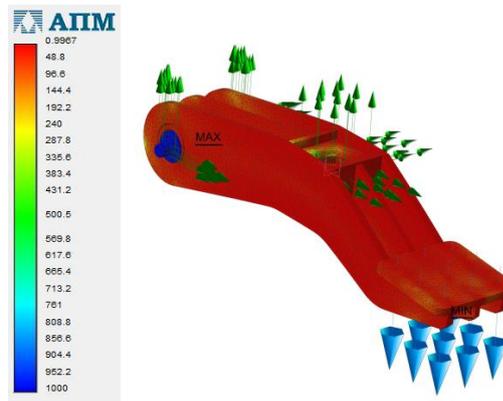


Рисунок 5 – Коэффициент запаса по прочности для нижнего структурного элемента

Минимальное значение коэффициента составляет 0,996, а максимальное 1000.

Общий вид устройства типа «ножницы» в сборе представлен на рисунке 6.

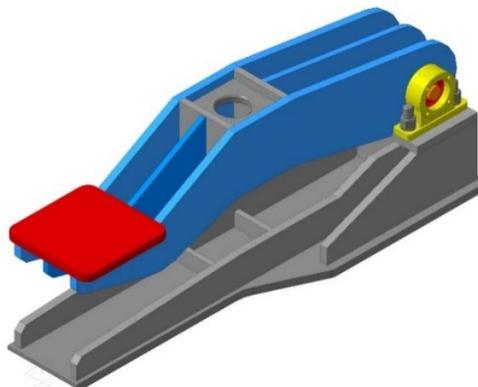


Рисунок 6 – Общий вид устройства типа «ножницы»

Таким образом, проведя все необходимые расчеты и проверив конструкционные элементы по параметрам, необходимым для безопасной эксплуатации конструкции, были выбраны оптимальные размеры элементов, а также выбран сортамент материалов для создания подъемного устройства типа «ножницы».

3. Выводы

Внедрение устройства типа «ножницы» позволит уменьшить затраты на процесс подъема резервуара в ходе производства ремонтных работ по сравнению с исходной типовой схемой. Например, стоимость работ, связанных с подъемом резервуара РВС-10000, по типовой схеме составляет 4274970 рублей, при использовании предложенного устройства будет составлять 664477 рублей, что дает экономический эффект 361000 рублей от внедрения устройства типа «ножницы» в процесс подъема резервуара при ремонте его основания или фундамента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устройство для ремонта резервуара : пат. RU 2 196 210 С2 ; МПК E04H 7/06 / Т.А. Кулибаев, Ф.А. Мамонов, Е.А. Аймурзаев, В.В. Попов ; "ИПТЭР". - 2000101635/03 ; заявл. 20.01.2000; опубл. 10.01.2003.
2. . Правила технической эксплуатации резервуаров // Г.К. Лебедев, В.Г. Колесников, Г.Е. Зиканов, О.Н. Лайков - М.: Недра, 1988. – 182 с.
3. РД-23.020.00-КТН-018-14. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000-50000 куб. м. Нормы проектирования. – ОАО АК «Транснефть», 2014.
4. СТО-СА-03-002-2009. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. - М.: РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА, 2009. – 205 с.
5. Чепур, П. В. Напряженно-деформированное состояние резервуара при развитии неравномерных осадок его основания: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 25.00.19 / Чепур Петр Владимирович. – Москва, 2015. – 181 с.
6. API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fourth Edition. – USA, Washington, 2009.
7. Ямамото, С. Напряжения и деформации, образующиеся в цилиндрических резервуарах вследствие неравномерного оседания основания / С. Ямамото, К. Кавано // Перевод с японского языка статьи из журнала “Нихои Кикай Гаккайси”, 1977, т. 80, №703, с. 534-539.
8. Ямамото, С. Расследование причины аварии нефтехранилища / С. Ямамото, К. Кавано. - Сан-Диего, Калифорния, 1976.

DESIGN OF A LIFTING DEVICE OF THE "SCISSORS" TYPE

Sergey A. Krokmal¹, student of the ZFM-012 group;

Yuri O. Polyakov¹, Ph. D., candidate of technical Sciences, associate Professor
of the Department of gas-Dynamic pulse devices, associate Professor

¹ Novosibirsk state technical University, 20 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073,
Russia, tel. (913) 005-48-19

Krokmal S. A. email krohmal.98@mail.ru

Polyakov Yu. O. email yu.polyakov@corp.nstu.ru

Correspondence address: Sergey A. Krokmal, Novosibirsk state technical
University, 20 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073, Russia, tel. (913) 005-48-19

Annotation

In this paper, an example of improving the standard technology for lifting a tank when repairing its base or bottom is considered on the example of lifting a vertical steel tank with a volume of 10,000 m³, a technical and economic analysis is carried out to justify the feasibility of improving the standard technological scheme, and the economic effect of introducing the proposed design into the existing one is calculated.

Keyword

Repair of tanks, lifting devices, methods of lifting tanks.

УДК 665.625.6-404

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕБАЗЫ

Фролова Вероника Сергеевна, магистрант; **Асеев Георгий Евгеньевич**,
кандидат технических наук.

Новосибирский государственных технический университет, 630073, Россия
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Фролова В.С., e-mail vfs1313@mail.ru

Асеев Г.Е., e-mail agebntstu@gmail.com

Адрес для корреспонденции: **Фролова Вероника Сергеевна**, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)005-48-19

Аннотация: В статье рассмотрены задачи обеспечения безопасности производственных процессов нефтебазы. Проанализирован технологический процесс предприятия, выявлены возможные опасные факторы, которые могут приводить аварийным ситуациям. Для предотвращения аварий и пожаров предложены меры защиты. Для защиты от воздействия молнии предложена и рассчитана молниезащита нефтебазы и необходимое

заземляющее устройство, отвечающие нормативным требованиям. Результаты расчётов позволили определить необходимые конструктивные параметры средств противопожарной защиты и требований безопасности персонала.

Ключевые слова: резервуар; нефтебаза; авария; пожар; молниезащита; заземляющее устройство; коррозия.

Нефтяная промышленность, является одной из важнейших составляющих экономики страны, оказывает значительное влияние на развитие других отраслей. Число аварий на нефтебазах каждый год не имеет снижения. Произошедший разлив топлива на любом объекте нефтяной промышленности влечет за собой экологический и экономический ущерб. Выделен ряд причин, которые влияют на аварийность:

1. Воздействия природного и техногенного характера (воздействия молнии и искрообразование по различным причинам)

2. Физические факторы воздействия (коррозия оборудования, физический износ оборудования)

Цель работы является исследование процесса работы нефтебазы и разработка мероприятий для повышения безопасности эксплуатации нефтебазы.

При выполнении настоящей работы ставились следующие задачи:

1. Разработка молниезащиты и конструкции заземляющего устройства;

2. Повышение устойчивости оборудования к воздействию коррозии;

3. Выбор эффективных средств пожаротушения

Молниезащита это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом. Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод — устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю. На нефтебазе установлены стержневые молниеотводы, которые обеспечивают защиту от возникновения искр и пожаров.

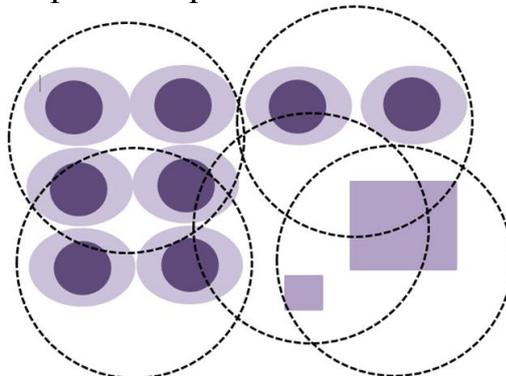


Рис. 1. Схема расположения резервуаров нефтебазы и их зон защиты

Конструкция заземления нефтебазы состоит из системы горизонтальных и вертикальных электродов. Их сопротивления рассчитываются по выражениям:

$$R_B = \frac{\rho \cdot K_{CB}}{2\pi \cdot l} \left\{ \ln \left(\frac{2l}{d} \right) + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4t+l}{4t-l} \right) \right\} \text{ - для вертикальных электродов;}$$

$$R_B = \frac{130 \cdot 1,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left\{ \ln \left(\frac{2 \cdot 5}{0,1} \right) + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) \right\} = 12 \text{ Ом}$$

$$R_\Gamma = \frac{\rho \cdot K_{CG}}{2\pi \cdot L_\Gamma} \ln \left(\frac{2 \cdot L_\Gamma^2}{b \cdot h} \right) \text{ - для горизонтальных электродов;}$$

$$R_\Gamma = \frac{130 \cdot 4,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 440} \ln \left(\frac{2 \cdot 440^2}{0,05 \cdot 0,7} \right) = 1,5 \text{ Ом}$$

Общее сопротивление всего заземлителя определено по формуле:

$$R_{3y} = \frac{R_B R_\Gamma}{R_B \eta_\Gamma + R_\Gamma n \eta_B} \quad R_{3y} = \frac{12 \cdot 1,5}{12 \cdot 0,8 + 1,5 \cdot 10 \cdot 0,8} = 0,8 \text{ Ом}$$

Методом для измерения коррозионного износа является толщинометрия, для которой выбираются элементы конструкции, наиболее подверженные коррозии. В данной работе использован образец стенки резервуара, эксплуатировавшегося около 30 лет. Образец очищен от продуктов коррозии и обмерен. Выполнено 200 измерений остаточной толщины образца.

Для анализа вероятности сквозного коррозионного разрушения стенки резервуара проанализировано распределение значений глубины коррозии стенки резервуара. Графики плотности вероятности и кумулятивной кривой, построенных по экспериментальным данным приведены на рисунке 2. сделан анализ фактора разрушения резервуара построены экспериментальные графики плотности и интегрального сделана оценка закона распределения глубины коррозии металла. Проведена проверка закона распределения на соответствие нормальному закону. Для проверки глунормальности будем использовать нормальный закон распределения вероятностей.

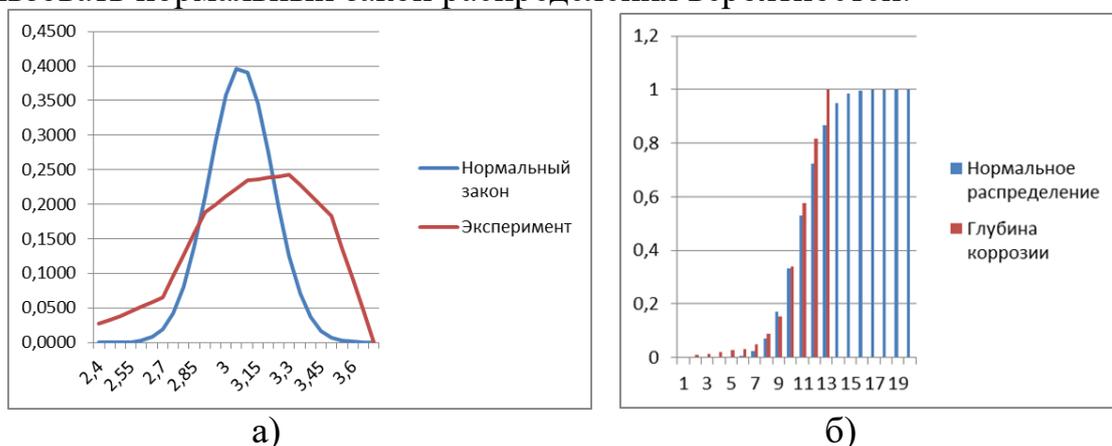


Рис.2. Графики экспериментального распределения глубины коррозии стенки резервуара; а) – плотность распределения; б) – кумулятивный график.

При рассмотрении графиков теоретической и экспериментальной функции, можно сделать вывод, что экспериментальная функция имеет отклонения от нормального распределения. Учитывая, что экспериментальное распределение имеет меньший разброс в области больших значений коррозии, чем нормальный закон, оценка максимально возможного разрушения сделана по правилу 3-х сигм: $(\delta_{\max} = \delta_{\text{ср}} + 3\sigma) = 3,07 + 3 \cdot 0,39 = 4,24 \text{ мм}$. Таким образом, необходимый запас на коррозию в толщине стенки резервуара

следует принять равным 5 мм.

Для защиты от пожара рекомендована система автоматического пожаротушения. Эта система пожаротушения должна сочетать средства собственно пожаротушения и средства охлаждения сооружения и очага горения. Стационарные системы водяного охлаждения сооружения состоят из верхнего горизонтального кольца орошения, стояков и нижнего кольцевого трубопровода, совмещённого с противопожарным водопроводом или с оборудованием для подключения пожарных машин.

Главным веществом тушения пожаров на нефтебазах является пена средней и низкой кратности, выливаемая на площадь горячей жидкости. Рекомендована в качестве огнетушащего вещества воздушно-механическая пена, принцип действия которой состоит в ограждении поверхности горючего от факела пламени, а также уменьшении скорости испарения жидкости и концентрации паров в зоне горения, а также в охлаждении горячей жидкости.

Вывод

В статье проанализированы причины, которые могут привести к авариям или пожару на нефтебазе. Также были предложены меры защиты от воздействия молнии, которые повысят безопасность эксплуатации нефтебазы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.

2. Ханухов Х.М. Анализ причин аварий стальных резервуаров и повышение безопасности их эксплуатации.

3. Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов.

4. РД 413160-02-01297858-03 Правила антикоррозийной защиты резервуаров товарной нефти и динамического, и технологического отстоя нефти.

5. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.

6. П.А. Долин. Справочник по технике безопасности.

ENSURING THE OPERATING SAFETY OF THE TANK FACTORY Frolova Veronika Sergeevna, master's degree; Aseev Georgy Evgenievich, candidate of technical sciences.

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia

Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (913) 005-48-19

Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20

Frolova V.S., e-mail vfs1313@mail.ru

Aseev G.E., e-mail agebtntu@gmail.com

Address for correspondence: **Frolova Veronika Sergeevna**, Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (913) 005-48-19

Abstract

The article deals with the tasks of ensuring the safety of the production processes of the tank farm. The technological process of the enterprise is analyzed; possible hazardous factors that can lead to emergency situations are identified. To prevent accidents and fires, protective measures are proposed. To protect against the effects of lightning, the lightning protection of the tank farm and the necessary grounding device that meet the regulatory requirements have been proposed and calculated. The calculation results made it possible to determine the necessary design parameters of fire protection equipment and personnel safety requirements.

Keywords

Storage tank; tank farm; lightning protection; corrosion.

УДК: 658.511.3:658.516.2

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Шевченко Наталья Сергеевна¹, магистрант;

Тихонова Ольга Васильевна¹, к.т.н., доцент

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.+7 (913)751-84-43

Шевченко Н. С., email shevchenko.2506@mail.ru

Тихонова О. В., email tihonova.olga654@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Шевченко Наталья Сергеевна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.+7 (913)751-84-43

Аннотация

В статье представлено описание основных элементов производственного контроля, а также проведена оценка эффективности производственного контроля с помощью графического метода системного анализа - диаграммы Исикавы.

Ключевые слова

Промышленная безопасность, охрана труда, стандарт качества, опасные производственные объекты, система управления, производственный контроль.

Производственный контроль (ПК) является одним из элементов системы управления производственной безопасностью. Производственный контроль реализуется посредством проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение безопасного функционирования опасного производственного объекта (ОПО), соблюдение требований экологического законодательства и соблюдение санитарных правил, гигиенических нормативов и выполнение санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий организации [1]. Различают три основных вида производственного контроля — санитарно-эпидемиологический, экологический и контроль на ОПО, представленных на рисунке 1 и в таблице.



Рис. 1 - Схема производственного контроля

Таблица 1

Виды производственного контроля на предприятиях и их этапы проведения

Виды производственного контроля	Назначение	Основные этапы проведения ПК
Производственный контроль за соблюдением санитарно-эпидемиологических требований и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий	Соблюдение санитарных правил, гигиенических нормативов и выполнение санитарно-противоэпидемических мероприятий в организации	1. Разработка и утверждение программы производственного контроля 2. Проведение ПК (лабораторный контроль) 3. Разработка положения о производственном контроле
Производственный экологический контроль	Соблюдение обеспечения выполнения требований законодательства в	4. Разработка приказа о комиссии производственного контроля и проверочных

	сфере охраны окружающей среды в ходе производственной деятельности на предприятиях. Дополнительно производственный экологический контроль направлен на рационализацию природных ресурсов и создание условий для их восстановления	листов 5. Формирование графика производственного контроля 6. Выявление и устранение нарушений 7. Порядок взаимодействия с надзорными органами. 8. Отчет
Производственный контроль на опасном производственном объекте	Соблюдение требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте	

Производственный контроль проводится по проверочным листам [2]. Для каждого уровня производственного контроля разрабатывается свой перечень проверочных листов применительно к виду производственной деятельности и применяемого оборудования. В типовой форме проверочного листа предусмотрены:

- уровни риска, предусмотренных во внутреннем стандарте «Порядок выявления, оценки и минимизации рисков в области промышленной и экологической безопасности, охраны труда и гражданской защиты».
- категории нарушений, предусмотренных во внутреннем Методическом документе «Требования к формированию и работе комиссии производственного контроля, постоянно – действующей комиссии».

Используя графический метод (диаграмма Исикавы) сделан анализ и определены причинно-следственные связи основных элементов совершенствования системы ПК.

Диаграмма Исикавы - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство в форме рыбьей кости для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления [3]. Диаграмма причины-следствия разработана в начале 1950-х годов химиком Каорой Исикавой и названа позже его именем. Эта техника первоначально применялась в рамках менеджмента качества для анализа проблем качества и их причин. Сегодня она нашла всемирное распространение и применяется в других проблемных областях. Является одним из инструментов бережливого производства. Бережливое производство

— концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.

Основные блоки и их элементы в оценке эффективности ПК представлены на рисунке 2.

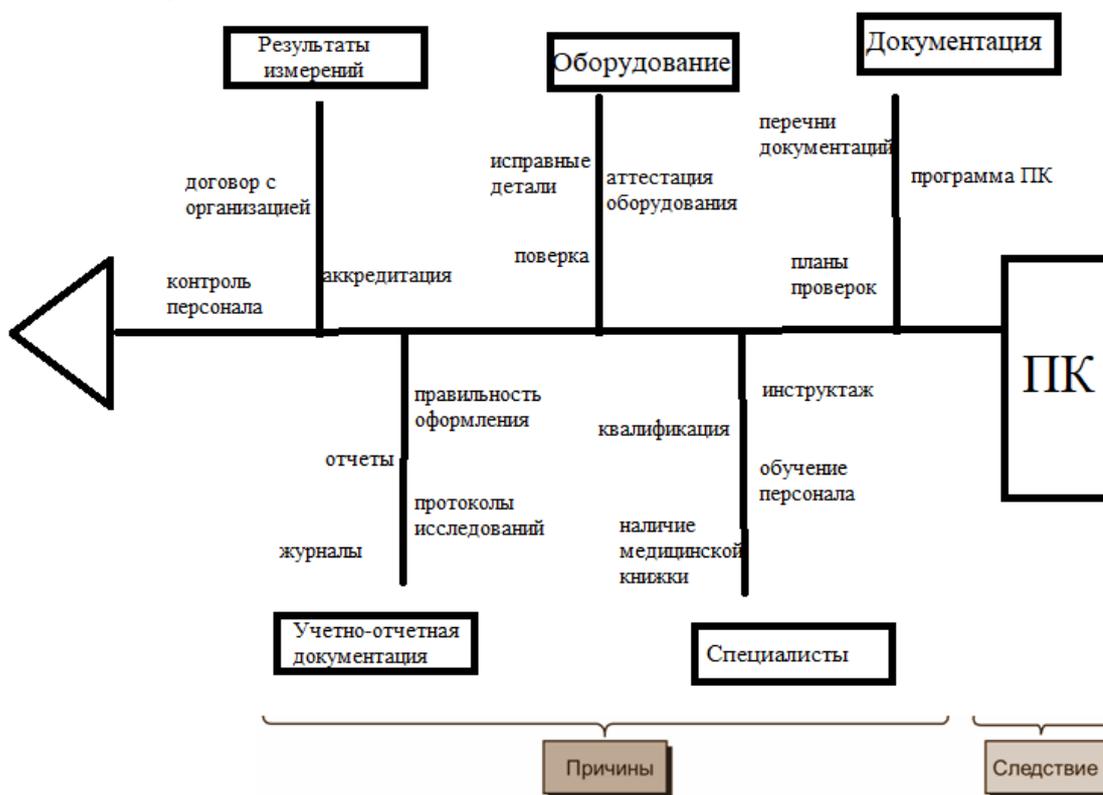


Рис. 2 - Оценка эффективности производственного контроля

Оценку эффективности производственного контроля проводит специалист, осуществляющий общую организацию производственного контроля, ежегодно (при подготовке отчета).

Показателями эффективности производственного контроля являются [4]:

- выпуск и реализация качественной и безопасной для здоровья населения продукции;
- отсутствие случаев кишечных заболеваний и пищевых отравлений;
- перевод объекта в вышестоящую группу по санэпидблагополучию;
- отсутствие неудовлетворительных результатов лабораторно-инструментальных исследований, измерений или снижение их удельного веса (по каждому объекту исследований);
- количество забракованной продукции;
- улучшение условий труда, в том числе уменьшение числа случаев временной нетрудоспособности и количества календарных дней временной

утраты трудоспособности на 100 работающих относительно предыдущего периода, интенсификация и автоматизация труда;

- наличие и динамика количества дисциплинарных мер воздействия и мер поощрения работников по вопросам санитарно-эпидемиологического благополучия за отчетный период;

- приостановление деятельности объекта и отдельных подразделений (цехов), связанных с нарушением требований санитарных норм и правил.

Таким образом, своевременная реализация производственного контроля за соблюдением промышленной безопасности позволяет в дальнейшем идентифицировать, оценить опасности и риски на рабочих местах предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

2. СП 1.1.1058-01. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

3. ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» [Электронный ресурс]: введ. 17.12.2019. -Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200170253> -Загл. с экрана

4. Зыкина М. О. К вопросу правового регулирования процесса производственного контроля на предприятии пищевой промышленности = To the question of legal regulation of the process of industrial control at the food industry enterprise / М. О. Зыкина, О. В. Тихонова // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 20 Всерос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 17–19 апр. 2019 г. В 4 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – Т. 3. – С. 68–72. - 25 экз. - ISBN 978-5-7782-3897-8, 978-5-7782-3900-5

CAUSAL RELATIONSHIPS IN THE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INDUSTRIAL CONTROL AT THE FACTORY

Shevchenko Natalya Sergeevna¹, Master's Degree student;

Tikhonova Olga Vasilievna¹, Ph.D. (Engineering)

¹Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx av. 20, phone number: +7 (913) 751-84-43

Shevchenko N.S., e-mail: shevchenko.2506@mail.ru

Tikhonova O.V., e-mail: tikhonova.olga654@yandex.ru

Address for correspondence: Shevchenko Natalya Sergeevna, Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx av. 20, phone number: +7 (913) 751-84-43

Abstract

This article presents a description of the main elements of industrial control; also, effectiveness of industrial control is evaluated using graphical method of system analysis – Ishikawa diagram.

Key words

Industrial safety, occupational health and safety, quality standard, dangerous industrial facility, operational system, industrial control.

УДК 537.31

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВТОРНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

А.А. Брагина

Научный руководитель: канд. технич. наук, доцент А.М. Парахин

Новосибирский Государственный Технический Университет

Брагина А.А., e-mail bragina.an9elina@gmail.com

***Аннотация:** Целью исследования влияния повторного заземления на уровень электробезопасности в электроустановках, изучение изменения напряжения прикосновения при различных значениях повторного заземления. В этой статье будут рассмотрены случаи эффективного использования повторного заземления при однофазных замыканиях в электроустановках.*

Безопасность при косвенном прикосновении в сетях TN-C обеспечивается предохранителями и автоматическими выключателями путём отключения возникшего однофазного замыкания на корпус [1].

В ряде случаев зануление не может обеспечить необходимый уровень электробезопасности, например, когда возникают относительно низкие значения тока при однофазном коротком замыкании [2]. В таком случае резко возрастает время отключения, что может быть опасно для персонала [3].

При однофазных замыканиях в электроустановке, а также в случае обрыва PE-, PEN- или N-проводника наличие повторного заземления понижает возможное значение напряжения системы уравнивания потенциалов электроустановки здания относительно земли в зависимости от соотношения значений сопротивлений повторного заземления и заземляющего устройства подстанции, а также повышает уровень электробезопасности в электроустановке [3]. Повторное заземление также понижает потенциал относительно земли основной системы уравнивания потенциалов, который может создаваться потерей напряжения в линии, питающей электроустановках [2].

Рассмотрим случай производственное помещение, источником питания

которого является трансформаторная подстанция. При составлении схемы сделаны некоторые допущения, необходимые для того чтобы упростить количество учитываемых элементов. Источник электропитания обладает бесконечно большой мощностью, а индуктивность петли «фазный провод – зануляющая шина»[4] условно делим пополам, потому что сопротивление заземления объединенного заземлителя на порядок выше сопротивления петли. Каждую половину петли относим соответственно к фазному и зануляющему элементам петли[5]. Повторное заземление выполнено в одном месте, а сопротивление всех заземлителей является активным. Эквивалентная схема на рис. 1.

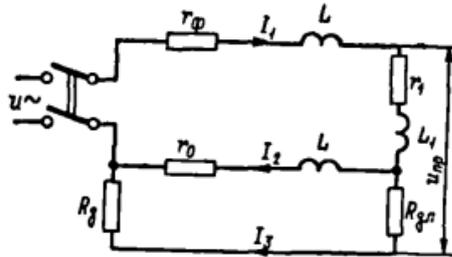


Рис. 1 - Эквивалентная схема с двумя сосредоточенными заземлителями[5]

Нас интересует напряжение прикосновения в данной системе с сосредоточенным повторным заземлителем. Рассмотрим общий случай, когда соприкосновение пострадавшего с корпусом поврежденного оборудования, подключенного к системе зануления, произошло на некотором расстоянии (20 м) от повторного заземлителя[7].

Введем некоторые обозначения:

r_ϕ – активное сопротивление фазного провода;

$2L$ – индуктивность зануляющей петли;

r_0 – активное сопротивление нулевого провода;

$R_з$ – сопротивление заземления у трансформатора, имеющего заземленную нейтраль;

$R_{з.п}$ – сопротивление заземления повторного сосредоточенного заземлителя;

r_1 – активное сопротивление заземляющей проводки на участке зануляющей сети от аварийного оборудования до повторного заземлителя ;

L_1 – индуктивность стальной шины на этом участке.

Тогда напряжение прикосновения будет равно

$$\dot{u}_{\text{пр1}} = \frac{z_1(z_2 + z_3) + R_{з.п}z_4}{z_1z_2 + z_2z_3 + z_3z_4} \dot{u}$$

Где $z_1 = r_\phi + r_1 + j\omega(L + L_1)$; $z_2 = r_0 + j\omega L$; $z_3 = R_з + R_{з.п}$; $z_4 = r_1 + j\omega L_1$ [6].

Нас интересует зависимость $u_{\text{пр}}$ и отношения сопротивления заземления трансформатора к сопротивлению заземления повторного заземлителя[5]. Эта

зависимость выражается уравнением:

$$u_{\text{пр1}} = \frac{(1 + A)R_{3.\text{п}}z_4 + z_2(R_{3.\text{п}} + z_4)}{(1 + A)R_{3.\text{п}}(z_1 + z_2) + z_1z_2} \dot{u}$$

Где $A = R_3/R_{3.\text{п}}$

Во время прикосновения к поврежденному оборудованию, которое расположено непосредственно у повторного заземлителя r_1 и L_1 равны нулю.

$$u_{\text{пр2}} = \frac{R_{3.\text{п}}z_2}{(1 + A)R_{3.\text{п}}(z_1 + z_2) + z_1z_2} \dot{u}$$

По мере увеличения A напряжение прикосновения уменьшается рис. 2. При A , близком к нулю, т.е. при очень малом значении сопротивления основного заземлителя, напряжения прикосновения стремятся к величине падения напряжения на зануляющей системе. Последнее напряжение, в свою очередь, определяется соотношением между сопротивлениями фазного и зануляющего проводов.

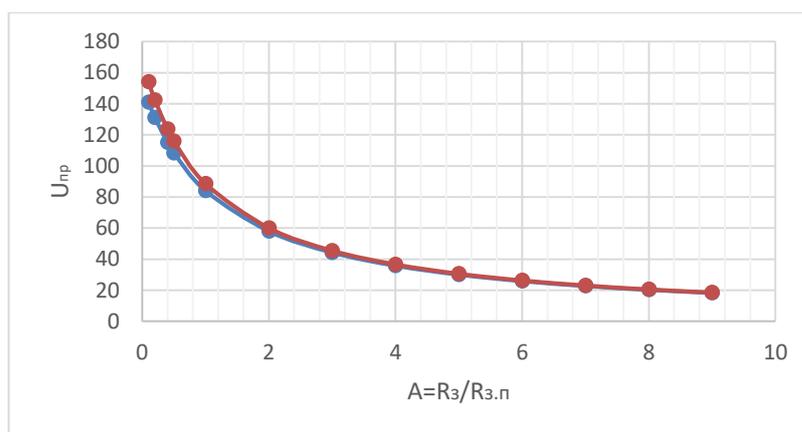


Рис. 2. Изменение напряжения прикосновения $u_{\text{пр}}$ в зависимости от $A=R_3/R_{3.\text{п}}$.

Обычно R_3 согласно[1] можно принимать равным 4 Ом, тогда достаточно спроектировать $R_{3.\text{п}}$ меньше 2 Ом, чтобы обеспечить безопасность персонала. С учётом того, что в качестве повторного заземления можно использовать естественное заземление, то это выходит экономически целесообразнее, чем проектировать искусственное заземление.

Оценка изменения напряжения прикосновения $R_{3.\text{п}}$ показывает, что после принятия предлагаемых значений R_3 и $R_{3.\text{п}}$ можно обеспечить безопасность персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок, М.: Главгосэнергонадзор России, 2003 г.;
2. Заземляющие устройства электроустановок / Бургсдорф В.В., Якобс А.И., Под ред. Косторуба С.И. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 400 с.;
3. Савицкий Л.В. Обоснование функций системы контроля состояния зануления / Л.В. Савицкий, К.С. Фетько, Ш.С. Сайдалиев, А.И. Сидоров // Электробезопасность. 2012. № 4. С. 18–21.;
4. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. — 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984. — 448 с.;
5. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. – 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: Энергия, 1976. – 344 с.;
6. J. Das, Transients in electrical systems. McGraw-Hill Professional Publishing, 2010. - 736 p.;
- Kundur P. Power system stability and control. McGraw-Hill Professional Publishing, 1993. - 1196 p.

CHALLENGES USING REPEATED GROUNDING TO ENSURE SAFE OPERATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

A.A. Bragina

Scientific adviser: Cand. technical Sciences, Associate Professor A.M. Parahin
Novosibirsk State Technical University,

A.A. Bragina, e-mail bragina.an9elina@gmail.com

Abstract: The purpose of the study of the effect of re-earthed on electrical consumers, the study of changes in contact voltage at different values of re-earthed. In this article cases of effective use of a repeated grounding at single-phase, short circuits in electro installations will be considered.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ НА УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*Малютина Ольга Андреевна, магистрант;
Бажина Александра Александровна, магистрант;
Сычев Егор Леонидович, бакалавр;
Асеев Георгий Евгеньевич, канд. техн. наук*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г.Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-43-11

Малютина О. А., e-mail enovol200@yandex.ru

Бажина А. А., e-mail sanka.bazhina@yandex.ru

Сычев Е. Л., e-mail lev55i@yandex.ru

Асеев Г. Е., e-mail agebtinstu@gmail.com

Адрес для корреспонденции: Малютина Ольга Андреевна

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)208-52-82

Аннотация: Проведено математическое моделирование электрохимической коррозии стальных заземлителей опоры линии электропередачи. При моделировании учтены: электрохимическая активность металлов, их поляризационные характеристики, пространственная конструкция подземных элементов опоры и удельное сопротивление земли. Для измерения поляризационных характеристик стали использован специальный прибор «Поляризомер 3». Для выполнения расчетов разработана программа ECOR, реализованная на языке C#.

Ключевые слова: коррозия; математическое моделирование; линия электропередачи; долговечность заземлителей; электробезопасность; поляризация; электродный потенциал.

Электроснабжение производственных и жилых объектов является необходимым условием жизнедеятельности людей и существования современной цивилизации. Системы электроснабжения, обеспечивающие транспорт электроэнергии к местам ее потребления, включают линии электроснабжения, которые подвергаются воздействию внешних негативных факторов, таких как молния и коррозия. Для защиты от воздействия молнии системы электроснабжения оснащаются молниезащитой, использующей искусственные заземлители. Другая важная функция заземлителей – обеспечение условий электробезопасности персонала, обслуживающего линии электропередачи. Таким образом, возникает необходимость обеспечения надежности и долговечности заземлителей опор линий электропередачи. Эту задачу следует решать, используя современные **средства моделирования**

процесса коррозии для проектирования долговечных подземных устройств, устойчивых к коррозии.

При моделировании коррозии заземлителей, все подземные конструкции опоры представляются в виде совокупности электродов – элементов реальной конструкции. Скорость коррозии в такой системе может оцениваться реальными токами коррозии этих электродов или токами в соответствующей схеме замещения рассматриваемой многоэлектродной системы [1]. Схема замещения имеет количество ветвей, равное количеству электродов, образующих подземную конструкцию. Электрохимическая активность используемых металлов отображается в каждой ветви схемы замещения соответствующей ЭДС, величина которой равна электродному потенциалу металла электрода. В каждую ветвь схемы замещения введены сопротивление поляризации и сопротивление растеканию электрода.

Разность ЭДС в ветвях схемы является причиной коррозии конструкций и источником возникновения токов в схеме замещения. Естественные причины торможения коррозионных процессов отображаются в схеме замещения сопротивлениями поляризации и сопротивлениями растеканию.

При расчете токов в схеме замещения ЭДС электродов приняты на основе ранее выполненных измерений потенциалов: для железобетонных фундаментов ($-0,2$ В) и стальных заземлителей ($-0,4$ до $-0,1$ В). Для измерения поляризационного сопротивления электродов применена коммутаторная схема, рекомендованная ГОСТ 9.602-2005 [2]. Схема реализована в приборе «Поляризомер 3».

Прибор позволяет произвести поляризацию металлического электрода, затем разорвать цепь поляризующего тока и записать осциллограмму процесса деполяризации электрода (рис. 1). По осциллограммам определяется напряжение поляризации электрода в момент прерывания поляризующего тока. По этим данным рассчитываются удельные характеристики испытуемого металла в данной коррозионной среде, для последующего использования в расчетах.

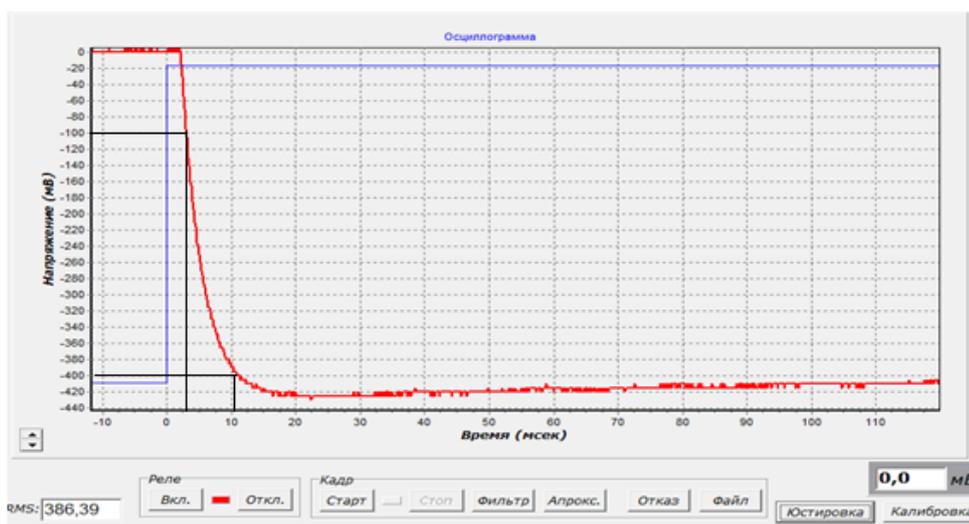


Рис.1 – Осциллограмма деполяризации электрода

В эксперименте зафиксировано напряжению поляризации, равное 0,3 В при величине испытательного тока 7 мкА и площади поверхности электрода $4,8 \cdot 10^{-4}$ м². Это позволило определить удельное сопротивление поляризации, равное 21,2 Ом·м². Эти данные использованы для расчета токов коррозии заземлителей опоры.

Расчеты выполнены на ЭВМ, по специально разработанной программе ECOR. Программа реализована на языке C# с применением функционального подхода.

ECOR построчно читает файл с информацией по каждому электроду: координаты начала и конца, диаметр и ЭДС. Подземная система опоры воздушной линии представлена совокупностью ортогональных электродов – армированных фундаментов опоры и стальных заземлителей..

Остальные параметры, такие как: положение (горизонтальное или вертикальное), длина электрода и поляризационное сопротивление рассчитываются на основе этих входных данных. Сопротивления растеканию электродов (омические сопротивления) рассчитаны по известным выражениям [3]. В данном расчете удельное сопротивление грунта принято равным 50 Ом·м, на основе опыта предыдущих натуральных измерений.

Структура программы представлена на схеме (рис. 2).

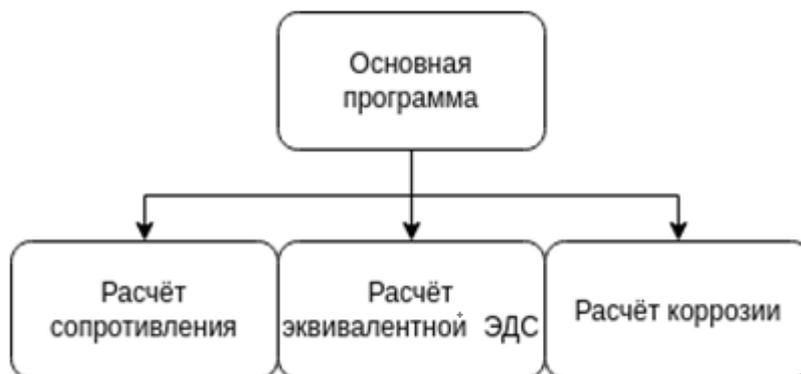


Рис. 2 – блок-схема программы ECOR

По максимальной расчетной величине плотности тока коррозии i , равной $2,6 \cdot 10^{-2}$ А/м² оценена ожидаемая скорость коррозии заземлителей [1]: $V = k \cdot i = 1,15 \cdot 2,6 \cdot 10^{-2} = 2,99 \cdot 10^{-2}$ мм/год, где $k = 1,15$ (м²·мм)/(А·год) – коэффициент линейного износа, определяемый по электрохимическому эквиваленту стали.

Таким образом, скорость коррозии заземлителей оценивается величиной 0,03 мм в год.

Вывод

В результате проведенных исследований установлено, что испытуемый стальной элемент имеет незначительную скорость разрушения – около 0,03 мм в год. Таким образом, использование стали в качестве заземлителя

обеспечивает необходимую долговечность системы электробезопасности и молниезащиты в течении нормативного срока эксплуатации 30 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафрошкина Л.Д., Гунгер Ю.Р., Демин Ю.В. Расчет коррозионных токов для модели заземляющей системы // Известия Томского политехнического университета. — 2004 — Т. 307 — № 3 — С. 109—113.
2. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫЕ. Общие требования к защите от коррозии [URL:http://docs.cntd.ru/document/1200042293](http://docs.cntd.ru/document/1200042293)

IMPROVING THE STABILITY OF GROUNDING ELECTRODES ON ELECTRIC SUPPLY DEVICES

Malyutina Olga Andreevna, Master's Degree student, e-mail
enovol200@yandex.ru;

Bazhina Aleksandra Aleksandrovna, Master's Degree student,
e-mail sanka.bazhina@yandex.ru;

Sychev Egor Leonidovich, Bachelor, e-mail lev55i@yandex.ru;

Aseev Georgy Evgenevich, Candidate of Engineering Science,
e-mail agebtnstu@gmail.com.

Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630073,
Russia, tel. (383)346-43-11

Abstract: Mathematical modeling of electrochemical corrosion of steel ground electrodes of a transmission line support has been carried out. The modeling took into account: the electrochemical activity of metals, their polarization characteristics, the spatial structure of the underground elements of the support and the resistivity of the earth. To measure the polarization characteristics of steel, a special device "Polarizometer 3" was used.

Key words: corrosion; math modeling; power line; durability of ground electrodes; electrical safety; polarization; electrode potential.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Сторожко Ирина Вадимовна*¹, магистрант; *Кокорина Юлия Викторовна*¹, студент

Научный руководитель доц. Удальцов Е.А.

¹ Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (996)377-65-91

Сторожко И. В., e-mail storozhko.irisha@gmail.com

Кокорина Ю. В., email kokorina19931@gmail.com

Адрес для корреспонденции: Сторожко Ирина Вадимовна, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20, тел. (996)377-65-91

Аннотация

Работа посвящена исследованию загрязнения почв города Новосибирска тяжелыми металлами. Отбор проб почвы проводился в промышленном районе города в зоне влияния крупного предприятия цветной металлургии – Новосибирского оловянного комбината. Химический анализ на содержание подвижных форм тяжелых металлов был проведен двумя методами: атомной абсорбции и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. В результате было выявлено превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) следующих тяжелых металлов: мышьяк, свинец, цинк, никель и хром. Концентрации кадмия превышают ПДК в одном образце, концентрации ртути не превышают ПДК. По результатам исследования были рассчитаны коэффициенты рассматриваемых элементов, согласно которым был сформирован ряд накопления тяжелых металлов. Был рассчитан суммарный показатель загрязнения почв, согласно которому категория загрязнения почв – опасная.

Ключевые слова: тяжелые металлы, канцерогены, почвы, загрязнение, токсикант, почвы

1. Введение

Развитие промышленности, повсеместная индустриализация и урбанизация привели к загрязнению окружающей среды токсичными элементами. Тяжелые металлы (ТМ) наиболее опасные неорганические ксенобиотики антропогенного происхождения, обладают способностью к сверхкумуляции, вызывают мутагенные, тератогенные и канцерогенные эффекты [1]. Согласно данным Международного агентства по изучению рака мышьяк и его неорганические соединения, кадмий и его соединения, соединения никеля, соединения хрома являются канцерогенными для человека; металлический никель и неорганические соединения свинца

являются вероятно канцерогенными для человека.

Один из показателей техногенного воздействия деятельности человека на окружающую среду является концентрация загрязнителей в почвах. Новосибирский оловянный комбинат (НОК) является крупным предприятием цветной металлургии, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду г. Новосибирска. На территориях, прилегающих к комбинату сконцентрированы большие запасы отходов обогащения, содержащиеся в них соединения ТМ могут аэралью рассеиваться, выщелачиваться осадками, тем самым загрязняя почву. Ранее на территориях, оказавшихся под влиянием НОК проводилось исследование валового содержания ТМ в почвах [2]. Однако, для комплексной оценки необходимо определение подвижных форм ТМ, так как ТМ способны мигрировать по пищевым цепям, оказывая токсичное и канцерогенное воздействие на живые организмы.

Цель научной работы: оценка уровня загрязнения почв в зоне влияния Новосибирского оловянного комбината подвижными формами тяжелых металлов.

2. Методика экспериментального исследования

На территории, оказавшейся в зоне влияния НОК было отобрано 9 пробных площадок в северо-восточном направлении, так, чтобы охватить промышленные, жилые и рекреационные зоны. Отбор, обработка и хранение проб проводилось в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017.

В качестве контрольных образцов были отобраны пробы почвы в устье реки Ельцовка в Новосибирской области.

Химический анализ проб почвы был проведен двумя методами: масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой и атомной абсорбции. Для каждой пробы проводилось три параллельных измерения, содержание элемента рассчитывалось по среднему значению.

Уровень загрязнения почв определялся путем сравнения полученных концентраций ТМ с предельно-допустимыми концентрациями согласно ГН 2.1.7.2041-06.

В ходе исследования были определены некоторые почвенные характеристики, которые влияют на подвижность тяжелых металлов. К ним относятся содержание органического вещества, реакция среды и водный режим почвы.

Для экологической оценки состояния почв были рассчитаны коэффициенты концентрации химического вещества и суммарный показатель загрязнения, согласно которому была определена степень химического загрязнения почв по МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

3. Результаты и обсуждение.

Определенные почвенные факторы – содержание органического вещества, реакция среды и водный режим почвы – указывают на то, что в почве созданы предпосылки для накопления в ней ТМ.

Сравнительный анализ результатов исследований с допустимыми

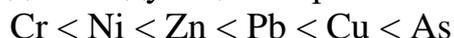
концентрациями показал превышение ПДК для следующих элементов: As, Pb, Cr, Ni, Cu и Zn. Загрязнение почв в районе влияния НОК носит полиэлементный характер. Концентрация подвижных форм ТМ в исследуемых образцах почв и значения нормативов представлены в таблице 1.

Таблица 1
Концентрации тяжелых металлов в почве в районе влияния НОК

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Удаленность точки отбора проб от НОК (км)	0.456	0.614	0.881	1.150	1.380	2.090	2.160	2.320	2.340
Концентрация Pb (мг/кг)	09±30	92±54	7±28	0±22	9±14	7±13	0±11	3±8	7±6
ПДК = 6.0 мг/кг									
Концентрация As (мг/кг)	54±22	8.3±26	30±18	6±29	4±3.4	1±9	2±4.7	.1±1.5	.8±2.2
ПДК = 10.0 мг/кг									
Концентрация Cd (мг/кг)	±0.6	±0.7	.3±0.1	.3±0.4	.3±0.1	.5±0.3	.3±0.1	.13±0.1	.11±0.1
ПДК = 2.0 мг/кг									
Концентрация Cu (мг/кг)	4±22	4±25	9±18	3±16	2±9.7	5±7.5	5±10	7±8	5.5±4.7
ПДК = 3.0 мг/кг									
Концентрация Zn (мг/кг)	6±42	62±94	48±38	12±29	7.9±16.7	2±18	08±28	13±29	4.4±11
ПДК = 23.0 mg/kg									
Концентрация Cr (мг/кг)	4±26	6±21	6±15	0±23	2±24	3±19	5±20.5	5±26	5.6±15
ПДК = 6.0 мг/кг									
Концентрация Ni (мг/кг)	8±16	8±13	2±14	9±13	1±14	5±12	6±19	3±11	9.9±10
ПДК = 4.0 мг/кг									
Удаленность точки отбора проб от НОК (км)	.456	.614	.881	.150	.380	.090	.160	.320	.340
Концентрация Pb (мг/кг)	09±30	92±54	7±28	0±22	9±14	7±13	0±11	3±8	7±6
ПДК = 6.0 мг/кг									
Концентрация As (мг/кг)	54±22	8.3±26	30±18	6±29	4±3.4	1±9	2±4.7	.1±1.5	.8±2.2

ПДК = 10.0 мг/кг										
Конц ентрация Cd (мг/кг)	± 0.6	± 0.7	$.3 \pm 0.1$	$.3 \pm 0.4$	$.3 \pm 0.1$	$.5 \pm 0.3$	$.3 \pm 0.1$	$.13 \pm 0.1$	$.11 \pm 0.1$	0
ПДК = 2.0 мг/кг										
Конц ентрация Cu (мг/кг)	4 ± 22	4 ± 25	9 ± 18	3 ± 16	2 ± 9.7	5 ± 7.5	5 ± 10^3	7 ± 8^2	5.5 ± 4.7^1	1
ПДК = 3.0 мг/кг										
Конц ентрация Zn (мг/кг)	6 ± 42	62 ± 9.4	48 ± 3.8	12 ± 2.9	7.9 ± 16.7	2 ± 18	08 ± 28^1	13 ± 29^1	4.4 ± 1.1^2	2
ПДК = 23.0 mg/kg										
Конц ентрация Cr (мг/кг)	4 ± 26	6 ± 21	6 ± 15	0 ± 23	2 ± 24	3 ± 19	5 ± 20.5^3	5 ± 26^4	5.6 ± 1.5^2	2
ПДК = 6.0 мг/кг										
Конц ентрация Ni (мг/кг)	8 ± 16	8 ± 13	2 ± 14	9 ± 13	1 ± 14	5 ± 12	6 ± 19^5	3 ± 11^3	9.9 ± 1.0^2	2
ПДК = 4.0 мг/кг										

Ряд накопления подвижных форм тяжелых металлов в почве промышленного района вблизи НОК согласно коэффициентам концентрации выглядит следующим образом:



Суммарный показатель загрязнения Z_c для рассматриваемой территории равен 125, что соответствует опасной категории загрязнения почв ($32 < Z_c < 128$).

4. Выводы

Загрязнение почв территории промышленного района г. Новосибирска в районе влияния Новосибирского оловянного комбината носит полиэлементный характер. В пределах исследуемой территории концентрации подвижных форм Cr, Ni, Pb, Cu, Zn согласно гигиеническим нормативам превышают ПДК повсеместно, содержание As не превышает ПДК лишь на расстоянии 2,3 км от НОК.

Величина суммарного показателя загрязнения почв ТМ согласно установленным санитарным нормам РФ позволяет отнести почвы к опасной категории химического загрязнения.

Наибольшую опасность представляет загрязнение почв подвижными формами ТМ дачных участков Кировского района, поскольку существует риск миграции ТМ по пищевым цепям через растения в организм человека. Кратность превышения ПДК для канцерогена первой группы As достигает 34ПДК; для канцерогенов второй группы: Ni - 14ПДК, Pb - 32ПДК.

Выявленное в промышленной зоне загрязнение ТМ свидетельствует о проведении желательной ремедиации загрязненной почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tchounwou P. B., Clement G. Y., Anita K. P., Dwayne J. S. Heavy metals toxicity and the environment // EXS, 2012: 101:133-64, doi: 10.1007/978-3-7643-8340-4_6.
2. Артамонова С. Ю., Рапута В. Ф., Колмогоров Ю. П. Техногенное загрязнение почв и растительного покрова в районе оловокомбината (г. Новосибирск) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2005. – Т. 5. С. 106-110

ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION IN THE CITY OF NOVOSIBIRSK WITH HEAVY METALS

**Storozhko Irina Vadimovna¹, Master's student; Kokorina Yulia
Viktorovna¹, student**

Scientific adviser Assoc. E.A. Udaltsov

1 Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl
Marx Ave., 20, tel. (996) 377-65-91

Storozhko I. V., e-mail storozhko.irisha@gmail.com

Kokorina Yu.V., email kokorina19931@gmail.com

Address for correspondence: Storozhko Irina Vadimovna, Novosibirsk State
Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel.
(996) 377-65-91

Annotation

The work is devoted to the study of the pollution of soils of the city of Novosibirsk with heavy metals. Soil sampling was carried out in an industrial area of the city in the zone of influence of a large non-ferrous metallurgy enterprise - the Novosibirsk Tin Plant. Chemical analysis for the content of mobile forms of heavy metals was carried out by two methods: atomic absorption and mass spectrometry with inductively coupled plasma. As a result, an excess of maximum permissible concentrations (MPC) of the following heavy metals was revealed: arsenic, lead, zinc, nickel and chromium. The concentration of cadmium exceeds the MPC in one sample, the concentration of mercury does not exceed the MPC. According to the results of the study, the coefficients of the considered elements were calculated, according to which a series of accumulations of heavy metals was formed. The total indicator of soil pollution was calculated, according to which the category of soil pollution is hazardous.

Key words: heavy metals, carcinogens, soils, pollution, toxicant, soils

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА АРКТИЧЕСКИХ
АЭРОЗОЛЕЙ С СУДНА «АКАДЕМИК МСТИСЛАВ КЕЛДЫШ»
МЕТОДОМ РФА СИ**

Шпартко Владислав Игоревич^{1,2}, магистрант; Чанкина Ольга Васильевна², ст. науч. сотр.; Попова Светлана Анатольевна², мл. науч. сотр.; Леган Марина Валерьевна¹, к.б.н., доцент.

¹ Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

² Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3

Шпартко В. И., e-mail onil-97@mail.ru

Чанкина О. В., e-mail chankina@kinetics.nsc.ru

Попова С. А., e-mail popova@kinetics.nsc.ru

Леган М. В., e-mail legan_m@ngs.ru

Адрес для корреспонденции: Шпартко Владислав Игоревич, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (996)377-65-91

Аннотация

Исследование аэрозоля в арктической зоне актуально в связи с изменением климата, наиболее проявившимся в высоких широтах, и играет важную роль в изучении процессов радиационных переносов и массообмена химическими соединениями в системе «континент — атмосфера — океан». Вследствие высокой изменчивости и многообразия состава аэрозоля сохраняется неопределенность его характеристик в различных регионах, особенно в труднодоступных полярных районах, отличающихся суровым климатом. Данные исследования аэрозолей проводились методом современного, высокоточного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА СИ) вещества с использованием синхротронного излучения. Компания по отбору проб проводилась на научно-исследовательском судне «Академик Мстислав Келдыш» с 24.06.2018 по 06.08.2018 с использованием АФА-ХА-20 фильтров, через которые прокачивался воздух. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения, проведенные в ИЯФ СО РАН им. Г. И. Будкера, позволили узнать количественный и качественный состав исследуемых аэрозолей, а также в сочетании с данными о траекториях движения воздушных масс выяснить районы и природу выносов этих элементов.

Ключевые слова: Арктика, атмосферный аэрозоль, многоэлементный состав, РФА СИ, воздушные траектории.

5. Введение

Проблема исследований природной среды Арктики относится к числу приоритетных и включена в стратегические направления научно-технического развития Российской Федерации [1]. Одним из компонентов природной среды является атмосферный аэрозоль, который играет важную роль в процессах радиационных переносов и массообмена в системе «континент – атмосфера – океан». Вследствие высокой изменчивости и многообразия состава аэрозоля сохраняется неопределенность его характеристик в различных регионах, особенно в труднодоступных полярных районах, отличающихся суровым климатом [2]. В настоящей работе рассмотрен метод рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения как оптимальный способ получения информации о количественном и качественном химическом составе арктических аэрозолей, отобранных на научно-исследовательском судне «Академик Мстислав Келдыш», и изучена зависимость концентраций химических элементов в аэрозолях от места выноса воздушных масс. Компания по отбору проб проводилась с 24.06.2018 по 06.08.2018.

Маршрут рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» расположен в высоких широтах вдали от густонаселенных и промышленных населённых пунктов, что делает его благоприятным местом чтобы вести мониторинг влияния естественных и антропогенных факторов на загрязнение арктических аэрозолей путем трансграничных переносов.

Таким образом, целью исследования являлось изучение массовых концентраций элементного состава атмосферных аэрозолей, отобранных на НИС «Академик Мстислав Келдыш» методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения, а также выявление районов и природы выносов этих элементов. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить методологию РФА СИ и использовать данный метод для определения многоэлементного состава атмосферных аэрозолей;
2. Определить и проанализировать многоэлементный состав атмосферных аэрозолей Арктического региона методом РФА СИ и траекторий перемещения воздушных масс с места выноса до места отбора проб в Арктическом регионе.

6. Методика экспериментального исследования

Для определения элементного состава атмосферного аэрозоля используются различные методы, например, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционный анализ и другие. В работе был использован метод рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ). Во-первых, несомненными преимуществами метода РФА перед другими методами считаются недеструктивность, панорамность, возможность использования малых навесок, относительно несложная пробоподготовка. Во-вторых, в пробах атмосферных аэрозолей содержание элементов варьирует в широком

диапазоне, а большинство методов подразумевают химическое или термическое воздействие на пробу, что не исключает потерю элементов или загрязнение материала реактивами.

Для анализа траекторий движения воздушных масс на территории где отбирались пробы с НИС «Академик Мстислав Келдыш» использовалась программа HYSPLIT.

7. Результаты и обсуждение.

С помощью метода РФА СИ в исследуемых фильтрах были определены концентрации многоэлементного состава аэрозолей, отобранных на научно-исследовательском судне «Академик Мстислав Келдыш» с 24.06.2018 по 06.08.2018 и предоставленных в таблице 1.

Таблица 1

Многоэлементный состав аэрозолей, отобранных с НИС «Академик Мстислав Келдыш»

Конц. мг/м ³	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Mo	Pb
24 июн	521	906	67	14,0	8,6	13,7	316	2,70	11,4	18,8	64	8,14	0,66	3,44	0,48	6,88
25 июн	576	921	93	30,4	8,7	16,6	353	2,61	13,1	8,33	52	13,85	0,68	5,66	0,63	6,16
26 июн	357	596	54	3,6	12,2	6,9	161	1,01	9,03	4,48	73	12,96	0,24	5,23	0,51	5,96
27 июн	276	312	45	6,0	8,9	9,0	198	1,28	5,63	2,89	16	12,14	0,39	1,88	0,30	3,52
29 июн	386	464	153	4,9	13,1	15,7	274	2,92	9,33	10,6	88	15,31	0,66	2,48	0,79	7,48
30 июн	462	419	47	1,9	8,1	5,5	125	1,23	7,25	17,7	52	20,86	0,31	6,17	0,30	5,25
03 июл	221	301	45	2,6	11,8	10,8	521	3,99	6,68	12,4	66	6,37	0,37	2,58	1,00	11,5
05 июл	334	437	13	0,0	7,2	3,0	30	0,28	5,86	4,82	12	26,13	0,17	5,23	0,28	1,79
06 июл	589	696	41	1,1	6,3	6,1	110	0,71	4,14	6,68	47	37,03	0,17	6,91	0,64	3,13
10 июл	936	1056	37	н. о	10,7	10,0	124	0,70	13,3	21,4	143	55,69	0,40	15,11	0,59	7,89
13 июл	199	488	42	н. о	5,9	8,3	222	1,58	3,57	8,21	40	16,38	0,10	5,55	0,38	3,87
14 июл	541	591	52	1,4	8,8	8,1	286	1,30	7,16	6,91	25	27,73	0,25	6,39	0,23	1,93
16 июл	752	732	31	2,2	10,8	9,0	299	2,30	7,21	12,4	14	39,30	0,20	8,73	0,50	4,89
18 июл	310	157	19	н. о	10,3	8,1	434	2,35	7,55	7,85	16	16,42	0,30	2,63	0,34	5,60
23 июл	114	46	33	2,4	2,5	3,7	89,1	0,84	2,86	2,3	40	4,89	0,18	1,08	0,04	0,85
25 июл	136	110	40	2,7	1,9	4,4	194	1,8	0,0	3,3	21	8	0,09	2,1	0,25	2,25
27 июл	142	57	7	2,0	4,2	2,1	28	0,1	1,3	2,7	н. о	12	0,12	2,2	0,13	0,94
31 июл	164	77	2	0,6	2,7	1,7	3	н. о	н. о	1,1	н. о	11	0,07	2,7	0,10	0,21
02 авг	55	н. о	21	2,8	1,7	3,0	15	0,2	1,0	1,0	17	4	н. о	0,3	0,16	0,44
06 авг	104	2,5	8	1,6	н. о	2,3	1,6	0,2	н. о	0,7	0,1	10	н. о	1,2	0,09	0,55

Образцы, в которых не обнаружено того или иного элемента подписаны
– н. о.

Чтобы выяснить причину повышения концентраций K и Ca (10.07.2018 и 16.07.2018), высокие значения которых свойственны для дымового аэрозоля, образующегося при сгорании биомассы, были построены графики обратных траекторий движения воздушных масс (рис. 1, 2), которые показали, что в периоды, в которых было зафиксировано превышение концентраций K и Ca

выносы воздушного аэрозоля происходили с территории Канады, где в этот период происходили лесные пожары.

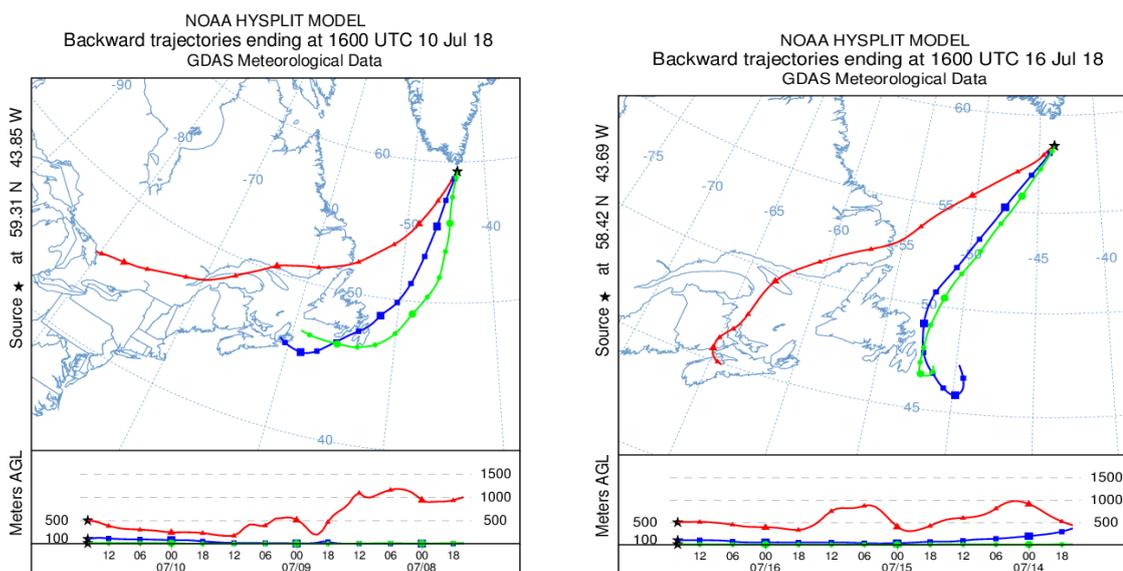


Рисунок 1, 2 Графики обратных траекторий движения воздушных масс за 10.07.2018 и 16.07.2018.

В остальные рассматриваемые периоды, когда концентрации элементов не были превышены доминировали переносы воздуха с акватории Северного Ледовитого океана, Гренландии и Северной части Канады где состав аэрозоля определялся естественными процессами для этих регионов, отражающими их фоновое состояние.

8. Выводы

Выявлено, что благодаря простоте, возможности экспресс-анализа, точности, отсутствию сложной пробоподготовки метод оптимален для изучения аэрозолей химических элементов, осажденных на фильтры.

Анализ траекторий движения воздушных масс на территории где отбирались пробы с НИС «Академик Мстислав Келдыш» 10.07.2018 и 16.07.2018 подтвердил, что в периоды, в которых было зафиксировано превышение концентраций К и Са происходили выносы в Арктический регион дымового аэрозоля с территории Канады, где в этот период происходили лесные пожары. В остальные рассматриваемые периоды, когда концентрации элементов не были превышены доминировали переносы воздуха с акватории Северного Ледовитого океана, Гренландии и Северной части Канады где состав аэрозоля определялся естественными процессами для этих регионов, отражающими их фоновое состояние.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barrie L. A., Gregor D., Hargrave B., Lake R., Muir D., Shearer R. Arctic contaminants: sources, occurrence and pathways // Sci. Total Environ. – V. 122. – 1992. – P. 1-74.

2. Barrie L. A., Hoff R. M. Five years of air chemistry observations in the Canadian Arctic // Atmos. Environ. – V. 19. – 1985. – P. 1995-2010

DETERMINATION OF THE MULTI-ELEMENTAL COMPOSITION OF ARCTIC AEROSOLS FROM THE SHIP "ACADEMIK MSTISLAV KELDYSH" BY THE METHOD OF SR-XFA

Shpartko Vladislav Igorevich^{1,2}, master; Chankina Olga Vasilevna², senior researcher; Popova Svetlana Anatolyevna², junior researcher; Legan Marina Valeryevna¹, PhD. of biol. sc., associate professor

¹Novosibirsk State Technical University, Prospect Karl Marks, 20, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

²Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and Combustion Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Institutskaya street, 3, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Shpartko V., e-mail onil-97@mail.ru

Chankina O., e-mail chankina@kinetics.nsc.ru

Popova S., e-mail popova@kinetics.nsc.ru

Legan M., e-mail legan_m@ngs.ru

Address for correspondence: Shpartko Vladislav Igorevich, Novosibirsk State Technical University, Prospect Karl Marks, 20, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract

Due to the high variability and diversity of the aerosol composition, the uncertainty of its characteristics persists in various regions, especially in the hard-to-reach polar regions characterized by a harsh climate. Aerosol research data were carried out by the method of modern, high-precision X-ray fluorescence analysis (XRF SR) of the substance using synchrotron radiation. The sampling campaign was carried out on the research vessel "Akademik Mstislav Keldysh" from 24.06.2018 to 06.08.2018 using filters through which air was pumped. The results of X-ray fluorescence analysis using synchrotron radiation, carried out at the INP SB RAS, made it possible to find out the quantitative and qualitative composition of the aerosols under study, and also, in combination with data on the trajectories of air masses, to find out the regions and nature of the removal of these elements.

Keywords: the Arctic, atmospheric aerosol, multi-element composition, SR-XFA, air trajectory.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЦИКЛИНГА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В РОССИИ

*Байрак Анастасия Николаевна, магистрант; Научный руководитель
– Карпович Алексей Иванович, д.э.н., профессор*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-02-90

Байрак А.Н. e-mail: bairakan@gmail.com

Карпович А.И. e-mail: karpovich383@gmail.com

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный
технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса,
20, кафедра ЭТПЭ, тел. (383)346-02-90

Аннотация. В статье проанализированы проблемы рециклинга и переработки отходов в России, перечислены государственные меры в решении этого вопроса, в качестве примера приведен опыт управления отходами в Германии, предложены рекомендации по организации повсеместной системы раздельного сбора отходов в России.

Ключевые слова: рециклирование, отрасль утилизации, система рсо, концепция устойчивого развития, управление отходами, общественная эффективность.

Одной из важнейших социально-экономических задач является управление отходами. Последнее десятилетие в России этот сектор требует повышенного внимания из-за достижения пределов существующей системы. Переполненные полигоны, несанкционированные свалки, массовые отравления людей свалочными газами, гражданское сопротивление новым объектам системы – всё это свидетельствует о необходимости поиска и принятия взвешенных управленческих решений на основе экономической целесообразности с соблюдением экологических прав человека.

Цель статьи: структурировать и проанализировать существующие проблемы рециклинга и переработки отходов в России, привести в качестве примера опыт управления отходами других стран и предложить рекомендации по его внедрению.

Комплексный характер озвученных проблем соответствует концепции устойчивого развития, объединяя в себе экономический, экологический и социологический аспекты. Экологическими проблемами являются объем отходов их структура и размещение, экономическими – меры, принимаемые государством, а реакция граждан на эти меры – социальными.

Объем отходов производства и потребления (ОПП) в России за период

2010-2018 гг. увеличился на 94,5% (с 3 735 млн т до 7 266,1 млн т), из них 99,7% практически неопасные и малоопасные (V и VI класс), 0,281% умеренно опасные (III класс), 0,004% высокоопасные (II класс), 0,0003% чрезвычайно опасные (I класс). Наибольшая доля отходов приходится на добычу полезных ископаемых – 94,2% от общего количества образованных отходов в 2018 году, доля твердых коммунальных отходов (ТКО) – 0,74% (53,9 млн т). Основной объем 87% ТКО был отправлен на объекты захоронения, 10% вывезено на мусороперерабатывающие предприятия, 2,2% – на обезвреживание, в том числе на мусоросжигательные предприятия [1, С. 256].

Объектов обращения с ТКО в РФ 3921, из них 295 (7,5%) по обработке, 119 (3%) по утилизации, 194 (5%) по обезвреживанию, 1038 (26,5%) включенных в государственный реестр полигонов, 2275 (58%) принимающих отходы свалок. Подавляющее большинство полигонов – это санкционированные (легальные) свалки, образованные стихийно, без специальных водонепроницаемых оснований, без обвалки территорий, без санитарно-защитных зон [2, С.30]. Складирование отходов в таких условиях загрязняет окружающую среду, что приводит к ухудшению здоровья людей. Рост городов приводит к «поглощению» полигонов, что снижает коммерческую привлекательность жилой застройки вблизи таких объектов [3, С.204].

Государственная политика в решении «мусорных» проблем. С 2018 по 2024 г. действует национальный проект «Экология» [4], в котором четыре из одиннадцати федеральных проектов прямо и косвенно направлены на работу с отходами: чистая страна, комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами, инфраструктура для обращения с отходами I-II классов опасности, внедрение наилучших доступных технологий.

«Чистая страна» (2017-2025 годы). Министерство природных ресурсов и экологии РФ (заказчик программы) планирует уменьшить негативное воздействие на окружающую среду за счет строительства пяти мусоросжигательных заводов (МСЗ): четыре в Московской области, один в Татарстане [5]. В проекте разработано два направления:

Отходы – снижение общего объема отходов по РФ на 7% и «нулевое захоронение» в Татарстане с получением электроэнергии в объеме 2,68 млрд. кВт/час в год. Направление полностью реализуется за счет инвестиционных средств (около 238 млрд. рублей). В течение 15-ти лет инвестору предоставляются налоговые льготы на общую сумму более 5,5 млрд. рублей и заключается обязательный договор на покупку произведенной энергии.

Накопленный вред окружающей среде – ликвидация 25-ти объектов размещения отходов в двадцати субъектах РФ, реализуется за счет государственных средств, на конкурсной основе отбираются субъекты для субсидирования. Основные требования к участникам конкурса: наличие проектно-сметной документации и необходимых экологических экспертиз, софинансирование из регионального бюджета (около 40%), отсутствие эксплуатации объекта. Объем финансирования – 11,9 млрд. рублей.

Реализация проекта «Чистая страна» сопровождается активным общественным сопротивлением: регулярно проходят митинги в Московской области и в Татарстане [6,7,8,9]. Граждане протестуют против строительства мусоросжигательных заводов, опасаясь за своё здоровье; требуют провести государственную экологическую экспертизу и оценку воздействия на окружающую среду возводимых объектов. Митингующие сомневаются, что будет налажен строгий контроль за отходами, поступающими на сжигание, что фильтры будут высокого качества и будут установлены. В пример приводится МСЗ Владивостока, где в целях экономии отсутствуют рукавные фильтры [10]; сомнения вызывает готовность исполнителей утилизировать отработанные элементы очистки газов должным образом, так как это требует строительства специальных сооружений.

Проблемы рециклинга:

«Рециклинг представляет собой часть замкнутого воспроизводственного цикла, обеспечивающего вовлечение отходов в повторный хозяйственный оборот, и включает совокупность взаимосвязанных процессов сбора и переработки отходов для последующего использования в производстве продукции» [11, С. 258]. Эффективность рециклирования ТКО зависит от чистоты отбираемых отходов – что достигается наличием системы их отдельного сбора. В России система отдельного сбора отходов (РСО) низкоэффективна по причинам:

доступности, по данным российского офиса международной экологической организации «Гринпис» в 2019 году доступ к системе РСО имели всего 18,5% жителей России [12], в основном, в крупных городах;

отсутствия стимулов к РСО у населения, в местах, оборудованных баками для сбора отдельных видов отходов, наблюдается выбрасывание мусора смешанным способом – причин такого поведения множество: недостаточная осведомленность и отсутствие доверия к системе РСО, отсутствие экологической грамотности и материальной заинтересованности, психологические и бытовые причины (непристизность, лень, нехватка места для сортировки в квартире) [13, С. 56];

малой доли отбираемых отходов, что связано с двумя предыдущими пунктами, так как смешанный сбор отходов (преобладающий способ) малоэффективен и приводит к порче большей части потенциально перерабатываемых отходов: бумага становится полностью недоступной к переработке после намокания, а пластики загрязняются настолько, что их очистка экономически нерациональна.

В мире накоплен богатый опыт отлаженной высокоэффективной системы РСО, например, в странах Европы и Японии.

В Германии отходы разделяются на четыре крупные категории: упаковка, органический мусор, стекло, остальное. Отдельно собирается текстиль, опасные отходы, строительный мусор, мебель. Органика компостируется для производства удобрения. Стекло собирается двумя способами: в баки на улице, с разделением по цвету (направляется на

переработку) и в приёмные устройства, расположенные в магазинах. Вторым способом поддерживается система оборотной тары, которая возвращается производителю. К категории "остальное" относятся все отходы, которые не вошли в другие баки и специальные пункты. Текстиль собирают и сортируют на благотворительную помощь и переработку. Для строительных отходов заказывают контейнер за отдельную плату. Крупногабаритный мусор (мебель) вывозится бесплатно два раза в год на одну семью. В каждом городе расположены специальные пункты для самостоятельной сортировки остатков строительной краски, баллонов с жидкостью, электротехники, ртутных ламп, батареек.

Для применения зарубежного опыта по внедрению системы РСО в России требуется:

1. Проводить с населением разъяснительную работу о необходимости и важности «мусорной реформы», отдельного сбора отходов и личной ответственности каждого человека. К решению этой задачи возможно привлечение образовательных учреждений, некоммерческих организаций, общественных деятелей.

2. Наличие удобной и понятной системы отдельного сбора отходов. ТСЖ и управляющие компании более всего подходят для распространения подробных инструкций системы РСО через объявления на сайтах организаций, плакаты в их офисах, оборудование информационными щитами контейнерных площадок.

3. Материальное стимулирование отдельного сбора отходов – ёмкая, комплексная задача, сочетающая как индивидуальное поощрение граждан, так и меры поддержки коммерческого сектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», – 2019. – С. 256. – 2019. – 844 с.

2. Волынкина Е.П., Зайцева Т.Н. Инвентаризация полигонов и свалок ТБО в России и оценка их метанового потенциала // Экология и промышленность России. – 2010. – № 1. – С. 30-31.

3. Уставич Г.А., Дубровский А.В., Пошивайло Я.Г., Грекова А.О., Малыгина О.И. Элементы методики рационального землепользования территории полигонов твердых бытовых отходов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2019. – № 3. – С. 203-221.

4. Национальный проект «экология» [Электронный ресурс] // Официальный сайт проекта. – Режим доступа: <http://нацпроектэкология.рф> (дата обращения: 20.03.2020).

5. Утверждён паспорт приоритетного проекта «Чистая страна» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства России. – Режим доступа: <http://government.ru/news/25945/> (дата обращения: 20.03.2020).

6. По Подмоскovie прокатилась волна экологических протестов [Электронный ресурс] // Ведомости – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2018/03/11/753149-volna-ekologicheskikh-protestov#/galleries/140737493782951/normal/1> – дата обращения (дата обращения: 20.03.2020).

7. На публичных слушаниях отвергли первый подмосковный мусоросжигающий завод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/11/11/2017/5a06e6409a7947eb3c007d97> (дата обращения: 20.03.2020).

8. На «мусорные» митинги в Сергиевом Посаде пришли новые депутаты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rossaprimavera.ru/news/13c83fa3> (дата обращения: 20.03.2020).

9. Грязная изнанка «Чистой страны» – приоритетного проекта Года экологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/2353541.html> (дата обращения: 20.03.2020).

10. Мусоросжигательный завод во Владивостоке никак не может купить очистные фильтры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://primpress.ru/article/10695> (дата обращения: 20.03.2020)..

11. Дирко С.В. Цепи поставок вторичных ресурсов в системе рециклинга /Дирко С.В. // В сборнике: Интеграция Республики Крым в систему экономических связей Российской Федерации: теория и практика управления Материалы XII межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 258-260.

12. Каждый третий житель крупного города России имеет доступ к раздельному сбору [Электронный ресурс] // официальный сайт организации Гринпис. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/blogs/2020/03/12/rejting-greenpeace-kazhdyj-tretij-zhitel-krupnogo-goroda-rossii-imeet-dostup-k-razdelnomu-sboru/> (дата обращения: 20.03.2020).

13. Байрак А.Н. Роль населения РФ в развитии отрасли рециклирования / А.Н. Байрак // Вестник НГУЭУ. – 2017. – № 1. – С. 54-63.

Bairak Anastasiya Nikolaevna, student of the master program; Scientific adviser – Karpovich Aleksey Ivanovich, Doctor of Economics Science, Professor

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Avenue, 20, ph. (383)346-02-90

E-mail: bairakan@gmail.com

E-mail: karpovich383@gmail.com

Address for correspondence: Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Avenue, 20, ph (383)346-02-90

Abstract. The article deals with analysis of problems of recycling and processing of waste in Russia. It lists the state measures of improving the environmental situation in the country and describes the experience in waste management in German. The authors recommend the conduct extensive explanatory work paying special attention to the material interest of citizens to organize the system of separate collection in Russia.

Keywords: separate waste collection system, recycling industry, sustainable development, waste management, social efficiency.

СЕКЦИЯ: ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 632.15 + 621.311.25

ПОДХОДЫ К УСТАНОВЛЕНИЮ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ОТРАБОТАВШИХ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

*Александров Виктор Юрьевич, к.х.н., доцент;
Ларичкин Владимир Викторович, д.т.н., профессор;
Немущенко Дмитрий Андреевич, старший преподаватель,
Овсянникова Кира Владимировна, студент*

Новосибирский государственный технический университет,
Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20

Александров В.Ю., e-mail: viktoral48@yandex.ru

Ларичкин В.В., e-mail: larichkin@corp.nstu.ru

Немущенко Д.А., e-mail: nemuschenko@corp.nstu.ru

Овсянникова К.В., e-mail: ovsyannikovakira@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный
технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20,
тел. +7 (383) 346-50-31

Аннотация. В ФККО-2017 не установлен класс опасности отходов отработавших панелей солнечных электростанций (СЭС), а лишь показана группа отходов в ожидании наполнения классами опасности. Наиболее экологически опасная составляющая этих отходов представлена солями кадмия – сульфидом и теллуридом. Расчетным методом показано, что названные соли относятся ко 2-му классу опасности (высоко-опасные), что подчеркивает актуальность определения класса опасности самих отходов отработавших панелей СЭС, где эти соли присутствуют в концентрации 1-2 % в кварце (5-й класс опасности). Если класс опасности снизится до 4-го, то возможно захоронение на полигонах ТКО, если будет 2-й или 3-й классы – только утилизация в лицензированных организациях! Кроме того, ставки платежей за размещение отходов определяются их классом опасности.

Ключевые слова: солнечная электростанция, сульфид кадмия, теллурид кадмия, отход, класс опасности.

Солнечные электростанции в настоящее время, получают все большее распространение, как альтернативный или резервный источник электрической и тепловой энергии. В промышленных масштабах, данный вид энергетики,

также присутствует и в нашей стране. Общая установленная мощность солнечных электростанций превышает 400,0 МВт, из них наиболее крупными являются: Орская им. А. А. Вlazнева, установленной мощностью 40,0 МВт в Оренбургской области; Бурибаевская, мощностью 20,0 МВт и Бугульчанская, мощностью 15,0 МВт, в Республике Башкортостан. На полуострове Крым функционирует более десяти солнечных электростанций мощностью 20,0 МВт каждая. В настоящее время в РФ, на стадии разработки проектной документации и различных этапах строительства, находятся более 50 объектов солнечной генерации, расположенных в различных регионах, от Дальнего Востока и Сибири, до центральных и южных областей нашей страны. Общая мощность проектируемых и строящихся объектов составляет более 850,0 МВт [1].

Многие производители дают гарантию на свои модули на период от 10 до 25 лет. При этом мощность модулей через 10 лет снизится не более чем на 10 %. Гарантия на механические повреждения дается обычно на срок от 1 до 5 лет [2].

После завершения ресурса эксплуатации, либо потери работоспособности по другим причинам, модули (СЭ) превращаются в отходы. Для определения порядка обращения с этими отходами необходима информация об их классе опасности (КО). Величину КО можно определить расчетным способом по методике [3]. Сведения о КО отходов обобщаются в Федеральном Классификационном Каталоге отходов (ФККО) [4].

Анализ литературы по химическому составу панелей СЭ показывает, что наибольшую экологическую опасность представляют добавки теллурида кадмия (ТК) и сульфида кадмия (СК), структура слоев химических соединений в солнечном модуле представлена на рис. 1 [7].

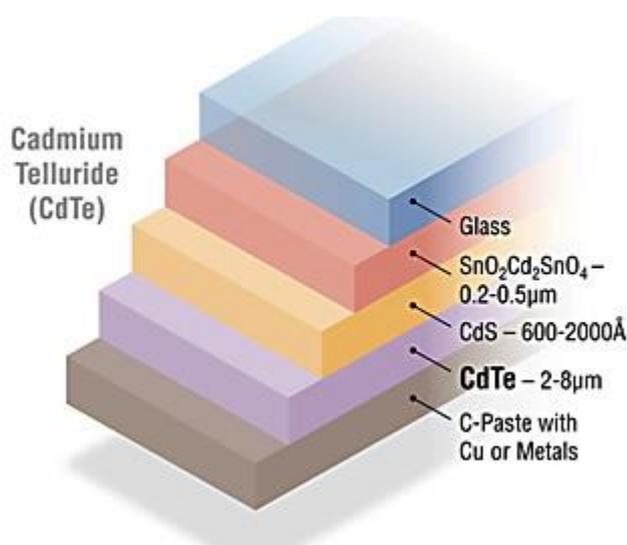


Рис. 1. Структура слоев химических соединений в солнечном модуле

Расход названных соединений кадмия на производство 1 м² панелей СЭ составляет: теллура – 10 г, кадмия – 9 г.

Оценки показывают, что для СЭС установленной мощностью 100 МВт необходима площадь панелей СЭ 75 000 м², в которых количество теллура составит 75 кг, количество кадмия составит 68 кг. Выводы об опасности этих отходов для объектов окружающей среды возможны только после установления класса их опасности. В ФККО-2017 [4] класс опасности отходов, содержащих ТК и СК не установлен. Создана группа «отходы панелей СЭС» с кодом 6 31 000 00 00 0, которая не наполнена конкретными отходами с классом опасности.

Расчеты по методике [3] основаны на вычислении суммарного индекса опасности (СИО) для отходов конкретного химического состава. При этом, величина суммарного индекса опасности (СИО) в диапазоне $10^4 \geq K > 10^3$, соответствует 2-му КО (особо-опасные отходы), для 3-го КО диапазон $10^3 \geq K > 10^2$, для 4-го КО диапазон $10^2 \geq K > 10$. Для отходов 2-го и 3-го классов опасности экологическое законодательство устанавливает обязанность их обезвреживания лицензированными организациями [6], либо захоронения на полигонах промышленных отходов. Отходы 4-го КО допустимо захоранивать на полигонах твердых коммунальных отходов. Кроме того, ставки платежей за размещение отходов зависят от их КО [5]. Расчетом установлено, что величина СИО для ТК составляет 3425, а для СК – 4642 и устанавливает их отнесение ко 2-му КО.

Необходимо отметить, что содержание ТК и СК в реальной панели СЭ не превышает единиц процентов, а остальная масса представлена менее опасными компонентами – диоксид кремния, углерод (5-й КО), а также соединениями олова (4-й КО) [4]. В такой композиции величина КО будет снижаться, за счет снижения доли высокоопасных отходов в изделии, что может быть установлено расчетом по методике [3].

Для принятия решений по обращению с отходами, а также расчету платежей за их размещение [5], принципиальное значение имеет поиск концентрации ТК и СК в смеси с диоксидом кремния, при которой происходит переход отходов в 3-й и 4-й классы опасности. Результаты расчетов приведены в табл. 1. и табл. 2.

Таблица 1

Зависимость КО отходов, от состава модельных смесей CdS + SiO₂

Содержание сульфида кадмия, % масс.	Содержание SiO ₂ , % масс.	Суммарный индекс опасности	Класс опасности
1	99	46,42	4
2	98	92,83	4
3	97	139,25	3
10	90	464,16	3
20	80	928,32	3
25	75	1160,40	2
30	70	1392,48	2

40	60	1856,64	2
50	50	2320,79	2
100	0	4641,60	2

Таблица 2

Зависимость КО отходов, от состава модельных смесей CdTe + SiO₂

Содержание теллурида кадмия, % масс.	Содержание SiO ₂ , % масс.	Суммарный индекс опасности	Класс опасности
1	99	34,25	4
2	98	68,50	4
3	97	102,75	3
10	90	342,51	3
20	80	685,01	3
25	75	856,26	3
30	70	1027,54	2
40	60	1370,02	2
50	50	1712,52	2
100	0	3425,05	2

Из таблиц следует:

1) Для смесей CdS + SiO₂ повышение опасности отходов с 4-го класса до 3-го класса происходит в интервале концентраций 2-3 % CdS в SiO₂, с дальнейшим повышением опасности отходов в интервале концентраций 20-25 % CdS в SiO₂, когда 3-й класс опасности отходов переходит во 2-й класс.

2) Для смесей CdTe + SiO₂ повышение опасности отходов с 4-го класса до 3-го класса происходит в интервале концентраций 2-3 % CdTe в SiO₂, с дальнейшим повышением опасности отходов в интервале концентраций 25-30 % CdTe в SiO₂, когда 3-й класс опасности отходов переходит во 2-й класс.

Выводы:

1) в составе панелей СЭ наибольшую экологическую опасность представляют добавки теллурида кадмия (ТК) и сульфида кадмия (СК), которые расчетным методом отнесены ко 2-му классу опасности (*высокоопасные*);

2) установлено, что введение ТК и СК в состав СЭ в сочетании с оксидом кремния и соединениями олова (5-й и 4-й класс опасности, *малоопасные*) приводит к снижению опасности отходов СЭ до 3-го – 4-го классов, в зависимости от содержания ТК и СК;

3) для принятия решения по обращению с отходами СЭ, а также расчета платы за размещение отходов, необходима информация о содержании в них СК и ТК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возобновляемая энергия в России: от возможности к реальности // Международное энергетическое агентство. – 2004. – 120 с.
2. Срок службы солнечных батарей: что влияет и как его продлить? [Электронный ресурс] // Eco Energetics, 14 января 2019. - Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Feco-energetics.com%2Fsolar-energy%2Fsrok-sluzhby-solnechnyh-batarej>. - Загл. с экрана.
3. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», утв. приказом МПР России от 15 июня 2001 г. № 511. – М., 2001. – 12 с.
4. Приказа Минприроды от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (с изменениями на 2 ноября 2018 года) [Электронный ресурс] / Техэксперт. - Дата обращения: 30.09.2020 г.
5. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [Электронный ресурс] / Техэксперт. - Дата обращения: 30.09.2020 г.
6. Федеральный закон "О лицензировании отдельных видов деятельности" от 04.05.2011 № 99-ФЗ. – Принят Гос. Думой РФ 22.04.2011 [Электронный ресурс] / Техэксперт. - Дата обращения: 30.09.2020 г.
7. Оценка роста производства солнечных элементов. Ч. 1. [Электронный ресурс] / С.И. Плеханов, А.В. Наумов // ОАО НПП «КВАНТ», 2010 г. - Режим доступа: <https://alternativenergy.ru/solnechnaya-energetika/132-proizvodstvo-solnechnyh-elementov.html> - Загл. с экрана.

APPROACHES TO ESTABLISHING WASTE HAZARD CLASS OF SPENT PANELS OF SOLAR POWER PLANTS

Aleksandrov Viktor Yur'evich, candidate of chemical sciences, associate professor of department of Engineering problems of ecology, e-mail: viktoral48@yandex.ru

Larichkin Vladimir Viktorovich, doctor of engineering sciences, professor, head of department of Engineering problems of ecology, e-mail: larichkin@corp.nstu.ru

Nemuschenko Dmitry Andreevich, senior lector of department of Engineering problems of ecology, e-mail: nemuschenko@corp.nstu.ru

Ovsyannikova Kira Vladimirovna, student, e-mail: ovsyannikovakira@yandex.ru

Novosibirsk state technical university, 630073, Russia, Novosibirsk, pr. K. Marks, 20. tel. +7 (383) 346-50-31

Abstract: FKKO-2017 does not establish a class of hazard for waste panels of solar power plants (SPP), a group of waste is indicated pending filling with hazard classes. The most environmentally hazardous component of these wastes is represented by cadmium salts - sulphide and telluride. The calculation method shows that the salts belong to the 2 class of hazard (highly hazardous), which emphasizes the relevance of determining the hazard class of waste panels of SPP, where these salts are present in a concentration of 1-2 % in quartz (5 class of hazard). If the class of hazard drops to the 4th, then disposal at municipal waste landfills is possible, if there is the 2nd or 3rd class - only disposal in licensed organizations! The rates of payments for waste disposal are determined by their hazard class.

Key words: solar power plant, cadmium sulfide, cadmium telluride, waste, class of hazard

УДК 332.368:504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ТИПА ПОЧВЫ НА ВЫБОР МЕТОДА ОЧИСТКИ

*Амбрасовская Екатерина Павловна, студент;
Ларичкина Наталья Илларионовна.*

Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркс, 20,
кафедра инженерных проблем экологии, тел. +7(383)346-50-31

Амбрасовская Е.П., e-mail: kambra00@gmail.com

Ларичкина Н.И., e-mail: larichkina@corp.nstu

Адрес для корреспонденции: Амбрасовская Екатерина Павловна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)890-17-22

Аннотация. В работе показано, что при выборе способа или метода, применяемого для очистки почвы от загрязнения нефтью особое внимание надо уделять типу загрязненной почвы и количеству нефти, проникшей в почву. К настоящему времени наиболее широко используется рекультивация загрязненных почв, в основе которой лежит микробиологическое очищение почв от попавших в неё углеводородов нефти. Ускорению этого процесса способствуют естественная аэрация почвы, использование некоторых минеральных и органических удобрений, а также высаживание специальной смеси злаковых и бобовых культур.

Ключевые слова: глинистые, торфяные, иловые, меловые, песчаные почвы; чернозём; рекультивация почв; характеристика загрязненности; способы очистки

Нефтяные разливы на почву оказывают негативное влияние на её

свойства, способны снижать плодородие, водо- и воздухообмен с окружающей средой, менять структуру, а также губительно воздействовать на живые организмы, которые так или иначе связаны с почвой. Так как почва непосредственно связана с гидросферой, то грунтовые и подземные воды также подвержены загрязнению нефтью, что в свою очередь может привести к загрязнению близлежащих водоёмов.

Целью данной работы является анализ информации по методам восстановления почв от загрязнения нефтью и степени нефтяного загрязнения разных видов почв по глубине.

Разные виды почв отличаются по своему составу, что определяет их физико-химические свойства [1]. Для оценки степени воздействия нефтяных загрязнений особую роль играют размеры частиц почвы. По мере уменьшения размеров частиц, уменьшается скорость впитывания воды и увеличивается влагоёмкость. Чем крупнее частицы почвы, тем легче влага и нефтепродукты проходят в нижние слои и тем сложнее предлагаемые рекультивационные мероприятия. Так как нефть является гидрофобной, то влажные почвы отталкивают её, препятствуя впитыванию, и она концентрируется на поверхности [1]. Учитывая это, можно дать почвам сравнительную характеристику проникновения нефти по глубине (Таблица 2).

Таблица 2

Зависимость степени нефтяного загрязнения от вида почвы

Вид почвы	Физические свойства	Степень нефтяного загрязнения по глубине
Глинистая	Наименьший размер частиц, очень высокая влагоёмкость	Самая низкая
Торфяная	Низкая плотность частиц, высокая влагоёмкость	Низкая
Иловая	Пористая, хорошая влагоёмкость	Низкая
Чернозём	Высокая влагоёмкость	Низкая
Меловая	Крупные частицы, хорошие дренажные свойства	Высокая
Песчаная	Самые крупные частицы, сильные дренажные свойства	Самая высокая

Стоит отметить, что данная таблица не учитывает такие внешние факторы, как: температура воздуха, наличие ветра, поток ультрафиолетового излучения, которые оказывают огромное влияние на процесс окисления компонентов нефти. Например, чем выше температура, тем быстрее на воздухе разлагается нефть. Чем выше скорость воздушного потока, тем больше приток кислорода, который является окислителем.

При проникновении нефти в почву выделяют несколько уровней

загрязнения земель нефтепродуктами [2]. В таблице 2 приведены уровни загрязнения почвы нефтепродуктами, характеристика загрязнённости и возможные способы очистки.

Как показывает практика, при ликвидации свежих нефтяных проливов наиболее эффективно использовать метод биоаугментации, в виде привнесения в загрязнённую среду биопрепаратов, содержащих микроорганизмы - нефтедеструкторы, а в экстремальных условиях (в кислой среде, при дефиците влаги, дефиците питательных веществ в почве) в качестве деструкторов нефти более эффективно использовать дрожжи и грибы. В результате мицелиального роста грибы проникают между локальными источниками питания в почвенно-нефтяные агломераты и, благодаря своей устойчивости к низкому содержанию влаги и низкому рН, активно участвуют на поздних стадиях разложения остатков нефти в очищаемых почвах. При прочих равных условиях наибольшее количество биопрепаратов требуется для утилизации сырой нефти и мазута, наименьшее — для утилизации жидких парафинов, светлых нефтепродуктов.

Таблица 3

Уровни загрязнения почвы нефтепродуктами и способы очистки

Уровень загрязнения	Концентрация загрязняющих нефтепродуктов (г/кг)	Характеристика загрязнённости	Способы очистки
1	0,2...0,4	Оптимальная автотрофная экосистема	Установка источников поступления органики
2	0,4...8	Пессимальные условия для растений, повышается численность сапрофитов и нефтеокисляющих организмов, неравновесный оптимум для микроорганизмов	<i>На с/х территориях:</i> агротехнические мероприятия для улучшения водно-воздушных свойств почв, контроль содержания остаточных нефтепродуктов <i>На лесных:</i> контроль содержания остаточных нефтепродуктов и санитарного состояния древостоя
3	8...14	Неравновесный минимальный оптимум для микроорганизмов	Контроль содержания бенз(а)пирена. <i>На с/х:</i> агротехнические мероприятия для улучшения водно-воздушных свойств почв, контроль содержания

			остаточных нефтепродуктов, активность микроорганизмов <i>На лесных:</i> контроль содержания остаточных нефтепродуктов и санитарного состояния древостоя
4	14...22	Опасный уровень образования бенз(а)пирена, субстрат приобретает свойства токсичности, резко отрицательные условия для развития зональных растений, оптимум для нефтеокисляющих микроорганизмов	Рекультивационные действия на с/х землях, на лесных – ограничение рекультивации (для восстановления водно-воздушного режима и активации автохтонного сообщества микроорганизмов)
5	22...72	Опасный уровень образование бенз(а)пирена. Отрицательные условия для развития растений	Рекультивационные действия на с/х землях, на лесных – ограничение рекультивации (для восстановления водно-воздушного режима и активации автохтонного сообщества микроорганизмов), контроль за миграцией нефтепродуктов
6	72...132	Субстрат токсичный, угнетённая сапротрофная система	Нормализация водно-воздушного режима, активация автохтонного сообщества микроорганизмов
7	>132	Практически отсутствует активность микроорганизмов, токсичный субстрат	Применение санации территории, специализированных микроорганизмов, нормализация водно-воздушного режима

Перед внесением биопрепарата обычно осуществляют вспашку почвы и вносят мелиоранты и структураторы, которые являются стартовой дозой минеральной подкормки. Раствор минеральной подкормки вносят в почву за 2...3 суток до обработки биопрепаратом. После подготовительных мероприятий биопрепарат запахивается в грунт на загрязненном участке. Биообработку проводят в утреннее или вечернее время, или в пасмурную погоду. Активный процесс биодеструкции протекает за 3...10 недель, затем наблюдается медленное снижение содержания углеводов нефти. Минеральную подкормку путем внесения в почву раствора минеральных удобрений (50...200 кг аммиачной селитры, аммофоса или диаммофоса на 1 га) вносят через 3...4 недели после первого внесения биопрепарата.

В разложении нефти наряду с микроорганизмами принимают косвенное

участие растения и животные. При загрязнении почвы нефтью возможно угнетение роста растений и активности почвенных животных, что, в свою очередь, может оказать влияние на микробную активность. Рыхление почвы корнями растений, земляными червями и роющими артроподами улучшает дренаж почвы и облегчает обмен газов. Кроме того, роющие животные могут перемещать органический материал к биологически активным поверхностным слоям почвы. Растения и особенно бобовые культуры обогащают почву азотом и биологически активными соединениями, что стимулирует рост микроорганизмов и, соответственно, повышает интенсивность разложения нефти [3].

Выводы.

В работе показано, что в зависимости от вида почвы и количества нефти, проникшей в почву, основным методом восстановления почв от загрязнений нефтью является рекультивация, в основе которой лежит микробиологическое очищение грунтов. Ускорению этого процесса способствует аэрация загрязненных почв, использование некоторых видов минеральных и органических удобрений, в комплексе с высаживанием специальной смеси злаковых и бобовых культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальков, В. Ф. Почвоведение: учебник для академического бакалавриата / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 527 с.
2. Бузмаков С.А. – Восстановление земель при различных уровнях загрязнения нефтью / С.А. Бузмаков // Записки Горного института. - 2013. – Т203. – С. 128-132.
3. Сопрунова, О. Б. Способы очистки почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, применяя микробные биотехнологии / О. Б. Сопрунова, А. Ш. Акжигитов, А. А. Казиев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 7 (87). — С. 240-242.

RESEARCHING OF THE INFLUENCE OF DEGREE OF PETROLEUM POLLUTION AND SOIL TYPE ON THE METHOD OF CLEANING

Ambrasovskaya Ekaterina Pavlovna, student;

Larichkina Natalya Illarionovna

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk,
K. Marx Ave., 20

department of engineering environmental problems, ph. +7 (383) 346-50-31

Ambrasovskaya E.P., e-mail kambra00@gmail.com

The address for correspondence: **Ambrasovskaya Ekaterina Pavlovna**,

Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia,
Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, ph. +7 (913) 890-17-22

Summary

The paper presents that special attention should be played to the type of polluted soil and the quantity of penetrated petroleum while choosing the way or method of cleaning soil from petroleum. Nowadays the most spread way of cleaning soil is reclamation, which is based on microbiological cleaning from hydrocarbons of petroleum. Natural aeration of the soil, using of some mineral and organic fertilizers and planting special mix of cereals and legumes are helpful to speed up this process.

Key words: vertisol, peaty, silt, calcareous soils, arenosol; chernozem; soil reclamation; pollution characteristic; methods of cleaning

УДК 628.3

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АНИЛИНОМ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

*Гуровский Виктор Владимирович, магистрант
Александров Виктор Юрьевич, к.х.н., доцент,*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, корп. III, к.205, тел. (383)346-50-31,
Александров В.Ю., e-mail viktoral48@yandex.ru
Гуровский В.В., e-mail viktor.gurovskiy@gmail.com

*Адрес для корреспонденции: Александров В.Ю., Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20, тел. 346-50-31*

Аннотация.

Рассчитаны величины исковых платежей за загрязнение анилином вод различного назначения. Экспериментально определена эффективность озонирования при очистке вод, загрязненных анилином.

Ключевые слова: *загрязнители вод, анилин, исковые платежи, обезвреживание озонированием, эффективность обезвреживания*

Анилин, синонимы аминбензол, фениламин ($C_6H_5NH_2$), является органическим веществом, в котором, одновременно, проявляются химические свойства ароматических углеводородов и аминов. Это определяет экологические особенности анилина, как загрязнителя объектов окружающей среды, с том числе воды.

В природоохранной правовой базе России, анилин относится к загрязнителям, на который:

- установлены нормативы ПДК для водоемов рыбохозяйственного [1] и хозяйственно-питьевого [2] назначений;
- применяются меры государственного регулирования [3];
- установлены ставки платежей за загрязнение водных объектов [4].

Количественные величины показателей характеризуют высокую опасность анилина (2-й класс опасности), как загрязнителя водных объектов. Так величины ПДК составляют:

- воды хозяйственно-питьевого водопользования – 0.1 (мг/л);
- воды рыбохозяйственного значения – 0,0001 (мг/л);
- воды, отводимые в систему канализации – 6 (мг/л);
- ставка платы за негативное воздействие на воды – 5950387,4 руб/т.

Отметим, что наибольшую опасность анилин представляет, как загрязнитель рыбохозяйственных водоемов, где его ПДК в 1000 раз превышает показатель для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Другим показателем, определяющим экологическую опасность загрязнителя, является достаточно высокая растворимость анилина в воде ($3,3 \text{ г/100мл} = 33 \text{ г/л} = 33 \text{ 000 мг/л}$) [11].

Для достижения ПДК=1 для вышеназванных вод, что дает право на водоотведение, в исходно насыщенном растворе анилина, концентрация загрязнителя должна быть снижена:

- для канализационных вод в $5,5 \cdot 10^3$ раз;
- для коммунально-бытовых вод в $3,3 \cdot 10^5$ раз;
- для рыбо-хозяйственных вод в $3,3 \cdot 10^8$ раз.

Эти показатели количественно характеризуют высокие требования к эффективности способов очистки загрязненных анилином вод.

Концепция полной очистки вод от анилина основана на глубоком окислении загрязнителя с образованием экологически безопасных продуктов CO_2 и H_2O . Эффективным окислителем является озон (O_3), поскольку его реакция с загрязнителями не осложняется появлением в очищенной воде других химических веществ. Метод озонирования успешно применяется для очистки загрязненных вод, в том числе, как стадия получения воды питьевого качества [9].

Экономическая необходимость очистки загрязненных анилином вод определяется государственным регулированием загрязнителя, высокой ставкой платы за загрязнение, как в случае соблюдения нормативов допустимого сброса, так, тем более, при аварийных сбросах [4,5,6].

Количественная оценка платежей за аварийный сброс анилина в водные объекты проведена в 1-й части настоящей работы.

Часть №1.

В соответствии со ст. 78 (ч.1) ФЗ «Об охране окружающей среды» [7]: «Определение размера вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, в том числе при сбросе загрязнителей при аварии, осуществляется, в соответствии с таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, утвержденными

органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды».

В настоящее время, действующим нормативным актом, для исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, является Методика [8], которая полностью соответствует требованиям ст. 78 (ч.1.) [7].

Представляет интерес провести сравнение величин размера вреда водному объекту от загрязнения анилином при различных сценариях расчета величин:

1-й сценарий – расчет по Методике [7];

2-й сценарий – расчет по ставкам платежей [4,5] с учетом правил исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду [6].

В обоих сценариях принято допущение попадания в водный объект 1 т анилина в мае 2020 года с неприятием мер по очистке вод, то есть необратимое их загрязнение. Условно принято отнесение водного объекта к бассейну р. Обь (р. Томь).

Результаты расчетов

1-й сценарий

Для названного сценария реализуется случай загрязнения в результате аварий с загрязнением водных объектов органическими веществами, исключая их поступление в составе сточных вод и (или) дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод, исчисление размера вреда производится по формуле N 2:

$$Y = K_{\text{вг}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{ин}} \times K_{\text{дл}} \times \sum_{i=1}^n H_i, \quad (2)$$

где:

Y - размер вреда, тыс. руб.;

$K_{\text{вг}}$ - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, таблицей 1 приложения 1 к настоящей Методике; = 1,25

$K_{\text{в}}$ - коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), таблицей 2 приложения 1 к настоящей Методике; 1,22

$K_{\text{ин}}$ - коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития, принимается на уровне накопленного к периоду исчисления размера вреда индекса-дефлятора по отношению к 2007 году, который определяется как произведение соответствующих индексов-дефляторов по годам по строке "инвестиций (капитальных вложений) за счет всех источников финансирования" с п. 11.1 настоящей Методики; =2,88

$K_{\text{дл}}$ - коэффициент, учитывающий длительность воздействия загрязнителя на водные объекты (состояние водных объектов), таблицей 4 приложения 1 к настоящей Методике= 5

N_i - таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты определяются в соответствии с таблицей 3 приложения 1 к настоящей Методике, тыс. руб./т;

Для анилина выбор такс платы должен быть связан с отнесением водного объекта к виду водопользования - хозяйственно-питьевого водопользования, либо рыбохозяйственного значения.

Для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования значение ПДК=0,1 мг/л попадает в интервал значений 0,06---0.19 мг/л, что соответствует таксе платы $N_{\text{хоз-пит}} = 510$ тыс. руб/т (№5 табл.3).

Более сложен выбор таксы для водоемов рыбохозяйственного значения, для которых пдк= 0,0001 (мг/л). Названное значение находится между величинами интервала №10 табл.3 (менее 0,001 --- 0,0007) и №11 табл.3 (от 0,00008 мг/мл и менее). В этом случае, примечание 1 к табл.3. Предусматривает применять правила округления, по которому отбрасывание цифры более 5, предусматривает увеличение предпоследней цифры на единицу. То есть, для пдк= 0,0001 применяется такса из п. 10 табл. 3 равная 240 100 тыс. Руб./т.

Таким образом:

- 1) Ущерб водному объекту хозяйственно-питьевого водопользования от аварийного сброса 1 т анилина составит:

$$U \text{ (тыс. руб.)} = 1.25 * 1,22 * 2,88 * 5 * 510 \text{ (тыс. руб.)} = \\ = 11\,200 \text{ тыс. руб. (11,2 млн. руб.)}$$

В пересчете на ущерб от сброса 1 г это составит 11,2 руб./г

- 2) Ущерб водному объекту рыбо-хозяйственного назначения от аварийного сброса 1 т анилина составит:

$$U \text{ (тыс. руб.)} = 1.25 * 1,22 * 2,88 * 5 * 240\,100 \text{ (тыс. руб.)} = \\ = 5\,272\,596 \text{ (тыс. руб.) (5,27 млрд. руб.)}$$

В пересчете на ущерб от сброса 1 г это составит 5,27 тыс. руб./г

При использовании методики, установленной приказом МПР РФ №87, величина вреда, от загрязнения воды 1 т анилина, различается до 500 раз в зависимости от категории водного объекта: 11,2 млн. руб. для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования, в сравнении с 5270 млн. руб. для рыбо-хозяйственных водоемов. Такое различие определяется экологической значимостью водоемов.

Часть №2.

Во 2-й части настоящей работы представлены экспериментальные результаты, по очистке вод, загрязненных анилином, методом озонирования.

Для количественного определения анилина в растворе использован метод «перманганатной окисляемости» /10/, который применяется для определения малых количеств загрязнителей органической природы в воде. Суть метода – титрование специально подготовленной пробы воды раствором $KMnO_4$ концентрация 0,01 н, до появления слабо-розовой окраски. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ Проб.	Подготовка пробы	V (мл.) KMnO ₄ 0,01 н на титр. 100 мл пробы	Содержани е Анилина в Пробе (мг.)	Примечание
0	Дистиллированная вода	1,3	0	Визуальное проявление окраски в 0.0001 н растворе KMnO ₄
1	Исходная проба получена разбавлением насыщенного раствора анилина в воде (20 С)	180 190 200 190 (осреднение)	10,0	Растворимость анилина в воде 3300 мг/100 мл (20 С). 1 мл насыщенного раствора добавляют в 330 мл воды,
2	Проба №1 озонирование 3 часа	35 39 37 37 (осреднение)	1,9 (осреднени е)	Производительность озонатора 400 мг О ₃ /ч (паспорт прибора), всего пропущено 1200 мг О ₃ .
3	Проба №1 озонирование 3 часа, + адсорбция 10 г активированного угля	13,5 13,5 13,5 (осреднение)	0,7	Остаточное в пробе №2 количество загрязнителей в озонированной пробе (3 часа) адсорбировали активированным углем (1 час)

Полученные данные позволяют оценить конверсию анилина в продукты глубокого окисления (1) по формуле:

$$X\% = (C_1 - C_2)/C_1 * 100 = (10,0 - 1,9)/10,0 * 100 = 81\% \quad (1)$$

Кроме того, на основе экспериментальных данных можно оценить эффективность использования озона в процессе превращения анилина в продукты глубокого окисления (2) по формуле:

$$\mu\% = \Delta M_{\text{анилина}} / M_{\text{озона}} * 100 = (10,0 - 1,9)/1200 * 100 = 0,68\% \quad (2)$$

Теоретическую величину расхода на превращение анилина в продукты полного окисления можно оценить в предположении протекания химической реакции по уравнению:



Исходя из:

МВ анилина = 93

МВ озона = 48

На 93 мг анилина расход озона составит:

$$48 * 5,2 = 250 \text{ мг}$$

Тогда, на 8,1 мг анилина теоретический расход озона составит:

$$250 * 8,1 / 93 = 22 \text{ мг озона}$$

По факту, экспериментальная величина расхода озона составила 1200 мг, т.е. расчетная эффективность составляет:

$$22 / 1200 * 100 = 1,8\%$$

С учетом недостаточно высокой глубины очистки вод, загрязненных анилином, проведены опыты по доочистке озонированных вод активированным углем (10 г адсорбента, время адсорбции 1 час).

Установлено, что адсорбция позволяет снизить количество остаточных после озонирования загрязняющих веществ в 2,5 раза и достичь глубины очистки:

$$X\% = (C_1 - C_3) / C_1 * 100 = (10,0 - 0,7) / 10,0 * 100 = 93\% \quad (4)$$

Достигнутый уровень очистки вод с исходным загрязнением анилином 100 мг/л до концентрации 7 мг/л, позволяет их сбрасывать в канализационную сеть согласно [10].

ВЫВОДЫ:

1. Проведен расчет исковых платежей за аварийное загрязнение анилином водных объектов различного назначения. Различие сумм платежей для водоемов коммунально-бытового и рыбо-хозяйственного назначений определяется экологической значимостью названных водных объектов.
2. Определена эффективность метода озонирования для очистки вод, загрязненных анилином, в том числе в варианте доочистки озонированных вод активированным углем. Комбинированно очищенные воды, по содержанию анилина, соответствуют нормам отведения в канализационную сеть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно

- допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Текст]: приказ Министерства сельского хозяйства Рос. Федераций от 13 декабря 2016 г. N 552 // Рос. газ. – 2017 г. – 13 января.
2. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования от 30 апреля 2003 г. №78 — URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249>
 3. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды[Текст]: правительство Рос. Федерации от 8 июля 2015 года № 1316-р
 4. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах [Текст]: постановление правительства Рос. Федерации от 13 сентября 2016г. № 913 // Рос. газ. – 2016 г. – 13 сентября. – 12с.
 5. Постановление правительство российской федерации от 24 января 2020 г. №39 «о применении в 2020 году ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду»
 6. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду[Текст]: постановление правительства Рос. Федерации от 03 марта 2017 г. № 255 // Рос. газ. – 2017 г. – 03 марта.
 7. Российская Федерация. Закон. Об охране окружающей среды [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 20 дек. 2001.: одобр. Советом Федерации 26 декабря 2001г.]
 8. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства [Текст]: Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87 // Рос. газ. 25 мая 2009 г. – метод 13 – 6 с.
 9. С. Терентьев Индустрия напитков. 2006. №5. «Озон на производстве питьевой воды».
 10. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов[Текст]: приказ Министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР от 2 марта 1984 г. № 107
 11. Новый справочник химика и технолога. Общие сведения. Строение вещества. Физические свойства важнейших веществ. Ароматические соединения. Химия фотографических процессов. Номенклатура органических соединений. Техника лабораторных работ. Основные технологии. Интеллектуальная собственность. – СПб.: НПО «Профессионал»,2006. – 617 – 631с.

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF PURIFICATION OF WATER POLLUTED WITH ANILINE BY OZONIZATION METHOD

Gurovskij Viktor Vladimirovich, Master's student
Aleksandrov Viktor YUr'evich, Candidate of Chemical Sciences, Associate
Professor,
Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl
Marx Ave., 20, bldg. III, room 205, tel. (383) 346-50-31,
Gurovskij y V.V., e-mail viktor.gurovskiy@gmail.com
Aleksandrov V.Yu., e-mail viktoral48@yandex.ru
Correspondence address: Aleksandrov V.Yu., Novosibirsk State Technical
University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. 346-50-31

Annotation.

Calculated the amount of claims for aniline pollution of waters for various purposes. The efficiency of ozonation in the treatment of waters contaminated with aniline has been experimentally determined.

Key words: *water pollutants, aniline, claims, ozone decontamination, decontamination efficiency*

УДК 502.5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ И ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ
СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА**

Кожевникова Анна Владимировна, студент;
Ларичкина Наталья Илларионовна, к.г.-м.н.,
Ларичкин Владимир Викторович, д.т.н.
Нарушев Андрей Олегович, аспирант

Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20,
кафедра инженерных проблем экологии, тел. +7(383)346-50-31
Кожевникова А.Е., e-mail: ann_kozhevnikova@mail.ru
Ларичкина Н.И., e-mail: larichkina@corp.nstu
Ларичкин В.В., e-mail: larichkin@corp.nstu
Нарушев А.О. e-mail: legovich_andrey_auf@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Кожевникова Анна Евгеньевна,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913)716-43-84

Аннотация. В работе исследованы фильтрационная и погложительная способность компонентов защитного экрана (бентонит, древесные опилки, высококальциевая зола уноса), препятствующего проникновению нефти в почву. Установлено, что скорость фильтрации через слой древесных опилок в 10 раз выше скорости проникновения нефти в слой бентонита.

Поглотительная способность древесных опилок выше, чем у бентонита примерно в 2 раза. Добавление высококальциевой золы уноса практически не влияет на поглотительную способность компонентов защитного экрана, однако время удерживания нефти этими компонентами возрастает, повышая тем самым защитную функцию экрана.

Ключевые слова: бентонит, высококальциевая зола уноса, древесные опилки, скорость фильтрации нефти, поглотительная способность.

При разработке экранирующего покрытия, препятствующего проникновению нефти в почву, учитывалось следующее. Защитный экран должен не только предохранять почву от загрязнения нефтью, но и поглощать разлитую при авариях нефть, тем самым способствуя сокращению площади разлива нефти. В связи с этим детально были рассмотрены материалы, которые, с одной стороны, хорошо впитывали нефть и являлись прекрасными сорбентами, а с другой, препятствовали попаданию нефти в почву, т.е. выполняли бы роль флюидоупоров. При этом желательно было бы, чтобы наряду с их низкой проницаемостью, они обладали бы хорошей поглотительной способностью и были бы способны удерживать нефть длительное время.

В работе предлагается в качестве сорбента нефти использовать древесные опилки, которые хорошо поглощают нефть, а противofильтрационные свойства защитному экрану будут придавать, как широко применяемые глины, так и смесь глин с высококальциевыми золами уноса угольных электростанций.

Исследование фильтрационных и поглотительных свойств основных материалов, используемых при разработке защитного экрана почвы от загрязнений нефтью, проводилось по методике, описанной в работе [1]. Для этого в колонну, представляющую собой полый пластмассовый шприц, засыпались предварительно просушенные и очищенные от примесей материалы. Схемы заполнения колонн на примере древесных опилок и бентонита показаны на рисунке 1.

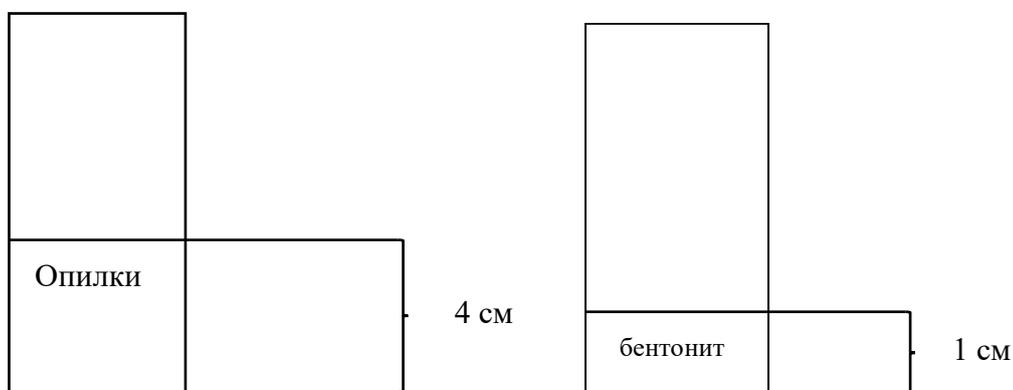


Рисунок 1 – Схема заполнения колонн древесными опилками и бентонитом

Исследования проводились в двух параллельных измерениях для древесных опилок, бентонита, а также их смесей с золой уноса. Массы материалов до и после пропитки нефтью взвешивались на технических весах. Всего было проведено 10 опытов.

Для определения скорости проникновения нефти в каждый слой материала измеряли время проникновения нефти в компонент защитного экрана (τ , с), объем добавляемой нефти (V , мл) и глубину её проникновения (h , см). Расчет скорости проникновения нефти в слой древесных опилок и бентонит (см/с) проводили по формулам, представленным в работе [1]. Данные замеров параметров и расчетных величин заносили в таблицы. В работе приведен пример заполнения таблицы для расчета скорости проникновения нефти в слой бентонита высотой 1 см (табл. 1).

Таблица 1

Изменение скорости проникновения нефти в слой бентонита высотой 1 см

Время проникновения нефти (τ), с	Глубина проникновения нефти (h), см	Расход нефти (Q), мл	Скорость проникновения нефти (ϑ), см/с
10	0,1	5	0,01896
30	0,2	10	0,02413
50	0,4	13	0,03439
540	0,6	15	0,00510
1200	0,8	16	0,00303
1830	1,0	17	0,00246
2010	начало фильтрации	18	0,00237
2340	1,0	19	0,00215
2730	1,0	20	0,00194
3090	1,0	21	0,00180

В ходе проведения эксперимента фиксировалось время начала фильтрации нефти через исследуемый слой компонента защитного экрана. По результатам двух параллельных определений строился график зависимости скорости проникновения нефти в исследуемый слой от времени. В качестве примера в работе приведен график изменения скорости проникновения нефти в слой бентонита высотой 1 см (рис. 2).

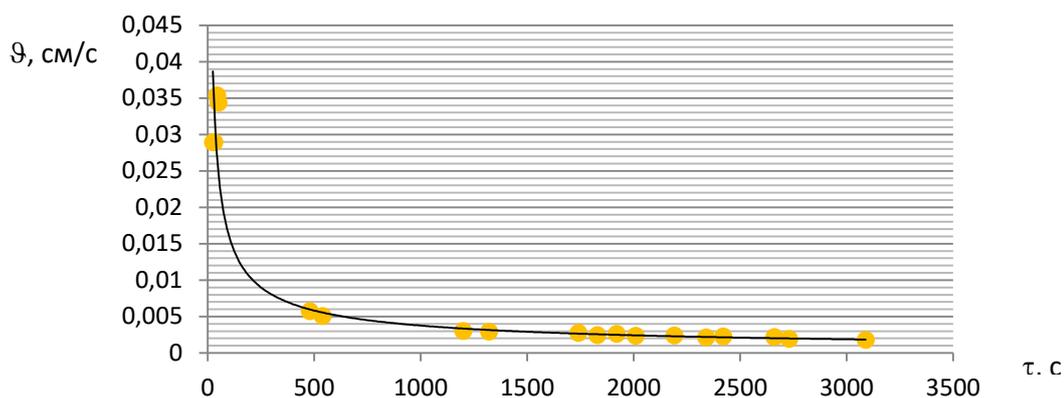


Рис. 2 Изменение скорости фильтрации нефти через слой бентонита по данным двух параллельных измерений

По данному графику определяли скорости фильтрации нефти через слой бентонита, проводя линию параллельную оси времени до пересечения с осью скорости проникновения нефти, и замеряли значение скорости фильтрации. Аналогичные измерения были сделаны для слоя древесных опилок ($h=4$ см), а также смесей опилок и бентонита с высококальциевыми золами уноса. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значение параметров, характеризующих фильтрационные и поглощительные свойства компонентов защитного экрана

Материал	Высота слоя материала, см	Номер опыта	Время начала фильтрации, с	Скорость фильтрации,		Количество поглощенной нефти, %
				см/с	м/сут.	
Бентонит	1	1	1920	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1,8	42,9
		2	2010			39,4
Древесные опилки	4	3	415	$1,9 \cdot 10^{-2}$	16,8	74,5
		4	456			73,8
Древесные опилки : зола уноса = 1:10 (по массе)	4	5	580	$2,3 \cdot 10^{-2}$	19,6	73,8
		6	590			73,8
Бентонит : зола уноса = 1:1 (по массе)	1	7	1275	$2,7 \cdot 10^{-3}$	2,3	42,0
		8	1380			41,1
	2	9	3605	$2,3 \cdot 10^{-3}$	1,94	33,9
		10	3090			30,4

Результаты исследований показали, что средняя скорость фильтрации нефти через слой древесных опилок ($1,9 \cdot 10^{-2}$ см/с) примерно в 10 раз выше,

чем через слой бентонита ($2,13 \cdot 10^{-3}$ см/с). При пересчете скорости проникновения нефти в м/сут. в древесные опилки и бентонит получили значения равные 16,8 м/сут. и 1,8 м/сут., соответственно. Что соответствует хорошо и слабопроницаемым породам. Значения времен начала фильтрации свидетельствуют о том, что в слой древесных опилок нефть проникает практически мгновенно. Напротив, в слое бентонита нефть, равномерно распределяясь в этом слое защитного экрана, насыщает бентонит, и процесс фильтрации наступает значительно позднее. Добавление зол уноса в слой древесных опилок и бентонита несколько повышает скорость фильтрации. При этом за счет зол уноса вязкость нефти возрастает, и время фильтрации в слое древесных опилок увеличивается в 1,3 раза. При добавлении зол уноса к бентониту отмечается незначительное увеличение скорости фильтрации нефти (в 1,3 раза) и уменьшение время удерживания нефти в 1,5 раза (при сравнении одинаковых по высоте слоев). При увеличении высоты слоя смеси бентонита и зол уноса, взятых в равных по массе количествах, скорость фильтрации нефти практически не меняется, а время её удерживания возрастает в 1,7 раза. Вероятнее всего, это объясняется распределением нефти в структурном пространстве бентонита, которое затрудняется присутствием зол уноса.

Исследование поглотительной способности компонентов защитного экрана показало, что древесные опилки способны адсорбировать на своей поверхности около 74% нефти (по массе), а бентонит около 40%. Добавление зол уноса практически не влияет на поглотительную способность этих материалов.

Выводы

1. Древесные опилки, как компонент защитного экрана от проникновения нефти в почву, являясь техногенным отходом, способны поглощать значительное количество нефти. Это позволит предотвратить разлив нефти на большую площадь и тем самым сократить количество загрязненных нефтью земель. Кроме этого, они способны удерживать на своей поверхности нефть, не давая ей проникать в нижележащие горизонты.

2. Расположенный на поверхности почвы слой бентонита, как компонент защитного экрана способен выполнять функцию противофильтрационного слоя, препятствуя проникновению нефти в почву, ghb при этом значительно снижает степень её загрязнения.

3. Добавление зол уноса, как компонента защитного экрана, способствует увеличению вязкости нефти и более равномерному её распределению по слоям защитного экрана.

Учитывая, что при фильтрации нефти через компоненты защитного экрана, происходит фракционирование нефти [2], на смолы, асфальтены, гетероциклические углеводороды и др., представляющие наибольшую опасность при загрязнении почвы, то они будут адсорбироваться на пористой поверхности древесных опилок. Бентонит, как мелкодисперсный материал,

будет препятствовать проникновению как тяжелых (асфальтены), так и средних (смолы, масла) нефтяных фракций в почву.

Таким образом, присутствие в защитном экране древесных опилок, бентонита и золы уноса предохранит попадание в почву наиболее токсичных и трудноудаляемых компонентов нефти, что в значительной степени сократит сроки восстановления почвы от загрязнений нефти, а в случае быстрого удаления защитного экрана с поверхности почвы и вовсе может исключаться возможность её загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о НИР шифр ТП-ИПЭ-1-19. Разработка защитного экрана с использованием природных материалов и техногенных отходов от загрязнений почвы нефтью и нефтепродуктами. Науч. рук. д.т.н., профессор В.В. Ларичкин – Новосибирск, НГТУ. – 2019. - 49 с.
2. Циберкина А.В. Исследование изменения углеводородного состава нефтей при миграции их через почву / А.И. Циберкина, Д.С. Чупанов, В.В. Ширяева, Н.И. Ларичкина // Наука. Промышленность. Оборона: тр. XIX Всерос. науч.-техн. конф., 18-20 апр. 2018 г. В 4 т.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – Т. 3. - С. 175 – 179.

INVESTIGATION OF FILTRATION AND ABSORPTION PROPERTIES OF PROTECTIVE SCREEN COMPONENTS

Kozhevnikova Anna Vladimirovna, student;
Larichkina Natalia Illarionovna, PhD, associate Professor
Larichkin Vladimir Victorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Narushev Andrey Olegovich, post-graduate student

Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marx Ave.,
Novosibirsk, 630073, Russia, Department of environmental Engineering, tel.
+7(383)346-50-31

Kozhevnikova A.E., e-mail: ann_kozhevnikova@mail.ru

Larichkina N.I., e-mail: larichkina@corp.nstu

Larichkin V.V., e-mail: larichkin@corp.nstu

Narushev A. O. e-mail: legovich_andrey_auf@mail.ru

Correspondence address: Anna Kozhevnikova, Novosibirsk state technical University, 630073, Russia, 20 Karl Marx Ave., Novosibirsk, tel. (913)716-43-84

Annotation

The filtration and absorption capacity of the components of the protective screen (bentonite, sawdust, high-calcium fly ash), which prevents oil penetration into the soil, is studied. It was found that the filtration rate through the sawdust layer

is 10 times higher than the rate of oil penetration into the bentonite layer. The absorption capacity of sawdust is about 2 times higher than that of bentonite. The addition of high-calcium fly ash has almost no effect on the absorption capacity of the screen components, but the oil retention time of these components increases, thereby increasing the screen's protective function.

Keyword

Bentonite, high-calcium fly ash, sawdust, oil filtration rate, absorption capacity

УДК 674.07 + 691

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В
МАЛОЭТАЖНОМ ДОМОСТРОЕНИИ**

*Козорез Иван Федорович², студент;
Шкряба Вадим Иванович¹, аспирант;
Катугина Елизавета Алексеевна², студент;
Плетнева Екатерина Сергеевна², студент;
Машкин Николай Алексеевич², д.т.н., профессор.*

¹ Югорский государственный университет, Россия, 628012, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

² Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20

Козорез И.Ф., e-mail: oldman-00@mail.ru
Катугина Е.А., e-mail: liza_katugina@mail.ru
Плетнева Е.С., e-mail: katja2000_2000@mail.ru
Машкин Н.А., e-mail: nmashkin@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20, тел. +7 (383) 346-50-31

Аннотация. Определены области применения модифицированной древесины в малоэтажном домостроении. Показано, что в результате модифицирования синтетическими полимерами стойкость и долговечность деревянных конструкций увеличивается в 2,0-2,5 раза.

Ключевые слова: деревянное домостроение, синтетические полимеры, модифицирование древесины.

Причины разрушения деревянных зданий следующие:

- приближение предельного возраста жизнеспособности жилых построек;
- биологическое разрушение деревянных конструкций зданий;

- пожары, при отсутствии какой бы то ни было противопожарной защиты.

Основной задачей сохранения деревянных построек является увеличение долговечности сроков службы древесины, сохранений ее механических свойств.

В условиях переменной влажности и при отсутствии надлежащего своевременного ремонта деревянные здания постепенно разрушаются. Разрушение древесины под действием окружающей среды и микроорганизмов может быть приостановлено с помощью различных консервирующих средств. Однако стандартные консерванты-антисептики, наносимые на поверхность древесины, не дают надежного долговременного эффекта [1].

В связи с этим в настоящее время значительный интерес представляют исследования древесины, модифицированной кремнийорганическими (метилсиликонат калия) и эпоксидными полимерами нового поколения, которые легко проникают в структуру древесины и обеспечивают комплексное улучшение ее свойств.

Вопросам получения новых материалов на основе древесины и улучшению физико-механических свойств натуральной древесины на протяжении последних десятилетий уделяется большое внимание. Одним из методов, комплексно улучшающих свойства древесины, является ее модифицирование полимерами, т.е., пропитка цельной древесины мономерами или олигомерами с последующей полимеризацией их в древесине. Модифицирование древесины синтетическими полимерами вызывает интерес возможностью достижения стойких изменений комплекса характеристик материала в заранее заданном направлении и возможностью значительного повышения срока службы деревянных конструкций. Ранее исследованные составы и способы улучшения свойств древесины не полностью удовлетворяют требованиям защиты деревянных зданий [2].

Современная химическая промышленность вырабатывает мономеры, олигомеры и полимеры с широким диапазоном свойств, что позволяет, в зависимости от практического назначения получаемого модифицированного материала, регулировать его физико-механические показатели, водостойкость, химстойкость, биостойкость и другие свойства путем подбора соответствующих модифицирующих агентов, а также, изменяя их содержания в древесине.

Технологически процесс модифицирования древесины состоит из двух основных стадий: пропитки древесины мономерами или олигомерами и полимеризации или поликонденсации (отверждение) состава в структуре древесины.

Иницирование процесса отверждения мономера или олигомера в древесине может производиться радиационно-химическим или термохимическим путем, то есть под действием радиационного излучения или нагрева материала.

В результате модифицирования свойства древесины значительно

изменяются. Повышается большинство прочностных показателей, кроме ударной вязкости, которая остается без изменений или несколько снижается.

Модифицирование древесины улучшает целый ряд качественных показателей материала: физико-механические свойства, водо- и влагостойкость, биостойкость, термо- и огнестойкость и др. Повышение стабильности размеров и форм древесины, а также ее стойкости по отношению к воде связано со снижением гидрофильности модифицированной древесины. Наиболее эффективная гидрофобизация древесины достигается при одновременном снижении ее сорбционной способности и заполнении капиллярно-пористой структуры гидрофобными веществами. Именно эти процессы и происходят при модифицировании древесины синтетическими полимерами, которые в результате взаимодействия с ОН-группами компонентов древесины снижают ее гидрофильность, а также уменьшают пористость древесных материалов.

Свойства древесно-полимерных композитов зависят не только от характеристик выбранного полимера-модификатора, но также от показателей исходной древесины и от природы взаимодействия синтетического полимера с высокомолекулярными компонентами древесины. По общепринятым представлениям при модифицировании древесины возможно протекание процессов гомополимеризации, гомополиконденсации или привитой сополимеризации с компонентами древесины, причем возможен как свободно-радикальный, так и ионный механизм процессов [2, 3].

При гомополимеризации или гомополиконденсации достаточно проникновения мономеров и олигомеров в капиллярно-пористую структуру древесины. Для обеспечения прививки необходимо проникновение модификаторов в клеточную стенку, прежде всего в области с низкой степенью упорядоченности полисахаридных молекул. Кроме физической доступности, на направление химических превращений в процессе модифицирования древесины влияют химическое строение модификатора, природа иницирующих воздействий (температура, радиация, химические катализаторы) и реакционная способность компонентов древесины.

Анализ литературных данных по модифицированию древесины, показывает, что из целого ряда применяемых мономеров и олигомеров для модифицирования древесины практический интерес представляют лишь немногие, выбираемые по эффективности действия или по экономическим соображениям.

В ЮГУ и НГТУ в настоящее время проводятся исследования древесины, модифицированной кремнийорганическими (метилсиликонат калия) и эпоксидными олигомерами нового поколения, обладающими высокой проникающей способностью и не вызывающей остаточного набухания древесины, что важно при пропитке памятников деревянного зодчества для сохранения формы и размеров деревянных деталей зданий. Программа работ включает подбор составов модификаторов, оптимизацию технологических параметров пропитки и отверждения, исследование физико-механических и

физико-химических показателей, а также стойкости и долговечности модифицированной древесины конструкций деревянных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деревянная архитектура Томска. – М: Советский художник, 1987. -184 с.
2. Машкин Н.А. Эксплуатационная стойкость модифицированной древесины в строительных изделиях. - Новосибирск: НГАСУ, 2001. – 260 с.
3. Покровская Е.Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений. - М: АСВ, 2009. – 136 с.

APPLICATION OF MODIFIED WOOD IN A LOW-ROOM BUILDING

Shkryaba Vadim Ivanovich, graduate student

Kozorez Ivan Fedorovich, student, e-mail: oldman-00@mail.ru

Katugina Elizaveta Alekseevna, student, e-mail: liza_katugina@mail.ru

Pletneva Ekaterina Sergeevna, student, e-mail: katja2000_2000@mail.ru

Mashkin Nikolaj Alekseevich, doctor of engineering sciences, professor of department of Engineering problems of ecology, e-mail: nmashkin@yandex.ru

Novosibirsk state technical university, 630073, Russia, Novosibirsk, pr. K.

Marks, 20. tel. +7 (383) 346-50-31

Abstract. The areas of application of modified wood in low-rise housing construction are determined. It is shown that as a result of modification with synthetic polymers, the resistance and durability of wooden structures increases by 2.0-2.5 times.

Key words: wood construction, synthetic polymers, wood modification

УДК 544.473

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РЕАКЦИИ ПАРУГЛЕКИСЛОТНОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Коренюк Алина Юрьевна¹, студент;

Матус Екатерина Владимировна^{1,2}, к. х.н., старший научный сотрудник; Сухова Ольга Борисовна², ведущий инженер;

Керженцев Михаил Анатольевич², к.х.н., старший научный сотрудник

¹ Новосибирский государственный технический университет, 630073,

Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (953) 804-44-48

² Институт катализа СО РАН, 630090, Россия, Новосибирск,

пр. Академика Лаврентьева 5

Кореньюк А.Ю., e-mail alineks.07@mail.ru

Матус Е.В., e-mail matus@catalysis.ru

Сухова О.Б., e-mail sukhova@catalysis.ru

Керженцев М.А., e-mail ma_k@catalysis.ru

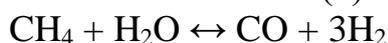
Адрес для корреспонденции: Кореньюк Алина Юрьевна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (953) 804-44-48.

Аннотация. Исследовано влияние температуры, времени контакта, линейной скорости, размера зерна катализатора и состава реакционной смеси на параметры процесса пароуглекислотной конверсии метана (ПУРМ). Выбраны оптимальные условия проведения реакции ПУРМ: размер зерна катализатора 0.25–0.5 мм, время контакта 0.15 с, скорость подачи смеси 200 мл/мин, $\text{CH}_4:\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}:\text{He} = 1.0/0.81/0.38/2.8$. В данных условиях при температуре реакции 850–900°C конверсия реагентов и выход продуктов реакции близки к расчетным значениям в условиях термодинамического равновесия.

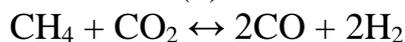
Ключевые слова: утилизация CO_2 ; метан; пароуглекислотная конверсия; синтез-газ.

1. Введение

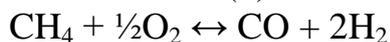
Усовершенствование технологий переработки полезных ископаемых для более рационального использования природных ресурсов и снижения антропогенного воздействия на окружающую среду является актуальной задачей. Окислительная конверсия метана в синтез-газ (смесь CO и H_2) – базовый процесс химической переработки природного газа – включает три основных реакции: паровую конверсию метана (1), углекислотную конверсию метана (2) и парциальное окисление метана (3).



(1)

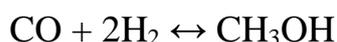


(2)



(3)

Как следует из уравнений (1) – (3), соотношение компонентов синтез-газа может меняться. В первом случае, отношение CO и H_2 равно 1:3, в случае углекислотной конверсии получается газ состава 1:1 и при парциальном окислении компоненты синтез-газа соотносятся как 1:2. В зависимости от того, где будет использоваться синтез-газ необходимо различное соотношение его компонентов. Так, например, для синтеза метанола необходимо отношение $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:2$



(4)

В производстве аммиака из азото-водородной смеси на стадии ее получения применяют синтез-газ состава 1:3. Для промышленного получения диметилового эфира используется синтез-газ состава 1:1 [1].

Выход углеродистых отложений – побочных продуктов реакций риформинга – зависит от типа окисляющего агента [2]. В случае воды, в отличие от диоксида углерода, количество углеродистых отложений ниже. Однако независимо от типа окисляющего агента, избежать образования углеродистых отложений в низкотемпературной области реакций невозможно, даже в присутствии избытка окислителя.

Комбинированный риформинг (5) обеспечивает гибкое регулирование состава синтез-газа путем варьирования соотношения $\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}$ в исходной смеси и контроль над скоростью коксообразования через оптимизацию соотношения $(\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O})/\text{CH}_4$.



В настоящей работе с целью оптимизации условий проведения реакции пароуглекислотного риформинга метана (ПУРМ) проведен ряд экспериментов при варьировании времени контакта, линейной скорости, размера зерна катализатора и состава реакционной смеси.

1. Методика экспериментального исследования

Реакцию ПУРМ проводили в присутствии $10\text{Ni}/\text{CeO}_2$ катализатора, в проточном кварцевом реакторе (внутренний диаметр 11 мм), при атмосферном давлении и температуре 600–900 °С. Время контакта изменяли в пределах от 0,04 до 0,15 с⁻¹, линейную скорость от 40 до 320 см/мин, размер зерна катализатора от 0,25 до 2 мм. Состав реакционной смеси анализировали методом газохроматографического анализа с использованием хроматографа «Кристалл 2000М». Разделение H_2 , He , CO , CO_2 , CH_4 проводили на стальной насадочной колонке длиной 2 м, диаметром 3 мм с углем СКТ (детектор – ДТП; газ-носитель – Ar , 30 мл/мин, температура 165 °С).

Активность катализатора в реакции ПУРМ характеризовали общей конверсией метана (X_{CH_4}) и диоксида углерода (X_{CO_2}), выходом водорода (Y_{H_2}) и монооксида углерода (Y_{CO}). Рассчитывали мольное соотношение H_2/CO .

Катализатор получали методом пропитки по влагоемкости. Условия синтеза $10\text{Ni}/\text{CeO}_2$ катализатора и его физико-химические свойства описаны в [3].

2. Результаты и обсуждения

При рассмотрении влияния температуры на показатели процесса ПУРМ установлено, что с увеличением температуры реакции от 600 до 900 °С наблюдается увеличение конверсии метана (19→97%), конверсии диоксида углерода (31→92%), выхода водорода (25→96%) и выхода CO (28→94%). Мольное соотношение H_2/CO при 600°С составляет 1,0 и незначительно зависит от температуры процесса, оставаясь в пределах 1,2–1,3. При температуре 900 °С параметры реакции близки к равновесным значениям ($X_{\text{CH}_4}=100\%$, $X_{\text{CO}_2}=91\%$, $Y_{\text{H}_2}=95\%$, $Y_{\text{CO}}=96\%$, $\text{H}_2/\text{CO}=1,3$).

Увеличение времени контакта от 0,04 до 0,15 секунд приводит к улучшению показателей пароуглекислотного риформинга. Изменение линейной скорости подачи реакционной смеси в диапазоне 80–240 см/мин имеет небольшое влияние на показатели процесса, что указывает на отсутствие внешней диффузии. С уменьшением размера зерна катализатора от (1,5–2 мм) до (0,5–1 мм) показатели реакции возрастают, а при дальнейшем уменьшении до (0,25–0,5 мм) остаются без изменений, что указывает на отсутствие внутренней диффузии для размера зерна катализатора менее 1 мм.

При варьировании состава реакционной смеси при фиксированном мольном соотношении С/О равном 0,9 наблюдается изменение значений как конверсии реагентов, так и выхода целевых продуктов реакции (табл. 1).

Таблица 1

Влияние состава реакционной смеси на показатели ПУРМ

№	Потоки CH ₄ :CO ₂ :H ₂ O:He, мл/мин	Показатели реакции при 750°С				
		X _{CH₄}	X _{CO₂}	Y _{H₂}	Y _{CO}	H ₂ /CO
1	40:0:44.2:115.8	60	-	72	55	4.1
2	40:15.2:32.4:115.8	70	25	76	54	2.9
3	40:24:24:112	65	60	79	62	1.9
4	40:32.4:15.2:112	65	61	77	67	1.5
5	40:49.4:0:110.6	49	56	52	54	0.9

С увеличением мольного соотношения CO₂/H₂O в реакционной смеси от 0 до 2 наблюдается увеличение конверсии углекислого газа и выхода CO, а также незначительное возрастание выхода водорода. Характер зависимости конверсии метана от соотношения CO₂/H₂O зависит от температуры реакции. С увеличением CO₂/H₂O от 0,5 до 2 конверсия метана в низкотемпературной области реакции снижается, при T = 850 °С – одинакова, а в высокотемпературной области, напротив, несколько увеличивается. Значение H₂/CO снижается от 4,1 до 0,9 с ростом CO₂/H₂O. Следует отметить, что особенностями экспериментов, где в качестве источника кислорода выступала только вода, являются высокие значения мольного соотношения H₂/CO и образование значительного количества углеродистых отложений. Применение же только CO₂ в качестве окислителя (эксперименты без воды) приводит к ухудшению показателей процесса (Таблица 1). Оптимальным значением мольного соотношения CO₂/H₂O можно считать область значений 1–2, для которой наблюдаются высокие значения как конверсии метана, так и углекислого газа, а также достигается высокий выход водорода.

3. Выводы

На основе проведенных экспериментов выбраны следующие условия проведения реакции пароуглекислотного риформинга метана: размер зерна

катализатора 0.25–0.5 мм, время контакта 0.15 с, скорость подачи смеси 200 мл/мин, температура процесса 600–800°C, мольное соотношение компонентов $\text{CH}_4:\text{CO}_2:\text{H}_2\text{O}:\text{He} = 1.0/0.81/0.38/2.8$. В указанных условиях осуществляется кинетический контроль реакции и не наблюдается существенного влияния внешней или внутренней диффузии. Это позволит корректно провести сравнительное тестирование катализаторов и выявить влияние физико-химических свойств катализаторов на показатели реакции ПУРМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные методы получения синтез-газа и процесс Фишера-Тропша / И. И. Миргаязов, А.И. Абдуллин. – Вестник казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 9. – С. 258–261
2. Combined steam and carbon dioxide reforming of methane and side reactions: Thermodynamic equilibrium analysis and experimental application / W.-J. Jang, D.-Y. Jeong, J.-O. Shim, H.-M. Kim, H.-S. Roh, I. H. Son. – Applied Energy. – 2016. – Vol. 173. – P. 80–91
3. Влияние метода приготовления на физико-химические и функциональные свойства Ni/CeO₂ -катализаторов / Е. В. Матус, А. С. Шляхтина, О. Б. Сухова, И. З. Исмагилов, В. А. Ушаков, С. А. Яшник, А. П. Никитин, Р. Bharali, М. А. Керженцев, З. Р. Исмагилов. – Кинетика и катализ. – 2019. – Т. 60. – № 2. – С. 245–255

OPTIMIZATION OF THE CONDITIONS OF THE REACTION OF A STEAM-CARBON METHANE CONVERSION

Korenyuk Alina YUr'evna¹, student;

Matus Ekaterina Vladimirovna^{1,2}, Ph.D., senior researcher;

Suhova Ol'ga Borisovna², Lead Engineer;

Kerzhencev Mihail Anatol'evich², Ph.D., Senior Researcher

¹ *Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (953) 804-44-48*

² *Institute of Catalysis SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, pr. Academician Lavrentiev 5*

Korenyuk A.Yu., e-mail alineks.07@mail.ru

Matus E.V., e-mail matus@catalysis.ru

Suhova O.B., e-mail sukhova@catalysis.ru

Kerzhencev M.A., e-mail ma_k@catalysis.ru

Address for correspondence: Alina Yuryevna Korenyuk, Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, tel. (953) 804-44-48.

Annotation. The effect of temperature, contact time, linear velocity, catalyst grain size, and composition of the reaction mixture on the parameters of the steam-carbon dioxide conversion of methane (PURM) was studied. The optimal conditions for carrying out the PURM reaction were selected: the catalyst grain size was 0.25–0.5 mm, the contact time was 0.15 s, the mixture feed rate was 200 ml / min, CH₄: CO₂: H₂O: He = 1.0 / 0.81 / 0.38 / 2.8. Under these conditions at a reaction temperature of 850–900 ° C, the conversion of reagents and the yield of reaction products are close to the calculated values under conditions of thermodynamic equilibrium.

УДК 658.567.1

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ СЕРЫ

Бердникова Лилия Кадировна¹, к.т.н.;
Полубояров Владимир Александрович^{1,2}, д.х.н.;
Горбунов Фёдор Константинович^{1,2}, к.т.н.;
Лапин Андрей Владимирович², студент

¹Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения
Российской академии наук, 630128,
г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18

²Новосибирский государственный технический университет, 630073, г.
Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

Л. К. Бердникова, e-mail: liliya_baikina@mail.ru

В. А. Полубояров, e-mail: sanych@solid.nsc.ru

Ф. К. Горбунов, e-mail: f1123723@yandex.ru

А. В. Лапин, e-mail: tto4ta-1996@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Лапин Андрей Владимирович,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г.
Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел.+7 (952) 916-00-17

Аннотация. Разработана методика получения вяжущего на основе серы, модифицированной золой-уноса ТЭЦ-5 г.Новосибирск, и композиционных материалов с использованием карьерного песка в качестве наполнителя. Подобран оптимальный компонентный состав разработанных материалов, позволяющий получить конструкционную прочность.

Ключевые слова: серное вяжущее, зола-уноса, прочность при сжатии и изгибе, модификатор.

Серобетон – это современный строительный композиционный материал, в основу которого входят инертные наполнители, выполняющие функции

структурного каркаса, и вяжущее – техническая сера. Конструкции, изготовленные из таких смесей, обладают высокими теплоизоляционными свойствами, они устойчивы к химическому воздействию кислот, солей, масел и пр. Серобетон может быть использован во многих областях (при изготовлении элементов дорожных покрытий, железобетонных свай, фундаментных блоков и плит) и являться удобной заменой традиционному бетону. Основным недостатком таких материалов является низкая устойчивость к воздействию высоких температур, низкая пожаростойкость, наличие трещин при застывании больших объемов серобетона и, соответственно, снижение прочности.

Целью настоящей работы является получение серного вяжущего и строительных композиционных материалов на его основе повышенной прочности. Указанная цель достигается тем, что вяжущее содержит серу (Сера молотая, Сорт 9990, ГОСТ 127.4-93) и модификатор. В качестве модификатора использовали золу-уноса (г. Новосибирск, ТЭЦ-5) следующего химического состава, % мас.: SiO₂ – 60,77; Al₂O₃ – 19,45; Fe₂O₃ – 5,16; CaO – 5,12; MgO – 2,10; Na₂O – 0,89; K₂O – 2,01; SO₃ – 0,54; P₂O₅ – 0,39; TiO₂ – 0,82; BaO – 0,20, MnO – 0,07.

В качестве инертного наполнителя в композиционных материалов использовали карьерный песок.

Методика получения образцов заключалась в следующем: песок, предварительно измельченный до зернистости $\leq 0,14$ мм, и серу (с модификатором или без) перемешивали в смесителе (ЛС-АБ-10) до однородного состояния. Серобетонную смесь укладывали в стальные нагретые до 140°C прямоугольные формы и выдерживали ее при данной температуре в течение 1,5-2 ч, после чего смесь уплотняли прессованием (пресс ПЛГ-20, давление прессования 15 МПа). Распалубку готовых изделий осуществляли после их остывания до температуры 30-40°C. Для полученных изделий определяли физико-механические показатели в соответствии со стандартами: предел прочности при изгибе и сжатии – ГОСТ 8462-85, плотность – ГОСТ 7025-91.

Первый этап работы заключался в определении оптимального соотношения наполнителя к серному вяжущему. Были получены образцы с содержанием серы 20, 22 и 25 мас.% (рис. 1). В последнем случае изделия обладают максимальными физико-механическими показателями, однако в процессе формования образцов наблюдается выдавливание вяжущего из формы. Поэтому для дальнейших исследований получали образцы с содержанием серы 22 мас.%. Данное соотношение позволяет получить прочность при сжатии – 37 МПа, прочность при изгибе – 9 МПа, плотность изделий – 2,15 г/см³.

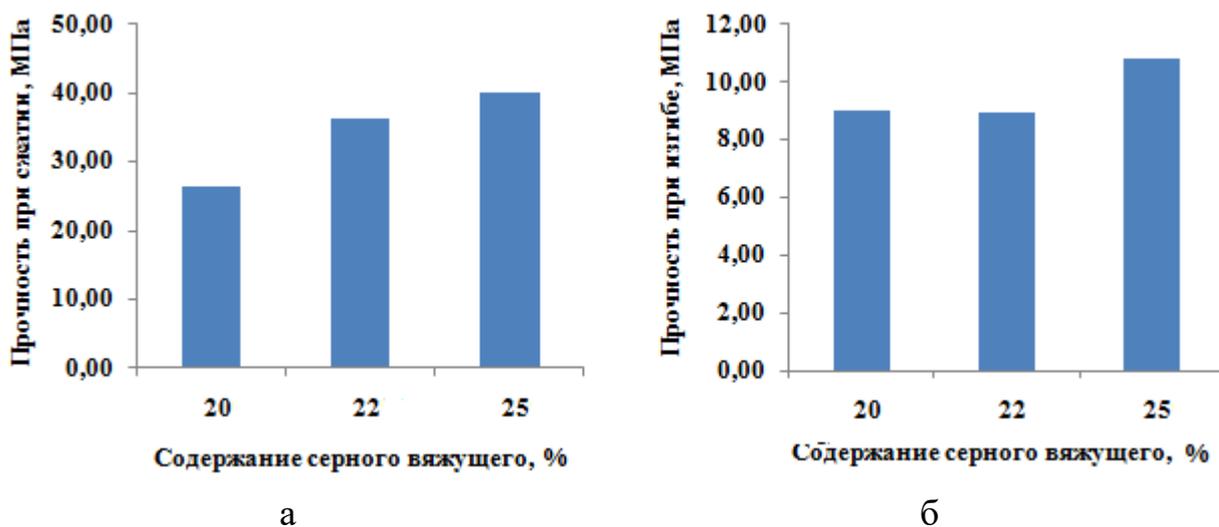


Рис. 6. Зависимость а – прочности при сжатии и б – изгибе композиционных материалов от содержание серного вяжущего

На втором этапе работы было определено влияние золы-уноса в качестве модифицирующей добавки к серному вяжущему на характеристики композиционных материалов. Анализ полученных результатов показал, что с увеличением количества модификатора плотность образцов увеличивается, однако максимальные прочности при сжатии (44 МПа) и изгибе (13 МПа) получены при содержании модификатора в количестве 5% от массы серы (рис. 2).

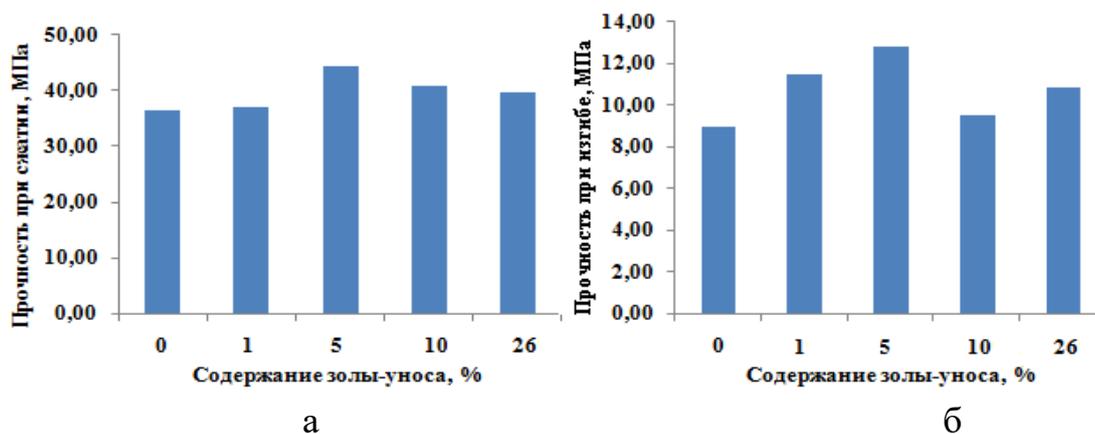


Рис. 2. Зависимость а – прочности при сжатии и б – изгибе композиционных материалов от содержание золы-уноса в серном вяжущем

Из рисунка 3 видно, что введение модификатора способствует формированию более однородной мелкокристаллической структуры серного вяжущего, что помогает противостоять трещинообразованию композиционного материала при внешних воздействиях и увеличить показатели их эксплуатационных свойств.

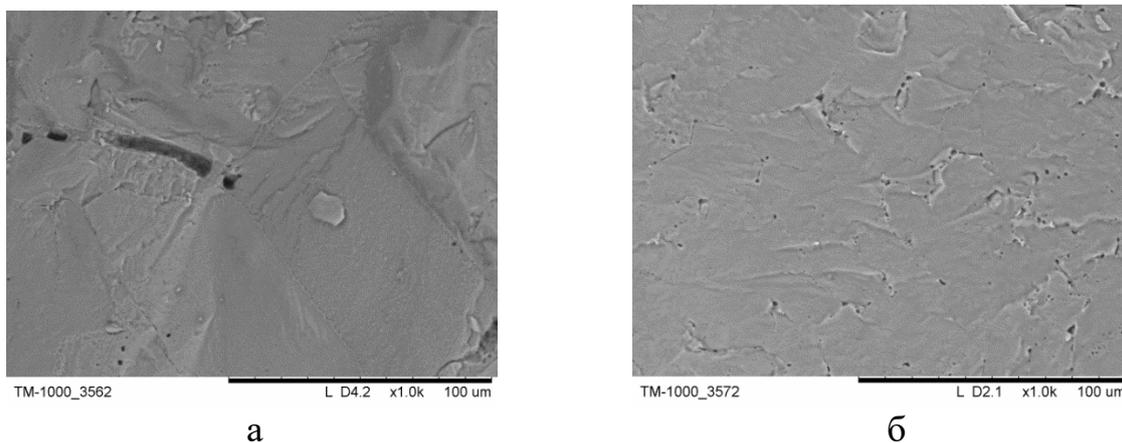


Рис. 3. Микроструктура серного вяжущего а – до и б – после модификации

В результате проведенных исследований установлено, что добавка золы-уноса к серному вяжущему в количестве 5% снижает хрупкость, замедляет кристаллизацию и повышает пластичность вяжущего, что способствует увеличению прочности разработанных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмина, В.П. К вопросу состояния производства и инновационных направлений развития серного бетона [Электронный ресурс] / В.П. Кузьмина – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://viperson.ru/articles/k-voprosu-sostoyaniya-proizvodstva-i-innovatsionnyh-napravleniy-razvitiya-sernogo-betona>
2. Патуроев В.В. / Серные бетоны и бетоны, пропитанные серой / В.В. Патуроев, А.М. Волгушев, Ю.И. Орловский – М.: ВНИИС Госстроя СССР, 1985. Сер.7. Вып.1. 59с.

PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS USING A SULFUR-BASED BINDER

Berdnikova Liliya Kadirovna¹, Ph.D., e-mail: liliya_baikina@mail.ru
Poluboyarov Vladimir Aleksandrovich¹², D.Sc., e-mail: sanych@solid.nsc.ru
Gorbunov Fedor Kostantinovich¹², Ph.D. (Engineering), e-mail: f1123723@yandex.ru

Lapin Andrei Vladimirovich², student, e-mail: tto4ta-1996@mail.ru;
 telephone: +7 (952) 916-00-17

¹Institute of solid state chemistry and mechanochemistry of SB RAS, 630128, Novosibirsk, st. Kutateladze 18, Russia

²Novosibirsk State Technical University, 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract

A method for obtaining a binder based on sulfur modified with fly ash from thermal power plant number 5 has been developed, Novosibirsk, and composite materials using quarry sand as a filler. The optimal component composition of the developed materials is selected, which makes it possible to obtain structural strength.

Key words

Sulfur binder, fly ash, compressive and Flexural strength, modifier.

УДК 658.567.1 + 674.8

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Паршукова Алена Константиновна, студент;
Машкин Николай Алексеевич, д.т.н., профессор;
Немущенко Дмитрий Андреевич, старший преподаватель*

Новосибирский государственный технический университет,
Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20

Паршукова А.К., e-mail: alenska.pa18@yandex.ru

Машкин Н.А., e-mail: nmashkin@yandex.ru

Немущенко Д.А., e-mail: nemuschenko@corp.nstu.ru

Адрес для корреспонденции: Новосибирский государственный
технический университет, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20,
тел. +7 (383) 346-50-31

Аннотация. На основе литературных источников и справочной информации изучены виды отходов, образующихся в деревообрабатывающей промышленности, рассмотрены их объемы, свойства и возможные направления утилизации. Разработана технологическая схема процесса утилизации с получением вторичного продукта – цементно-стружечных плит. Рассчитаны материальные потоки, подобран комплект оборудования. Произведена оценка вредного воздействия разработанной линии на окружающую среду.

Ключевые слова: утилизация отходов, деревообрабатывающая промышленность, вторичное сырье

Введение

Лесная промышленность России объединяет в себе несколько отраслей: лесозаготовительную, деревообрабатывающую, целлюлозно-бумажную и лесохимическую. В процессе работы каждой из них образуются отходы,

Приблизительный состав цементно-стружечных плит (ЦСП) представлен в табл. 1. Древесные частицы мелкой фракции имеют толщину 0,1–0,15 мм, ширину 0,3–1 мм и длину 1–10 мм. Средняя фракция состоит из частиц толщиной 0,15–0,25 мм, шириной 1–3 мм и длиной 10–20 мм.

Таблица 1

Состав ЦСП, масс. %

Компоненты	Стружка	Цемент	Вода	Хлористый кальций
ЦСП	24-30	58-65	8-9	2-3

На стадии измельчения образуется смесь из частиц разного размера по ширине, длине, толщине. Кондиция поступает на сортировку, не кондиция возвращается обратно для доизмельчения. Отдельно готовится 20-%-й раствор хлористого кальция: CaCl_2 через дозатор поступает на стадию смешения с водой.

Сортированная стружка смешивается с раствором хлористого кальция и вымачивается в течение 3-4 часов.

Отдельно готовится раствор бетона: после дозаторов на смешение поступают песок и цемент; сухая масса перемешивается с водой. Марка бетона по прочности М300, следовательно, соотношение цемента, песка и воды 1:2,2:0,4. Далее раствор бетона поступает на стадию смешения с вымоченной стружкой.

Формирование ЦСП происходит таким образом, чтобы внутри размещалась более крупная фракция, снаружи – более мелкая. Цементно-стружечная масса помещается под пресс, после чего на распиловку, откуда выходит уже готовая монолитная многослойная плита с гладкой поверхностью.

Для расчета материального баланса определялись с массой древесных отходов, которые должны быть переработаны в единицу времени - 2500 кг/ч. В таблице 2 представлены материальные потоки на каждой стадии производства.

Таблица 2

Материальный поток на каждой стадии производства

Номер установки	Стадия производства	Приход, кг/ч	Выход, кг/ч
<i>Основная ветвь производства</i>			
1	Измельчение	2 500	2 500
		141	
2	Сортировка	2 500	141
			2 359
3	Смачивание	2 359	3 303
		944	
4	Смешение	3 303	8 434
		5 131	

5	Горячее прессование	8 434	8 350
6	Распиливание	8 350	8 349,6
<i>Примыкающие ветви производства</i>			
7	Дозирование твердой соли	188,9	188,8
8	Дозирование воды	755,2	755,2
9	Смешение (соль + вода)	188,8	944
		755,2	
10	Дозирование цемента	1 424	1 425
11	Дозирование песка	3 134	3 136
12	Смешение (цемент + песок)	1 425	4 561
		3 136	
13	Дозирование воды	570	570
14	Смешение (цемент + песок + вода)	4 561	5 131
		570	

В таблице 3 представлена спецификация оборудования для технологической линии.

Таблица 3

Спецификация оборудования для технологической линии

Номер установки	Наименование	Оборудование	Количество в техн. линии	Производительность / объем (V)	Стоимость, руб
<i>Основная ветвь производства</i>					
1	ИМ 3000	Молотковый измельчитель	1	до 3000 кг/ч	395 000
2	СО-3000	Сепаратор опила	1	3000 кг/ч	125 960
3	ФМ 5000	Емкость в обрешетке с лопасной мешалкой	3	5000 л	194 020
4	БП-2Г-3000	Двухвальный бетоносмеситель (бетон+стружка)	1	до 144 м ³ /ч	3 576 000
5	1200Т-4'×8'	Горячий пресс для ламинирования	1	1 800 листов в день	5 436 040
6	НР 330	Форматно-раскроечный центр	1	-	3 054 505
<i>Примыкающие ветви производства</i>					
7	Mc Powder	Весовой дозатор для порошка	3	до 450 кг/ч	79 900

	Output				
8	Ду15	Дозатор (вода)	4	до 1,5 м ³ /ч	78 300
9	ИПКС-0123	Комплект оборудования для непрерывного растворения соли в воде	3	до 800 л/ч	950 000
10	ДЗ-К-01	Автоматический дозатор компонентов	1	500 л	325 031
11	ДВ1-1,1-К-9000	Дозатор однокомпонентный (песок)	1	2,5 м ³ /ч	321 074
12	Проф-СС 350	Смеситель (песок+цемент)	1	350 л	476 400
13	БСП 350	Бетоносмеситель (песок+цемент+вода)	1	280 л	132 962

В процессе производства цементно-стружечных плит выделяется цементная пыль, которая при попадании в атмосферу оказывает негативное влияние на организм человека. Были рассчитаны максимальный разовый и валовый выбросы цементной пыли при работе дозаторных устройств и бетоносмесителей при 8-ми часовом рабочем дне (248 дней в году), которые составили соответственно 24,3 г/с и 173,56 т/год.

Выводы

Для минимизации вредного воздействия лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности следует использовать твердые отходы вторично, например, в качестве добавок или основного сырья при производстве строительных материалов. В дальнейшем планируется проведение исследовательской работы, позволяющей получить композиты строительного назначения на основе древесных отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ирлык А. Лесная промышленность – отрасли, факторы размещения и состав // Наука – 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://nauka.club/geografiya/lesnaya-promyshlennost.html>.
2. Шварц Е., Шматков Н., Кобяков К., Ярошенко А., Родионов А. Некоторые причины кризиса лесного сектора и пути выхода из него // ЛесПромИнформ – 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5261>.
3. Мохирев А.П., Безруких Ю.А., Медведев С.О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона – 2015.

[Электронный ресурс]. – URL:
<https://docviewer.yandex.ru/view/399562859/>.

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25 марта 2019 г. № 188 "Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений" (с изменениями и дополнениями).
5. Калинин И.Б. Природоресурсное право / И.Б. Калинин. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – 350 с.

WOODWORKING INDUSTRY WASTE RECYCLING TECHNOLOGY

*Parshukova Alena Konstantinovna, student, e-mail: alenska.pa18@yandex.ru
Mashkin Nikolaj Alekseevich, doctor of engineering sciences, professor of
department of Engineering problems of ecology, e-mail: nmashkin@yandex.ru
Nemuschenko Dmitry Andreevich, senior lector of department of
Engineering problems of ecology, e-mail: nemuschenko@corp.nstu.ru
Novosibirsk state technical university, 630073, Russia, Novosibirsk, pr. K.
Marks, 20. tel. +7 (383) 346-50-31*

Abstract. On the basis of literary sources and reference information, the types of waste generated in the woodworking industry have been studied, their volumes, properties and possible directions of disposal are considered. A technological scheme of the recycling process with the receipt of a secondary product - cement-bonded particle boards - has been developed. Material flows were calculated, a set of equipment was selected. An assessment of the harmful impact of the developed line on the environment was made.

Key words: waste disposal, woodworking industry, secondary raw materials

АКТИВИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА

*Русаков Валерий Евгеньевич, аспирант¹,
Громов С.А.², Паришуква А.К., Яшутин Н.С.,
Огунлей Адейинка Титус¹,
Машкин Николай Алексеевич¹, профессор, д.т.н.*

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, корп. III, к.205, тел. (383)346-50-31

²Югорский государственный университет, Россия, 628012, Ханты-
Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Машкин Н.А., e-mail: nmashkin@yandex.ru

Русаков В.Е. e-mail: kafedra.ipe@mail.ru

Аннотация. Определены оптимальные параметры активации цементного вяжущего «мокрым» способом в гидродинамическом диспергаторе. Установлено, что в результате активирования прочность мелкозернистого тяжелого бетона возрастает в 1,5-2,0 раза.

Ключевые слова: активация цемента, термодинамический диспергатор, кавитация, мелкозернистый бетон.

В настоящее время цементная промышленность России в основном выпускает цемент классов 32,5-42,5, что недостаточно для производства эффективных бетонов.

К основным способам увеличения активности цементов относится механическая активация с помощью специальных шаровых мельниц, вибромельниц или валковых дробилок. Существуют также такие виды активации цемента, как обработка цементной суспензии электрическим током высокого напряжения или ультразвуковое и электростатическое измельчение [1].

Механохимическая активация вяжущего может осуществляться «сухим» или «мокрым» способом. Суть активации заключается в увеличении удельной поверхности материалов с одновременным возрастанием поверхностной энергии, что обеспечивает повышение реакционной способности вяжущего.

К недостаткам сухого способа активирования цемента следует отнести длительность обработки, доходящую до нескольких часов, высокую энергоемкость оборудования и малую его производительность.

Более эффективна кавитационная обработка цементно-водной суспензии в термодинамических или гидродинамических диспергаторах [2].

Для использования эффекта кавитации в промышленности уже в течение нескольких десятков лет производятся диспергаторы кавитационного типа. Принцип работы кавитационных установок заключается в создании в жидкой среде, проходящей через рабочие органы установки, эффектов гидродинамической и акустической кавитации, когда возникающие ультразвуковые акустические колебания диспергируют и активируют частицы материала. Интенсивное воздействие на жидкость микроударов, кавитационных разрывов, растяжений и ультразвуковой вибрации приводит к ее нагреву, измельчению частиц дисперсной фазы и образованию устойчивых эмульсий и суспензий. При этом, поскольку прохождение всех процессов происходит за пределами рабочих органов аппарата, их износ в основном определяется твердостью обрабатываемого материала.

Эксперименты по активированию цементных вяжущих проводились на специально сконструированном пятисекционном диспергаторе кавитационного действия (рис. 1). В таком диспергаторе (под действием глубокого вакуума в кавитационных пузырьках) происходит разрыв физических и химических связей в растворах и дисперсиях с образованием наночастиц размером менее 100 \AA [2 -4].

В результате было определено, что наиболее эффективными параметрами кавитации, обеспечивающими наибольший прирост прочности, является время кавитации и концентрация цемента в цементно-водной суспензии. При одном проходе через пять кавитационных секций диспергатора и 60%-ной концентрации цемента прирост прочности по сравнению с контрольными образцами составляет от 50 до 100%, то есть активность цемента после кавитационной обработки повысилась вдвое.

Кавитационная обработка портландцемента весьма перспективна, так как способна значительно улучшить такие свойства бетонов на портландцементом вяжущем, как прочность, подвижность и время твердения. Кроме того, кавитационная обработка вяжущего способна устранить такой распространенный недостаток заводского перемешивания бетонной смеси, как неоднородность распределения вяжущего.

Основными способами увеличения прочности бетона являются введение различных добавок, активация вяжущего или совмещение этих процессов. В роли вяжущего выступают обычно цемент, смесь цемента с отходами производства или только отходы производства, прошедшие специальную обработку. Активирование вяжущих материалов непосредственно перед или в процессе приготовления бетонной смеси применяется во многих технологических циклах, но при этом, используемые методы зачастую ведут к значительным затратам энергии или увеличению времени производства изделий.

Реализация мокрого способа активации цемента позволяет значительно снизить расход энергии на измельчение и активацию частиц, но она сопряжена с рядом сложностей, возникающих в результате гидратации цемента в процессе активирования. Таким образом, длительность активирования

ограничена сроками схватывания цемента, а его эффективность неразрывно связана с физико-химическими превращениями, происходящими при гидратации клинкерных минералов одновременно с активированием.

Эксперименты по активированию цементных вяжущих проводились в лабораторном термодинамическом диспергаторе, обеспечивающем кавитационное воздействие на обрабатываемый материал. Мощность двигателя – 4,5 кВт, производительность по воде – 1 м³/ч, объем кавитационной камеры – 1,7 л.

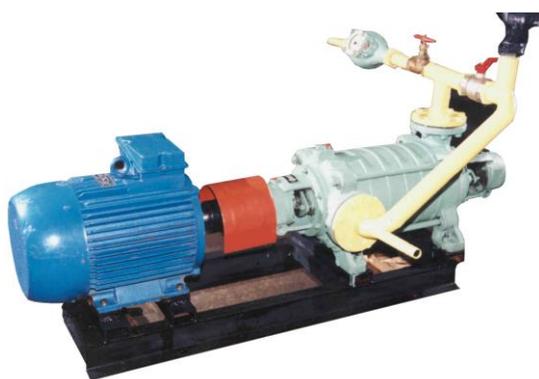


Рис. 1. – Диспергатор-кавитатор

В качестве сырьевых материалов для изготовления мелкозернистого бетона использовались рядовой искитимский портландцемент ЦЕМ 2, 32,5, кварцевый песок Криводановского месторождения с $M_k=1,3$.

Как параметры активации в эксперименте использовались время циклической обработки единичного объема (1,7 л) суспензии в активаторе и массовая концентрация цемента в суспензии. Концентрация варьировалась в диапазоне от 20 до 70%, время обработки – от 15 до 55 с.

Итоговая 28-суточная прочность активированного при оптимальных параметрах бетона на 47% превышает прочность неактивированного бетона того же состава (30,2 МПа против 20,6 МПа).

На основании всего вышесказанного, кавитационная обработка портландцемента представляется перспективным методом интенсификации технологии железобетонных изделий и повышения качества продукции, так как способна значительно улучшить свойства бетонов на портландцементом вяжущем. Кавитационное оборудование компактно и высокопроизводительно, на валу одного двигателя мощностью 30 кВт может быть реализовано 3-5 ступеней кавитационной обработки, масса такой установки без двигателя не превышает 200 кг. Аппарат занимает площадь не более 2-3 м² и может быть легко встроен в стандартный бетоносмесительный цех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кавитационное активирование портландцемента представляется перспективным методом повышения качества бетонных изделий. В результате активирования цементных вяжущих прочность бетона может быть увеличена до 1,5-2 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совалов И.Г. Методы активации цементов и влияние активации на свойства бетонов. М.: ЦБТИ НИИОМТП, 1963.- 41 с.
2. Ламекин Н.С. Кавитация: теория и применение / Гос. нац. рус. академия. М.: Русаки, 2000.- 246 с.
3. Зибницкая Н.Е. Перспективы активирования цементных вяжущих в технологии бетонов / Н.Е. Зибницкая, Д.И. Живетьев, А.Н. Машкин // Труды НГАСУ, 2005, т. 8, № 2 (32), С. 87-91.
4. Hadbaatar A., Study of Ash-Slag Wastes of Electric Power Plants of Mongolia Applied to their Utilization in Road Construction. Свойства зол ТЭЦ Монголии и их применение в грунтозолбетонах / А. Hadbaatar, N.A. Mashkin, N.G. Stenina // Procedia Engineering 2. Сер. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016. С. 1558-1562.

ACTIVATION OF CEMENT BINDERS IN CONCRETE TECHNOLOGY

*Rusakov Valerij Evgen'evich¹, postgraduate student ,
Gromov S.A.², Parshukova A.K., Yashutin N.S., Ogunleje Adejinka Titus¹,
Mashkin Nikolaj Alekseevich¹, Professor, Doctor of Technical Sciences*

¹Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Karl Marx Ave., 20, bldg. III, room 205, tel. (383) 346-50-31

²Yugorsk State University, Russia, 628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Yugra, Khanty-Mansiysk, st. Chekhov, 16
Mashkin N.A., e-mail: nmashkin@yandex.ru
Rusakov V.E. e-mail: kafedra.ipe@mail.ru

Annotation. The optimal parameters of the activation of the cement binder by the "wet" method in a hydrodynamic disperser have been determined. It was found that as a result of activation, the strength of fine-grained heavy concrete increases by 1.5-2.0 times.

Key words: cement activation, thermodynamic dispersant, cavitation, fine-grained concrete.

ВЛИЯНИЕ Ni/УНТ КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС КОКСОВАНИЯ ГУДРОНА

Чичкань А.С.^{1,2}, Чесноков В.В.²

¹Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (383)346-50-31

² Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 630090, Россия,
Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 5

AlexCsh@yandex.ru

Адрес для корреспонденции: *Чичкань Александра Сергеевна*, Новосибирский
государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 20, корп. III, к.205, тел. (383)346-50-31

Аннотация. Исследовано коксование гудрона в отсутствие и с добавкой 7% Ni/УНТ катализатора. Показано, что при температуре 350 °С в отсутствие катализатора коксование гудрона приводит к образованию газообразных и жидких продуктов и нефтяного кокса. Вероятно, продукты термолитического разложения образуются за счет отрыва боковых углеводородных цепей от исходных полиароматических углеводородов. Исследовано влияние катализатора 7%Ni/УНТ на процесс коксования гудрона в интервале температур 300-550 °С. Каталитическое коксование гудрона при 450 °С приводит к увеличению выхода кокса по сравнению с термическим коксованием с 28 до 33 мас. %. Электронно-микроскопическое исследование показало, что при каталитическом коксовании гудрона полученный нефтяной кокс оказывается армированным углеродными нанотрубками.

Ключевые слова: гудрон, никель, углеродные нанотрубки, коксование.

Введение

Замедленное коксование (ЗК) является распространенным способом переработки тяжелых высоковязких нефтей и нефтяных остатков (гудронов) [1]. ЗК – это процесс, представляющий собой длительный термолитический разложение нефтяных остатков при невысоком давлении и умеренных температурах 420-540 °С. Основное назначение такого процесса – получение нефтяных коксов. При образовании нефтяного кокса в реакционных аппаратах жидкая фаза исходного субстрата постепенно переходит в твердую [2, с. 93]. В качестве зародышей центров карбонизации на начальной стадии коксования выступают твердые углеродистые частицы (продукты глубокого уплотнения) [2, с. 160]. Если в гудрон перед коксованием добавить углеродные нанотрубки (УНТ), то введенные УНТ могут выступать в качестве дополнительных протяженных

зародышей центров карбонизации, влияя на скорость и качество образующегося нефтяного кокса, который в результате будет представлять собой композитный углеродный материал. В работе [3] показана потенциальная возможность управления морфологией нефтяного кокса с помощью микродобавок никеля. Ранее был раскрыт, изучен и подробно описан [4] механизм карбидного цикла каталитического разложения углеводородов с образованием углеродных наноструктур на наночастицах металлов подгруппы железа.

Целью настоящей работы стало исследование влияния никельсодержащего катализатора на процесс коксования гудрона.

Экспериментальная часть

В качестве носителя катализатора использовали углеродные нанотрубки, синтезированные нами методом разложения пропан-бутановой смеси на катализаторе Fe-Co-Mo/Al₂O₃ при 700 °С. Никельсодержащий катализатор (7% Ni/УНТ) готовили методом пропитки УНТ раствором нитрата никеля, образец высушивали и восстанавливали в потоке водорода при 400 °С в течение 30 мин. Процесс коксования проводили в автоклаве при температурах 300-500 °С и давлении 5-10 атм.

Результаты и их обсуждение

Коксование гудрона в отсутствие катализатора при температуре 300 °С в течение 3 ч сопровождается выделением небольшого количества газообразных продуктов, о чем свидетельствовало изменение давления в автоклаве. При 350 °С происходит образование газообразных, жидких продуктов и нефтяного кокса. В таблице 1 представлены данные по составу продуктов превращения гудрона в течение 2 ч коксование при 350 °С.

Таблица 1

Состав продуктов коксование гудрона при 350 °С в течение 2 ч

Исходный образец	Селективность, %		
	Газ	Жидкие углеводороды	Твердый продукт
Гудрон	8	15	77

При повышении температуры коксования гудрона до 450 °С в продуктах реакции наблюдаются только газообразные и твердые продукты. Основными газообразными углеводородными продуктами процесса коксования при 350-500 °С являются метан, этан и пропан. С увеличением времени коксования концентрация метана в продуктах реакции увеличивается. Вероятно, связано это с более высокой термодинамической устойчивостью метана по сравнению со всеми остальными углеводорода.

Введение в гудрон катализатора Ni/УНТ заметно увеличивает концентрацию водорода в газообразных продуктах реакции (табл. 2). Из чего можно сделать вывод о том, что на металлическом никеле углеводороды распадаются на углерод и водород по механизму карбидного цикла, давая

дополнительное количество кокса.

Таблица 2

Состав газообразных продуктов реакции коксования гудрона при 450 °С в
отсутствии и в присутствии катализатора 7% Ni/УНТ

Компоненты газовой смеси на выходе из реактора	Исходная загрузка образца	
	Гудрон	Гудрон+Ni/УНТ
H ₂	15,4	30,8
CH ₄	48,1	39,8
C ₂ H ₆	15,4	12,4
C ₂ H ₄	2,8	2,6
C ₃ H ₈	6,6	6,0
C ₃ H ₆	0,1	0,3
и-C ₄ H ₁₀	4,0	3,0
н-C ₄ H ₁₀	0,5	0,4
C ₄ H ₈ -1	2,6	1,6

Электронно-микроскопическое исследование продуктов коксования показало, что добавка катализатора Ni/УНТ к гудрону приводит к образованию углерод-углеродного композита, где УНТ выступают в качестве зародышеобразования фазы нефтяного кокса (рис.). Никелевые частицы покрываются углеродной оболочкой.

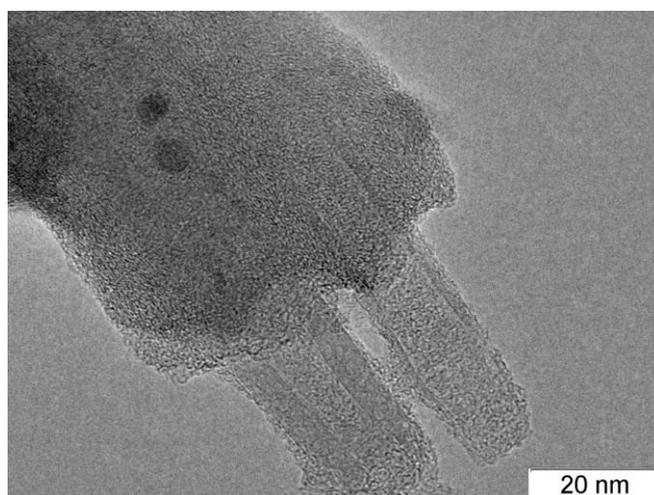


Рис. Электронно-микроскопический снимок УНТ, покрытых углеродной “шубой”, полученный после коксования смеси “Ni/УНТ–гудрон” при температуре 450°С.

Выводы

Исследованы процесс коксования гудрона в температурном интервале 300-550 °С и влияние добавки катализатора 7% Ni/УНТ на выход нефтяного кокса. Найдено, что коксование гудрона начинается при температуре 350 °С и

приводит к образованию газообразных, жидких продуктов и нефтяного кокса. При повышении температуры термолитиза до 450 °С в продуктах реакции наблюдаются только газообразные и твердые продукты. Добавка 7% Ni/УНТ катализатора к гудрону при его коксовании приводит к увеличению выхода и улучшению свойств нефтяного кокса. При температуре 450 °С добавление катализатора 7% Ni/УНТ к гудрону приводит к увеличению выхода кокса с 28 до 33 мас. %. Электронно-микроскопическое исследование показало, что при каталитическом коксовании гудрона нефтяной кокс оказывается армированным углеродными нанотрубками.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-73-30032.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы, М.: КолосС, 2008. - 334 с.
2. Походенко Н.Т., Брондз Б.И. Получение и обработка нефтяного кокса. М. Химия. 1986. - 312 с.
3. Kelemen S.R., Siskin M., Gorbaty M.L. et al Delayed Coker Coke Morphology Fundamentals: Mechanistic Implications Based on XPS Analysis of the Composition of Vanadium- and Nickel-Containing Additives during Coke Formation // Energy Fuels. 2007. 21 (2). - P. 927–940.
4. Чесноков В.В., Буянов Р.А. Образование углеродных нитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа и их сплавах Успехи химии. 2000. Т.69. №7. - С. 675-692.

IEFFECT OF Ni/CNT CATALYST ON THE TAR CARBONIZATION

Chichkan A.S.^{1,2}, Chesnokov V.V.²

¹Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk,
Karl Marx Ave. 20, tel. (383) 346-50-31

²Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk,
Lavrentiev Ave. 5
AlexCsh@yandex.ru

Abstract

Tar carbonization was studied in the presence of a 7% Ni/CNT catalyst and without it. At 350 °C the tar carbonization results in the formation of gaseous and liquid products as well as oil coke. Probably, the thermolysis products are formed due to the detachment of side hydrocarbon chains from the initial polyaromatic hydrocarbons. The effect of the 7% Ni/CNT catalyst on the tar coking process in the temperature range of 300-550 ° C was studied. The catalytic tar carbonization at

450 °C leads to an increase of the coke yield from 28 to 33 wt. % compared to thermal coking. Electron microscopic analysis showed that the petroleum coke obtained during catalytic tar carbonization was reinforced with carbon nanotubes.

УДК 544. 7:547.1

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ДИКЛОФЕНАКА НАТРИЯ НА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КАРКАСЫ ИЗ НЕЙТРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

*Швыдко Алина Витальевна^{1,2}, магистрант;
Тимофеева Мария Николаевна^{1,2}, доктор хим. наук;
Симонов Павел Анатольевич², канд. хим. наук*

¹ Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

² Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5

Швыдко А. В., e-mail alina.schwydcko.98@mail.ru

Тимофеева М. Н., e-mail timofeeva@catalysis.ru

Симонов П. А., e-mail simonov@catalysis.ru

Адрес для корреспонденции: Швыдко Алина Витальевна, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. 8(952)942-86-62

Аннотация. Изучены адсорбционные возможности металлорганических каркасов (Al-МОК) *MIL-100*, *MIL-110* и *MIL-96*, образованных алюминий-кислородными кластерами и тримезиновой кислотой, по отношению к диклофенаку натрия (Na-ДКФ). Показано, что максимальная адсорбционная емкость Al-МОК из нейтральных водных растворов (рН 6.0-6.2) равна 475-550 мг/г. Механизм адсорбции был проанализирован с помощью адсорбционных моделей Ленгмюра, Фрейндлиха и Темкина. Рассчитанные константы и параметры указывали на то, что адсорбция Na-ДКФ протекает по механизму физической сорбции, а поверхность *MIL-96* имеет энергетически неэквивалентные адсорбционные центры по сравнению с *MIL-100*, что коррелирует с различием их структурных и текстурных свойств.

Ключевые слова: Адсорбция; Диклофенак натрия; Металлорганические каркасы; Сточные воды.

Введение

Неконтролируемое поступление лекарственных препаратов в окружающую среду оказывает негативное влияние на человека, а также

приводит к возникновению лекарственной устойчивости патогенных микроорганизмов по отношению к антибактериальным средствам. Многочисленные исследования по их очистки показали, что эти вещества полностью не удаляются на очистных сооружениях, а также не поддаются биологическому разложению. Одним из наиболее стойких к воздействию обычных биологических систем очистки является Na-ДКФ (рис. 1), который широко используется как нестероидное противовоспалительное средство с сильным обезболивающим действием.

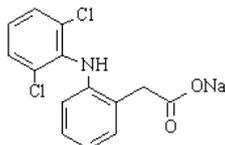


Рис.1. Структура Na-ДКФ

В настоящее время интенсивно разрабатываются адсорбционные методы очистки сточных вод от различных органических загрязнителей, в том числе Na-ДКФ. Стоит отметить, что из всех известных методов (биологическая очистка, флотация, коагуляция, фотоокисление, электрохимическое окисление) адсорбционные методы являются наиболее эффективными.

Недавно в литературе было сообщено о применении в качестве адсорбентов металлорганических каркасов (МОК) для удаления Na-ДКФ из водных растворов [1-2]. Степень очистки растворов, содержащих 10-50 мг/л Na-ДКФ, в их присутствии достигала 90-98 %. Примечательно, что максимальная величина адсорбции на MIL-100(Fe) из нейтральных водных растворов (pH 6.2), равная 778 мг/г, была сопоставима с величинами адсорбции, характерными для углеродных адсорбентов. Эти первые данные открывают большие перспективы для использования МОК в качестве сорбентов Na-ДКФ и других органических загрязнителей водных сред. Целью данной работы было изучить сорбционные свойства из нейтральных водных растворов (pH 6.0-6.2) Al-содержащих МОК, таких как, MIL-100, MIL-110 и MIL-96, образованных алюминий-кислородными кластерами и тримезиновой кислотой, по отношению к Na-ДКФ, а также исследование механизма адсорбции.

Методика экспериментального исследования

В работе использовали диклофенак натрия (Aldrich), гидроксид натрия «ч.д.а». MIL-100, MIL-110 и MIL-96 были синтезированы гидротермальным способом согласно методике, указанной в работе [3]. Текстульные характеристики материалов приведены в табл. 1.

Текстульные свойства Al-МОК

МОК	$S_{\text{ВЕТ}}$ ($\text{M}^2/\text{Г}$)	V_{Σ} ($\text{CM}^3/\text{Г}$)	V_{μ} ($\text{CM}^3/\text{Г}$)	V_{μ}/V_{Σ} (%)
MIL-100	1249	0.73	0.36	49.3
MIL-110	679	0.58	0.27	46.6
MIL-96	315	0.14	0.13	92.9

Адсорбционные измерения проводили во встряхиваемой стеклянной ампуле объёмом 5 мл. В ампулу загружали водный раствор Na-ДКФ и МОК, смесь встряхивали при комнатной температуре до установления равновесия в системе, контролируя процесс адсорбции отбором проб через определенные промежутки времени. Концентрацию Na-ДКФ определяли спектрофотометрически на приборе Cary-50 Scan в кювете 1 см и длине волны 277 нм. МОК отделяли от раствора центрифугированием.

Результаты и обсуждение

Изотермы адсорбции Na-ДКФ на MIL-96, MIL-110 и MIL-100, показаны на рис. 2. Согласно классификации Ч. Гильса, они соответствуют классу L (изотермы Ленгмюра), то есть величина адсорбции (q) возрастает с увеличением равновесной концентрации (C_p) и со временем достигает максимальной сорбционной ёмкости ($q_{\text{макс}}$). Согласно полученным данным величины адсорбции ($q_{\text{макс}}$) равны 475, 550 и 480 мг/г для MIL-96, MIL-110 и MIL-100, соответственно.

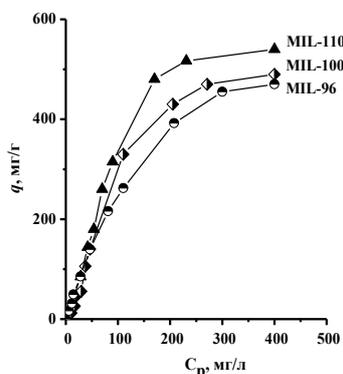


Рис.2. Изотермы адсорбции Na-ДКФ на Al-содержащие МОК

Механизм адсорбции Na-ДКФ на MIL-96, MIL-110 и MIL-100 был изучен с использованием моделей Ленгмюра, Фрейндлиха и Темкина. Рассчитанные параметры моделей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные параметры моделей изотерм адсорбции ДКФ на Al-МОК

Модель	Параметры	MIL-96	MIL-110	MIL-100
Модель Ленгмюра	$q_{\text{экс}}$, (мг/г)	475	550	480
	$q_{\text{макс}}$, (мг/г)	621	699	532

	$K_L, 10^3$ (л/ммоль)	5.55	9.47	4.30
	$R_L, (C_0 150$ мг/г)	0.548	0.703	0.606
	R^2	0.974	0.980	0.972
Модель Фрейндлиха	$K_F, (мг/г)$	4.25	5.83	3.06
	$1/n$	0.861	0.855	0.911
	R^2	0.977	0.948	0.920
Модель Темкина	$K_T, (л/мг)$	0.055	0.054	0.069
	$b, (Дж/моль)$	15.8	12.8	16.2
	R^2	0.968	0.961	0.963

Согласно полученным данным (табл. 2) адсорбция Na-ДКФ на MIL-110 ($R^2 = 0.980$) и MIL-100 ($R^2 = 0.974$) лучше всего описывается моделью Ленгмюра. В тоже время модель Фрейндлиха лучше всего описывает адсорбцию Na-ДКФ на MIL-96 ($R^2 = 0.977$). Это может указывать на то, что поверхность MIL-96 более неоднородна по сравнению с MIL-100 и MIL-110.

Рассчитанные константы, характеризующие теплоту адсорбции (b), по модели Темкина указывают на физическую природу сорбции ДКФ (табл. 2).

Стоит отметить, что MIL-110 и MIL-96 имеют высокую адсорбционную емкость сопоставимую с адсорбционной емкостью MIL-100 (табл. 2), не смотря на низкую удельную поверхность (табл. 1). Это согласуется с различиями констант адсорбционного равновесия уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха (табл. 2). Рассчитанные величины констант K_F для MIL-96 и MIL-110 больше по сравнению с MIL-100, что может указывать на большее сродство Na-ДКФ к поверхности MIL-96 и MIL-110. Различие в характере можно объяснить особенностями их структурных и текстурных свойств.

В целом, полученные величины адсорбции для MIL-96, MIL-110 и MIL-100 сопоставимы с величинами адсорбции, характерными для адсорбентов на основе углерода. Таким образом, полученные в работе результаты указывают на большие перспективы применения МОК в качестве адсорбентов.

Выводы

В работе были изучены адсорбционные возможности металлоорганических каркасов MIL-100, MIL-110 и MIL-96, образованных алюминий-кислородными кластерами и тримезиновой кислотой, по отношению к Na-ДКФ. Показано, что максимальная адсорбционная емкость Al-МОК из нейтральных водных растворов (pH 6.0-6.2) равна 475-550 мг/г. Согласно математическим адсорбционным моделям Ленгмюра, Фрейндлиха и Темкина, адсорбция Na-ДКФ по своей природе имеет физический характер, а поверхность MIL-96 имеет энергетически неэквивалентные адсорбционные центры по сравнению с MIL-100 и MIL-110, что коррелирует с различием их структурных и текстурных свойств

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hasan Z., Khan N. A., Jhung S. H. **Adsorptive removal of diclofenac sodium from water with Zr-based metal-organic frameworks** // Chemical Engineering Journal. – 2016. – Vol. 284. – P. 1406–1413.
2. Zhuang S., Chen R., Wang J. Adsorption of diclofenac from aqueous solution using UiO-66-type metal-organic frameworks // Chemical Engineering Journal. – 2019. – Vol. 359. – P. 354–362.
3. Khan N. A., Lee J. S., Jeon J., Jun C.-H., Jhung S. H. Phase-selective synthesis and phase-conversion of porous aluminum-benzenetricarboxylates with microwave irradiation // Micropor. Mesopor. Mater. – 2012. – Vol. 152. – P. 235–239.

INVESTIGATION OF DICLOFENAC ADSORPTION ONTO METALL-ORGANIC FRAMEWORKS FROM AQUEOUS SOLUTIONS UNDER NEAR NEUTRAL MEDIA

*Shvydko Alina Vital'evna*¹², *Master Student*;

e-mail alina.schwydcko.98@mail.ru

*Timofeeva Maria Nikolaevna*¹², *D.Sc. (Chemical)*;

e-mail timofeeva@catalysis.ru

*Simonov Pavel Anatol'evich*¹², *Ph.D. (Chemical)*

e-mail simonov@catalysis.ru

¹ Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, Prospekt K. Marksa, 20

² Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Prospekt Ak. Lavrentieva, 5

Abstract

The adsorption capabilities of metal-organic frameworks (Al-MOFs), such as MIL-100, MIL-110 and MIL-96, with respect to diclofenac sodium have been studied. The maximum adsorption capacity of Al-MOFs from aqueous solutions under near neutral media (pH 6.0-6.2) was found to be 475-550 mg/g. The adsorption mechanism was analyzed by using the adsorption models of Langmuir, Freundlich and Temkin. According to the calculated constants and parameters, adsorption of diclofenac proceeds by the mechanism of physical sorption and the surface of MIL-96 has energy-equivalent adsorption centers compared to MIL-100 that agrees with the difference in their structural and texture properties.

Keywords: Adsorption; Diclofenac sodium; Metal-organic frameworks; Wastewater.

КОМПЛЕКСНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА (NO_x и N_2O) В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

*Шеболтасов Артем Геннадьевич², студент;
Верниковская Надежда Викторовна^{1,2}, к.т.н.;
Чумаченко Виктор Анатольевич¹, к.т.н.*

¹Институт катализа СО РАН, пр. Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск,
630090, Россия

²Новосибирский государственный технический университет,
пр. Карла Маркса, 20, Новосибирск, 630073, Россия

Шеболтасов А. Г., e-mail artemsheb@mail.ru

Верниковская Н. В., e-mail vernik@catalysis.ru

Чумаченко В. А., e-mail vachum@catalysis.ru

*Адрес для корреспонденции: Шеболтасов Артем Геннадьевич,
Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия,
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, тел. (913) 455-70-25*

Аннотация. Отходящие газы, образующиеся в процессе производства азотной кислоты, содержат оксиды азота, выброс которых в атмосферу строго нормируется. В промышленных установках обезвреживание отходящих газов проводят в реакторах каталитической очистки на различных катализаторах.

Работа посвящена математическому моделированию комплексной каталитической очистки хвостовых газов производства неконцентрированной азотной кислоты от оксидов азота (NO_x и N_2O) в двух последовательно расположенных адиабатических слоях катализатора. Исследовано влияние параметров на показатели эффективности процесса очистки; определены теплофизические свойства смеси и коэффициенты тепло- и массопереноса в различных условиях. Для типичных газовых расходов на агрегатах азотной кислоты УКЛ-7 найдены оптимальные значения загрузки катализаторов, которые обеспечивают комплексную очистку от оксидов азота не менее 98 %.

Ключевые слова: оксиды азота; комплексная очистка; адиабатический реактор; математическое моделирование.

1. Введение

Оксиды азота (NO_x , N_2O) – это высокотоксичные химические вещества, приводящие к возникновению фотохимического смога, повышению кислотности атмосферных осадков, образованию тропосферного и сокращению количества стратосферного озона, что делает их особо опасными

загрязнителями. Одним из крупнейших стационарных источников эмиссии как оксидов азота (NO_x), так и закиси азота (N_2O) являются установки по производству азотной кислоты.

Каталитические технологии являются основным способом снижения вредного воздействия техногенных газовых выбросов на атмосферу в промышленных мегаполисах. В агрегатах по получению азотной кислоты удаление токсичных примесей оксидов азота из отходящих газов осуществляется в реакторах каталитической очистки [1]. Разработка конструкций аппаратов и определение оптимальных технологических режимов ведения процесса являются важнейшими компонентами, обуславливающими эффективную работу реакторного узла. Для решения этих задач используются методы гидродинамического и математического моделирования, которые дают возможность изучать процесс с помощью моделей, сохраняющих наиболее существенные физические и химические свойства реального объекта.

Целью работы является определение параметров процесса комплексной очистки отходящих газов производства неконцентрированной азотной кислоты от оксидов азота (NO_x и N_2O) в адиабатических реакторах, обеспечивающих степень очистки не менее 98 %.

2. Математическая модель

При восстановлении оксидов азота аммиаком протекают следующие основные реакции:



Разложение закиси азота происходит по реакции:



Ранее экспериментально было установлено, что кинетические модели процессов селективного каталитического восстановления (СКВ) NO_x аммиаком на V/Al катализаторе и разложения N_2O на оксидном Ni/Co катализаторе описываются уравнениями 1-го порядка [2–4].

Для описания каталитических процессов комплексной очистки от оксидов азота, протекающих в 2-слойном реакторе, применена математическая модель, учитывающая: межфазный тепло- и массообмен, конвективный перенос массы и тепла в газовой фазе, диффузионный перенос массы по длине слоя в газовой фазе, перенос тепла по длине слоя за счет теплопроводности в твердой фазе, наблюдаемые скорости реакций превращения NO_x и разложения N_2O , выделение тепла в результате протекания экзотермических реакций в твердой фазе. В первом слое происходит СКВ NO_x аммиаком до азота, во втором – каталитическое разложение N_2O на азот и кислород.

Расчеты процесса проводились при следующих параметрах: входная температура $230 \div 270$ °С; концентрации: оксиды азота – 0,15 об. %, аммиак – 0,165 об. %, кислород – 5 об. %, вода – 2 об. %, воздух – по балансу; диаметр реактора – 3,8 м; объемный расход газового потока на очистку

46 040÷58 670 м³/ч (нормальные условия). При расчетах учитывались следующие ограничения: высоты слоев не должны превышать 0,5 м – для СКВ оксидов азота аммиаком, 0,7 м – для разложения закиси азота, максимальная температура в слое катализатора СКВ и суммарный перепад давления по слоям должны быть меньше 280 °С и 10 кПа, соответственно [5].

3. Результаты и обсуждение

Расчеты показали, что в рассмотренном диапазоне температур наилучшими являются режимы при 250 °С. На рисунке 1 представлены профили по высоте слоев степеней превращения NO_x и N₂O и температуры при объемном расходе газового потока 46 040 м³/ч.

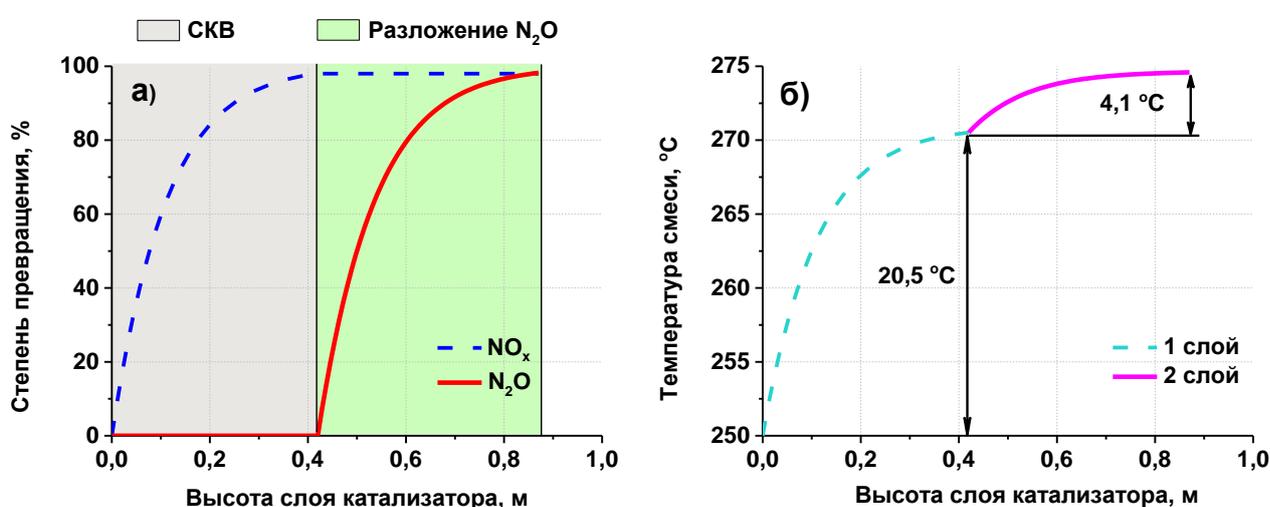


Рис. 1. Профили степени превращения (а) и температуры (б) по высоте слоев при 250 °С и Q = 46 040 м³/ч

Высоты слоев для данного варианта расчетов составляют 0,42 м для СКВ оксидов азота аммиаком и 0,45 м для разложения закиси азота. Так как реакции СКВ NO_x и разложения N₂O экзотермические, то происходит повышение температуры по высоте каждого слоя. Температура на выходе из реактора каталитической очистки составляет 254,6 °С, что укладывается в ограничение по допустимой максимальной температуре процесса. Суммарная загрузка катализаторов составляет примерно 9 т, перепад давления – менее 8 кПа.

Режим при температуре процесса 250 °С и объемном расходе газового потока 47 038 м³/ч также удовлетворяет заданным ограничениям.

Осуществление в промышленных условиях процесса комплексной очистки при температурах 230 и 270 °С оказалось нецелесообразным. При низкой температуре входа 230 °С требуется повышенная высота слоев, в результате чего величина гидравлического сопротивления превышает принятые ограничения. При высокой входной температуре 270 °С в слое

катализатора СКВ происходит разогрев выше допустимых значений максимальной температуры, обеспечивающих эффективную эксплуатацию алюмованадиевого катализатора.

4. Выводы

Выполнена оценка оптимальных параметров процесса комплексной каталитической очистки отходящих газов производства неконцентрированной азотной кислоты от оксидов азота. Степень очистки от NO_x и N_2O не менее 98 % обеспечивается при входной температуре 250 °С и расходе газа 46 040÷47 038 м³/ч, с учетом ограничений на максимальные высоты слоев, гидравлическое сопротивление реактора и температуру в слое катализатора СКВ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института катализа СО РАН (проект АААА-А17-117041710076-7)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумаченко В. А., Исупова Л. А., Иванова Ю. А. [и др.] / Технологии комплексной низкотемпературной каталитической очистки промышленных газовых выбросов от NO_x и N_2O в производстве азотной кислоты // Химия в интересах устойчивого развития. – 2019. – № 4. – С. 2–7.

2. Овчинникова Е. В., Чумаченко В. А., Пирютко Л. В., Харитонов А. С., Носков А. С. / Обезвреживание нитрозных газов в производстве адипиновой кислоты: технология двухстадийной каталитической очистки // Катализ в промышленности. – 2009. – №1. – С. 7.

3. Ivanova Yu. A., Ivanov D. A., Chumachenko V. A., Isupova L. S., Noskov A. S. / One-reactor scheme for NO and N_2O low-temperature abatement from tail gas in nitric acid production // Abstracts XXII International Conference on Chemical Reactors (CHEMREACTOR-22), London. – 2016. – PP-33. – P. 242–243.

4. Klegová A., Pacultová K., Fridrichová D., Volodarskaya A., Kovanda F., Jiratová K. Cobalt oxide catalysts on commercial supports for N_2O decomposition // Chemical Engineering and Technology. – 2017. – Vol. 40. – P. 981–990.

5. Chumachenko V. A., Zenkovets G. A., Shutilov A. A., Kharitonov A. S., Pirutko L. V., Mokrinsky V. V., Noskov A. S. / Low-temperature abatement of nitrogen oxides (NO_x , N_2O) from the effluent gases in nitric acid production // Abstracts XIX International Conference on Chemical Reactors, Vienna. – 2010. – PP-III-13. – P. 462–463.

INTEGRATED CATALYTIC PURIFICATION OF EXHAUST GASES IN NITRIC ACID PLANTS FROM NITROGEN OXIDES (NO_x and N_2O)

Sheboltasov Artem Gennadievich², student; Vernikovskaya Nadezhda Viktorovna^{1,2}, Ph. D.; Chumachenko Victor Anatol'yevich¹, Ph. D.

¹Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Pr. Akademika Lavrentieva 5, 630090

²Novosibirsk State Technical University, Pr. K. Marksa, 20, 630073

Novosibirsk, Russia

Sheboltasov A. G., e-mail artemsheb@mail.ru

Vernikovskaya N. V., e-mail vernik@catalysis.ru

Chumachenko V. A., e-mail vachum@catalysis.ru

Abstract

Tail gases from nitric acid plants contain highly toxic nitrogen oxides, therefore, emissions of NO_x and N₂O into the atmosphere are strictly controlled. Catalytic reactors with various catalysts are used for purification of waste gases.

The present work is devoted to mathematical modeling of the integrated catalytic purification of tail gases in nitric acid plants from nitrogen oxides (NO_x and N₂O) in two consecutive adiabatic catalyst beds. The influence of process parameters on the thermophysical properties of the mixture, heat- and mass transfer coefficients, and process behavior is studied. For typical gas flow rates in UKL-7 nitric acid plant, the optimal values of catalyst loading were found, which provide at least 98 % waste gas purification from nitrogen oxides.

Keywords

Nitrogen oxides; integrated purification; adiabatic reactor; mathematical modeling.

УДК.504.05

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТИПОВОГО АЭРОПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И МЕРЫ СНИЖЕНИЯ ЭТИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Синицына Таисия Игоревна, студентка 4 курса, 6 фак.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 125993, Россия, г. Москва, Волоколамское ш., 4

Синицына Т.И., e-mail eler1963@mail.ru

Адрес для корреспонденции: Синицына Таисия Игоревна, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 125993, Россия, г. Москва, Волоколамское ш., 4, ИНЖЭКИН, каф.502, тел. (499)158-20-51

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные проблемы техногенного воздействия типового аэропорта на окружающую среду.

Ключевые слова: аэропорт, окружающая среда, загрязнения воздуха, почвы,

водных ресурсов.

Авиационная промышленность это многофункциональное предприятие, можно сказать, что в данной отрасли присутствуют практически все основные источники загрязнений.

Аэропорт - это многофункциональное транспортное предприятие, которое является наземной частью авиационной транспортной системы, которая обеспечивает взлет и посадку воздушных судов, их наземное обслуживание, прием и отправку пассажиров, багажа, почты и грузов. Аэропорт обеспечивает необходимые условия для функционирования авиакомпаний, государственных органов регулирования авиационной и таможенной деятельности. То есть к объектам аэропорта входят не только самолеты, но средства его обслуживания. Так исторически сложилось, что аэропорты расположены вблизи густонаселенных районов города. Поэтому с ростом городов и интенсификацией авиатранспортных процессов возникает серьезная проблема сосуществования города и аэропорта. Население аэропорта и близлежащих поселков испытывают шум от самолетов, пролетающих. В меньшей степени испытывают шум персонал аэропортов, авиапассажиры и посетители.

Характеристики шума современных отечественных самолётов, длительное время находящихся в эксплуатации, существенно уступают аналогичным характеристикам зарубежных самолётов. Это приводит к заметному росту доли населения, страдающего от географии аэропортов, принимающих самолёты более шумных типов (Ил – 76Т, Ил – 86 и другие) по сравнению с типами воздушных судов, эксплуатирующихся в них ранее. В настоящее время примерно 2 – 3% населения России подвержены воздействию авиационного шума, превышающие нормативные требования.

Кроме шума, авиация приводит к электромагнитному загрязнению среды. Его вызывает радиолокационная и радионавигационная техника аэропорта и самолетов. Радиолокационные средства могут создавать электромагнитные поля большой напряженности, которые представляют реальную угрозу для людей. Действие электромагнитных волн на живые организмы сложная и недостаточно изучена. Взаимодействуя с организмами, электромагнитные волны частично отражаются, а частично поглощаются и распространяются в них. Степень воздействия зависит от величины поглощения энергии тканями организма, частоты волн и размеров биообъекта.

Крупные аэропорты имеют собственные системы водоснабжения и водоотведения. Но во многих районах страны (в Ростовской, Астраханской, Воронежской, Оренбургской областях и других) такие системы обеспечивают нормативную потребность в воде питьевого качества менее чем на 70%. С хозяйственно – бытовыми и производственными сточными водами отрасли сбрасываются нефтепродукты, этиленгликоль, поверхностно – активные вещества, тяжёлые металлы и другие вредные примеси в недопустимо высоких концентрациях – от 2 до 10 ПДК. Уровень обеспеченности аэропортов системами очистки производственных стоков не превышает 20% от нормативной потребности.

Актуальной экологической проблемой остаётся организация отвода, сброса и обезвреживания поверхностного стока (загрязнённых дождевых, талых, поливно – мочных вод) с искусственных покрытий аэродромов. Оборудованием для очистки сильно загрязнённых дождевых и талых вод оснащены только 14 крупных аэропортов. В основном (особенно в районах Крайнего Севера) такие воды отводятся без очистки на рельеф местности. Почва вокруг аэропортов загрязнена солями тяжёлых металлов и органическими соединениями в радиусе до 2 – 2,5 км.

Вблизи аэропортов происходит загрязнение подземных вод нефтепродуктами в основном за счёт утечки жидкого топлива при заправке самолётов, а также за счёт технических ошибок при его транспортировке и хранении. При взлёте и посадке самолёта в атмосферу выделяется определённое количество жидких и газообразных продуктов сгорания топлива, которые осаждаются вблизи взлётной полосы и накапливаются в почве. Углеводороды нефти обладают способностью проникать на значительную глубину. Так, в трещиноватых породах авиационной керосин за 5 месяцев проникает на глубину более 700 м. Наиболее эффективным методом защиты подземных вод от загрязнения нефтепродуктами является проведение предупредительных мер, в том числе бурение скважин для контроля за качеством вод.

В осенне-зимний и весенний периоды производится антиобледенительная обработка воздушных судов и удаление снежно – ледовых отложений с искусственного покрытия аэродромов. При этом применяются активные противогололёдные препараты и реактивы, содержащие мочевины, аммиачную селитру, поверхностно – активные вещества, которые также попадают в почву. В аэропортах накапливаются различные твёрдые и жидкие отходы производства и потребления. Отходы, опасные в санитарно – гигиеническом и пожарном отношении, хранятся в специальных помещениях, площадь которых составляет всего около 3% от общей площади земель, занятых в аэропортах отходами.

Выбросы в атмосферу представляют собой еще один аспект влияния воздушного транспорта на экологическую ситуацию, но авиация имеет ряд отличий по сравнению с другими видами транспорта:

- использование в основном газотурбинных двигателей приводит иной характер протекания процессов и структуру выбросов отработанных газов;
- использование в качестве топлива керосина приводит к изменению компонентов загрязняющих веществ;
- полеты самолетов на большой высоте и с большой скоростью вызывают рассеяние продуктов сгорания в верхних слоях атмосферы и на больших территориях, снижает степень их воздействия на живые организмы.

Воздушные корабли загрязняют приземные слои атмосферы отработанными газами авиадвигателей вблизи аэропортов и верхние слои атмосферы на высотах крейсерского полета. Отработанные газы авиационных двигателей составляют 87% всех выбросов гражданской авиации, которые включают

также атмосферные выбросы спецавтотранспорта и стационарных источников. Наиболее неблагоприятными режимами работы являются малые скорости и «холостой ход» двигателя, когда в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества в количествах, значительно превышающих выброс на нагрузочных режимах. Техническое состояние двигателя непосредственно влияет на экологические показатели выбросов.

При чрезвычайных и аварийных ситуациях самолёты вынуждены сливать в воздухе излишнее топливо для уменьшения посадочной массы. Количество топлива, сливаемого самолётом за 1 раз, колеблется от 1 - 2 тыс. до 50 тыс. литров. Испарившаяся часть топлива рассеивается в атмосфере без опасных последствий, однако, неиспарившаяся часть достигает поверхности земли и водоёмов и может вызвать сильные местные загрязнения. Доля неиспарившегося топлива, достигающего поверхности земли в виде капель, зависит от температуры воздуха и высоты слива. Даже при температуре более 20°С на землю может выпадать до нескольких процентов сливаемого топлива, особенно при сливе на малых высотах. При полёте в нижних слоях стратосферы двигатели сверхзвуковых самолётов выделяют оксиды азота, что ведёт к окислению озона.

Снижение уровня промышленного загрязнения зависит от самих аэропортов. Для того чтобы это происходило, руководство аэропортов, станций и других объектов должны сами контролировать рабочий процесс, уделять особое внимание очистке и утилизации отходов.

Кроме того, необходимо использовать малоотходные технологии и экологические разработки, которые позволят снизить уровень загрязнения и минимизировать влияние на природную среду.

Во вторую очередь, снижение загрязнения зависит от компетентности, внимательности и профессионализма самих работников. Если они будут отлично выполнять свою работу на предприятии, то это снизит риск промышленного загрязнения городов.

Поскольку в аэропортах и их окрестностях концентрации вредных веществ в воздухе могут существенно превысить предельно допустимые значения, необходимо развитие систем мониторинга для наблюдения и контроля загрязнения атмосферы. Такими системами слежения за качеством атмосферного воздуха оборудовано большинство крупных зарубежных аэропортов. В России внедрение систем мониторинга в аэропортах пока только планируется. Не установлены также санитарно-защитные зоны вокруг аэропортов, учитывающие требования к качеству воздуха в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96, в пределах которых недопустима любая жилая застройка.

В целях снижения загрязнения воздуха в зоне аэропортов необходимо принятие мер по уменьшению выбросов токсичных веществ от всех источников загрязнения, как стационарных, так и подвижных (наземного и воздушного транспорта).

Существенный вклад в уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу

от стационарных источников может дать внедрение очистных установок, защитных устройств и контроля загрязнения воздуха при производственной деятельности авиатранспортных предприятий. Пока в аэропортах России улавливается только 13% вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу стационарными источниками. Их оснащенность газоочистным оборудованием составляет всего 4% от необходимого уровня.

Снижение загрязнения воздуха в зоне аэропорта наземным транспортом может быть достигнуто упорядочением его движения, рациональной организацией перевозок пассажиров и грузов, что позволит существенно уменьшить поступление выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.

Однако наибольший экологический эффект следует ожидать от разработки и принятия всесторонних мер по снижению выбросов вредных веществ воздушными судами, поскольку эмиссия авиационных двигателей вносит определяющий вклад в загрязнение воздуха в зоне аэропорта.

В гражданской авиации принимаются также меры по ограничению выбросов в атмосферу авиационного топлива. Преднамеренный выброс топлива (например, сливаемого из камеры сгорания после выключения двигателя или после неудачного запуска) полностью запрещается.

Выполнение этого требования удостоверяется предъявлением администрации аэропорта чертежей дренажной системы авиационных двигателей, подтверждающих, что данная система сконструирована по замкнутому типу, при котором выброс топлива в атмосферу из двигателя невозможен.

Существенный вклад в решение проблемы загрязнения воздуха в зоне аэропортов вносит также разработка и внедрение специальных технических и эксплуатационных методов уменьшения выбросов воздушных судов.

В настоящее время технические методы уменьшения эмиссии вредных веществ авиационными двигателями развиваются в нескольких перспективных направлениях. Наряду с совершенствованием существующих создаются новые типы газотурбинных двигателей воздушных судов. В них используются новые конструкции камеры сгорания, новые способы подачи топлива (распыление топлива, обогащение топливно-воздушной смеси в зоне горения, использование присадок к топливу и др.).

К уменьшению загрязнения воздуха вредными веществами в гражданской авиации приводит техническое совершенствование не только авиационных двигателей, но и самих воздушных судов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://studwood.ru/999075/ekologiya/vliyanie_aviatsii_okruzhayuschuyu_sr_edu
2. <http://helpiks.org/6-2357.html>
3. <http://childflora.org.ua/?p=185>

4. <http://ekologhealth.ru/health-and-ecology/chelovek-i-okruzhayuschaya-sreda/876-vozdeystvie-aviacionnogo-transporta-na-okruzhayuschuyu-sredu.html>
5. https://studwood.ru/999075/ekologiya/vliyanie_aviatsii_okruzhayuschuyu_sredu
6. <http://www.eco-oos.ru/biblio/sborniki-nauchnyh-trudov/rekomendacii-i-sposoby-sniizheniya-tehnogenogo-vozdeystviya-promyshlennyh-predpriyatii-ekolo-gicheski-chistye-i-resursosberegayuschie-tehnologii/02/>
7. http://avia.pro/plane_voice
8. <http://ekollog.ru/m-1-asaturov-zagryaznenie-okrujayushej-sredi-pri-aviatransport.html?page=2>
9. <http://biofile.ru/bio/22265.html>

PROBLEMS OF TECHNOLOGICAL EXPOSURE OF A TYPICAL AIRPORT TO THE ENVIRONMENT AND MEASURES TO REDUCE THESE EXPOSURE

Sinitsyna Taisiya Igorevna 4th year student, 6 fak.

Moscow Aviation Institute (National Research University), 125993, Russia,
Moscow, Volokolamskoe highway, 4

Sinitsyna T.I., e-mail eler1963@mail.ru

Address for correspondence: Sinitsyna Taisiya Igorevna, Moscow Aviation Institute (National Research University), 125993, Russia, Moscow, Volokolamskoye sh., 4, INZHEKIN, Department 502, tel. (499) 158-20-51

Abstract: The article discusses the current problems of the anthropogenic impact of a typical airport on the environment.

Key words: airport, environment, air pollution, soil, water resources.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>СЕКЦИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ</i>	5
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В БЕЗДАТЧИКОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ В. Н. Аносов, С.А. Саидов.....	5
ДЕТОНАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯТОРОВ Т.Х. Ахмедов, П.В. Рогожин, Н.В. Потапов, А.С. Шангин, М.А. Орлов	11
РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПА-66 М.В. Дюльдина, Д.С. Калиновский	15
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ Д.А. Малахов, В.Е. Русаков, И.Ф. Козорез, Н.А. Машкин, Р.Б. Курбанова, Е.А. Бартеньева.....	19
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИБКИ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ Е.А. Михеев, О.Д. Храмова, К.Н. Бобин.....	23
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СТАПЕЛЬНОЙ СБОРКЕ К.А. Секерин, Н.В. Курлаев	28
ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПЕРЛИТНЫХ КОЛОНИЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ НАПЛАВКЕ А.С. Федорино	33
УПРАВЛЕНИЕ НЕКВАДРАТНЫМ ОБЪЕКТОМ ПОЛИНОМИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ В.Ю. Филюшов	36
<i>СЕКЦИЯ: БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ</i>	41
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ, ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ (ЛПУ) Н.В. Салин	41
О ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ И АЭРОИОННОГО СОСТАВА ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ Ю.К. Игнатченко, А.Д. Коробенков.....	47

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛО-АБРАЗИВНОЙ ПЫЛИ ПРИ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКЕ А.С. Копаненко, А.В. Гуськов	52
АНАЛИЗ АВАРИЙ, ВЫЗВАННЫХ НАРУШЕНИЯМИ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ С.Н. Иванчик, И.С. Иванчик, О.В. Рослякова	56
МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ГРУЗОВ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ. ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ, КРИТЕРИИ А.В. Гречухин, В.Б. Елифанов	64
ФОРМИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ SiC _B /SiC ИСКРОВОМ ПЛАЗМЕННЫМ СПЕКАНИЕМ ПРЕКЕРАМИЧЕСКИХ БУМАГ Е.П. Седанова, Е.Б. Кашкаров, А.М. Лидер, М.С. Сыртанов	68
О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФОРМА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОЗАБОРА ПО ДОЗЕ ХЛОРА И ОБОБЩЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВОДЫ* М.А. Малкова, Е.А. Кантор	73
ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ К.С. Крамчанинова, А.М. Парахин	77
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ООО «ИКЕА ДОМ» В.В. Тимченко, О.В. Усикова	81
АНАЛИЗ ДАННЫХ СЕТЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СУБМИКРОННЫХ ФРАКЦИЙ АЭРОЗОЛЕЙ И ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ Г. НОВОСИБИРСКА Н.А. Романовская, М.В. Леган, В.Ф. Рапута	85
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ТИПА «НОЖНИЦЫ» ДЛЯ ПОДЪЕМА РЕЗЕРВУАРОВ С.А. Крохмаль, Ю.О. Поляков	89
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕБАЗЫ В.С. Фролова, Г.Е. Асеев	95
ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ Н.С. Шевченко, О.В. Тихонова	99
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВТОРНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК А.А. Брагина	104

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ НА УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ О.А. Малютина, А.А. Бажина, Е.Л. Сычев, Г.Е. Асеев	108
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И.В. Сторожко, Ю.В. Кокорина, Е.А. Удальцова	112
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА АРКТИЧЕСКИХ АЭРОЗОЛЕЙ С СУДНА «АКАДЕМИК МСТИСЛАВ КЕЛДЫШ» МЕТОДОМ РФА СИ В.И. Шпартко, О.В. Чанкина, С.А. Попова, М.В. Леган.....	117
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЦИКЛИНГА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В РОССИИ А.Н. Байрак, А.И. Карпович.....	122
<i>СЕКЦИЯ: ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</i>	
<i>ПОДХОДЫ К УСТАНОВЛЕНИЮ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ОТРАБОТАВШИХ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В.Ю. Алесандров, В.В. Ларичкин, Д.А. Немущенко, К.В. Овсянникова.....</i>	<i>128</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ТИПА ПОЧВЫ НА ВЫБОР МЕТОДА ОЧИСТКИ Е.П. Амбрасовская, Н.И. Ларичкина.....	133
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АНИЛИНОМ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ В.В. Гуровский, В.Ю. Александров	138
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ И ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА А.Е. Кожевникова, Н.И. Ларичкина, В.В. Ларичкин, А.О. Нарушев	145
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В МАЛОЭТАЖНОМ ДОМОСТРОЕНИИ И.Ф. Козорез, Е.А. Катугина, Е.С. Плетнева, Н.А. Машкин	151
ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РЕАКЦИИ ПАРОУГЛЕКИСЛОТНОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА А.Ю. Коренюк, Е.В. Матус, О.Б. Сухова, М.А. Керженцев	154
ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ СЕРЫ Л.К. Бердникова, В.А. Полубояров, Ф.К. Горбунов, А.В. Лапин	159
ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ А.К. Паршукова, Н.А. Машкин, Д.А. Немущенко.....	163

<p>АКТИВИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА В.Е. Русаков, С.А. Громов, А.К. Паршукова, Н.С. Яшутин, Огунлейе Адейинка Титус, Н.А. Машкин.</p>	169
<p>ВЛИЯНИЕ Ni/УНТ КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС КОКСОВАНИЯ ГУДРОНА А.С. Чичкань, В.В. Чесноков</p>	173
<p>ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ДИКЛОФЕНАКА НАТРИЯ НА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КАРКАСЫ ИЗ НЕЙТРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ А.В. Швыдко, М.Н. Тимофеева, П.А. Симонов</p>	177
<p>КОМПЛЕКСНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА (NO_x и N_2O) В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ А.Г.Шеболтасов, Н.В. Верниковская, В.А. Чумаченко.....</p>	182
<p>ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТИПОВОГО АЭРОПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И МЕРЫ СНИЖЕНИЯ ЭТИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ Т.И. Сеницына.....</p>	186

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Наука Промышленность Оборона

Труды XXI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
**ПОСВЯЩЕННОЙ 75-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ**

г. Новосибирск, 7-9 октября 2020 г.

Том III

Под редакцией *С.Д. Саленко*

Компьютерная верстка

Н.С. Белоусова

Е.М. Гриф

Д.В. Гынгазов

А.А. Нестерова

Е.Ю. Потанина

Подписано в печать 03.11.2020 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная
Тираж 25 экз. Уч.-изд.л. 11,39. Печ.л. 12,25. Заказ № 953

Отпечатано в типографии
Новосибирского Государственного Технического Университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
Тел: (383)-346-31-87