

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА:  
ПРАКТИКА, ОБУЧЕНИЕ, ИННОВАЦИИ**

*Сборник материалов  
Международной заочной научно-практической конференции*

*29 марта 2019 года*

Минск  
УГЗ  
2019

УДК 614.841.34+331.45  
ББК 65.246  
П81

### **Организационный комитет конференции:**

председатель – заместитель начальника УГЗ МЧС Беларуси, к.т.н., доцент  
**Камлюк Андрей Николаевич**

сопредседатель – заведующий лабораторией «Механика, диагностика и неразрушающий контроль» Института механики Болгарской академии наук, д.т.н., профессор  
**Миховски Митко**

заместитель председателя – заведующий кафедрой промышленной безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, к.т.н., доцент  
**Бирюк Виктор Алексеевич**

члены организационного комитета:

профессор кафедры трубопроводного транспорта и гидравлики Полоцкого государственного университета, д.т.н., профессор  
**Липский Владимир Константинович**

профессор кафедры промышленной безопасности УГЗ МЧС Беларуси, к.т.н., доцент  
**Смиловенко Ольга Олеговна**

начальник кафедры управления защитой от ЧС УГЗ МЧС Беларуси, к.т.н.  
**Дмитракович Николай Михайлович**

доцент кафедры промышленной безопасности УГЗ МЧС Беларуси, к.т.н., доцент  
**Пасовец Владимир Николаевич**

доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа Полоцкого государственного университета, к.т.н., доцент  
**Булавка Юлия Анатольевна**

доцент кафедры управления защитой от ЧС УГЗ МЧС Беларуси, к.т.н., доцент  
**Основина Лариса Григорьевна**

секретарь конференции – преподаватель кафедры промышленной безопасности УГЗ МЧС Беларуси  
**Зайнудинова Наталья Владимировна**

**Промышленная безопасность и охрана труда: практика, обучение, инновации** : сб. материалов Международной заочной научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2019. – 104 с.  
ISBN 978-985-590-058-1.

Тезисы представлены в авторской редакции

УДК 614.841.34+331.45  
ББК 65.246

ISBN 978-985-590-058-1

© Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ № 1 «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

<i>Акулич И.П., Акулич С.В., Худолеев А.Ф., Тихонов М.М.</i> Поддержка принятия решений при ликвидации чрезвычайных ситуаций на белорусской атомной электростанции на основе метода сетевого планирования.....	6
<i>Байдук А.В., Касперов Г.И.</i> Оценка технического состояния эксплуатируемых водоемов технического назначения (очистных).....	9
<i>Буякевич Л.И., Рыжков М.Б.</i> Современное состояние проблемы прогнозирования пожаров на производственных объектах.....	12
<i>Вилькоцкий А.И., Волк А.М., Бирюк В.А.</i> Теоретическое исследование испарения капли в газовом потоке.....	13
<i>Война Ю.С., Байдук А.В. Касперов Г.И.</i> Техническое состояние очистных сооружений – основа безопасности населения и территорий.....	17
<i>Волк А.М., Сосновский Т.Р., Вилькоцкий А.И.</i> Математическая модель пленочного движения в конусной насадке.....	19
<i>Короткевич С.Г., Щукин Ю.С.</i> Причины появления течи в конструкциях цистерн при перевозке опасных жидких грузов.....	23
<i>Короткевич С.Г., Олесюк А.М.</i> Обеспечение безопасности при перевозке опасных грузов автотранспортом.....	24
<i>Ляхович В.А., Булавка Ю.А.</i> Способы подавления пылеобразования при транспортировке углеродсодержащих материалов.....	26
<i>Мурашов М.В., Вилькоцкий А.И., Боровик А.А.</i> Экспериментальные исследования сушки твердых зернистых материалов в неподвижном слое.....	29
<i>Мысло Т.В.</i> Экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций в организациях промышленности.....	31
<i>Филипович С.М., Тарковский В.В.</i> Обеспечение промышленной пожарной безопасности при помощи электромагнитных полей.....	33
<i>Шавердо О.В., Бирюк В.А., Зайнудинова Н.В., Секенов Д.А.</i> К вопросу об уменьшении потерь нефтепродуктов при наполнении автоцистерн.....	36
<i>Шавердо О.В., Бирюк В.А., Зайнудинова Н.В., Секенов Д.А.</i> Обеспечение безопасности автоцистерн, перевозящих нефтепродукты.....	38
<i>Шамансуров С.С., Рамазонов Ш.М., Сагатов Д.Т.</i> Мониторинг и прогнозирования опасностей на опасных производственных объектах....	39

## **СЕКЦИЯ № 2 «ОХРАНА ТРУДА И ПРОФИЛАКТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА. КОНЦЕПЦИЯ НУЛЕВОГО ТРАВМАТИЗМА»**

<i>Автухович В.М., Фролов А.В.</i> Охрана труда, профилактика производственного травматизма и вопросы экологической безопасности в практике смолевичского филиала «Белдортехника» ОАО «Минский завод гражданской авиации».....	43
<i>Елесина Ю.К., Рассохин М.А.</i> К вопросу специфики организации работы по охране труда в пожарно-спасательных частях МЧС России.....	44
<i>Костюк К.А., Смиловенко О.О., Лосик С.А.</i> Повышение безопасности проведения аварийно-спасательных работ при разборке завалов.....	49
<i>Курец А.А., Олихвер В.А.</i> Порядок организации обеспечения безопасности личного состава министерства по чрезвычайным ситуациям по ликвидации последствий, связанных с ликвидацией эпифитотии, эпизоотии.....	52
<i>Основина Л.Г., Старосто Р.С.</i> Обеспечение безопасности труда на деревообрабатывающих предприятиях.....	53
<i>Основина Л.Г., Старосто Р.С.</i> Обзор производственного травматизма в Республике Беларусь.....	55
<i>Петросова Л.И., Сулейманов Р.Ш., Абдуваитов Ш.</i> Пути уменьшения травматизма на предприятиях Узбекистана.....	57

## **СЕКЦИЯ № 3 «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ»**

<i>Гарелина С.А., Латышенко К.П., Фрунзе А.В.</i> Разработка семейства энергетических пирометров на основе их математической модели.....	60
<i>Короткевич С.Г., Титов В.В.</i> Техническое диагностирование сосудов и аппаратов методом акустической эмиссии.....	63
<i>Крот А.А., Дмитракович Н.М.</i> Расчет экономического ущерба в лесном фонде от лесных пожаров за пожароопасный сезон.....	64
<i>Пасовец В.Н., Ковтун В.А., Короткевич С.Г., Миховский М., Мирчев Й.</i> Предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с деструкцией фундаментов и надфундаментных конструкций зданий и сооружений.....	67
<i>Рассохин М.А., Елесина Ю.К., Пастухов К.В., Сащенко В.Н., Юркин А.В.</i> Определение рациональных режимов пуска и прогрева двигателей внутреннего сгорания методом безразборного контроля величины износа трибосопряжений.....	70
<i>Mihovski M., Mirchev Y., Kovtun V., Pasovets V.</i> Systems for ultrasonic inspection of pipelines.....	73

## **СЕКЦИЯ № 4 «ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ»**

<i>Азовская Н.О., Перетрухин В.В., Чернушевич Г.А.</i> Радиационный риск облучения работников малыми дозами при использовании радиоактивно загрязненных ресурсов в лесном комплексе Беларуси.....	76
<i>Бузук А.В., Миканович Д.С., Пастухов С.М.</i> Планирование лабораторных исследований по изучению фильтрации для оценки риска возникновения ЧС на гидротехнических сооружениях.....	79
<i>Гармаза А.К., Ермак И.Т.</i> Оценка рисков производственного травматизма и профессиональных заболеваний на производстве.....	80
<i>Миканович Д.С., Бузук А.В., Пастухов С.М.</i> Исследования особенностей уровня режима одиночных водоемов технического назначения.....	83
<i>Миканович Д.С., Бузук А.В., Пастухов С.М.</i> Выбор и обоснование типов грунтов для проведения лабораторных исследований по оценке устойчивости грунтовых плотин.....	85
<i>Миргуламлы Ф.О., Смиловенко О.О.</i> Управление рисками природного и техногенного характера в Азербайджанской Республике.....	87
<i>Цявловская Н.В.</i> Оценка рисков возникновения аварий на гидротехнических сооружениях и способы повышения надежности их безотказного функционирования.....	90
<i>Шамансуров С.С., Одилжонов У.К.</i> Анализ аварий и несчастных случаев на опасных производственных объектах Узбекистана.....	93
<i>Якимович И.В.</i> К вопросу об оценке риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на резервуарном парке ОАО «Гомельтранснефть Дружба».....	96

## **СЕКЦИЯ № 5 ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

<i>Архипец Н.Н.</i> Обучение охране труда – не второстепенная задача.....	98
<i>Петросова Л.И., Турабекова У.М.</i> Современные проблемы подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности.....	100
<i>Тимошков В.Ф.</i> Особенности тактико-специальных учений на магистральном трубопроводном транспорте.....	102

## **СЕКЦИЯ № 1 «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

### **ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

*Акулич И.П., к.т.н, Акулич С.В., к.т.н., доцент*  
Военная академия Республики Беларусь

*Худолеев А.Ф.*

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

*Тихонов М.М., к.т.н, доцент*  
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Обоснованность и профессиональный уровень принимаемых решений определяет эффективность действий любого должностного лица. Необходимость учета большого количества факторов значительно усложняет задачу выбора правильного варианта решения. Это особенно характерно при ликвидации чрезвычайной ситуации (ЧС), в общем, и на Белорусской атомной электростанции (БелАЭС), в частности.

Основной целью ликвидации ЧС на БелАЭС является максимальное уменьшение последствий (ущерба), наносимых всем сферам и видам деятельности нашего государства, а также сведение к минимуму людских и других видов ресурсов, задействованных при ликвидации ЧС.

В задачах поддержки принятия решений любых сфер деятельности используется научный подход, который заключается в построении математической модели процесса управления и последующем ее анализе. Выработка и реализация решений подчиняется определенным закономерностям и принципам, которые необходимо знать.

В связи с необходимостью проведения мероприятий по ликвидации ЧС на БелАЭС в кратчайшие сроки в качестве математического аппарата оценки алгоритма действий должностных лиц при ее ликвидации предложен аппарат сетевого планирования, основная цель которого – сокращение до минимума продолжительности комплекса мероприятий [1].

Сетевое планирование – один из методов, широко применяемых в исследовании проблем организации крупномасштабных мероприятий, использующий идею графического отображения связей между выполняемыми работами [2]. Удобство зрительного восприятия, возможность выявить главное, относительная простота вычислений делают рассматриваемый метод пригодным для анализа систем различной природы.

Перечень и последовательность действий (алгоритм) должностных лиц при ликвидации ЧС на БелАЭС, а также временные показатели реагирования для каждого мероприятия перечня регламентированы нормативно-правовыми актами [3]. Особенностью таких сложных комплексов мероприятий является то, что они состоят из отдельных работ, выполнение части из которых не может быть начато раньше, чем завершены другие.

Метод сетевого планирования позволяет решать, как прямые, так и обратные задачи исследования операций. Первые связаны с оценкой последствий выбора вполне определенного решения, вторые – с поиском наилучших решений [4]. Это расширяет области применения метода и делает его эффективным средством совершенствования целенаправленной деятельности.

Для поддержки принятия решений при ликвидации ЧС на БелАЭС используется метод критического пути. Критический путь – это наиболее продолжительный из всех полных путей сетевого графика: минимальное время выполнения всех работ [4]. Выполнение работ, не лежащих на критическом пути, можно замедлить или сместить по времени, и это не отразится на сроке завершения всех работ. В этом методе проводится анализ предлагаемых мероприятий для составления временных графиков распределения фаз комплекса мероприятий. Критический путь является самым напряженным, определяющим продолжительность всего комплекса работ. Срыв срока выполнения хотя бы одной из работ критического пути, приводит к срыву сроков выполнения всего комплекса работ. У событий критического пути резерв времени равен 0.

Для каждого события (вершины) графика рассчитаны временные параметры: ранний срок наступления события, поздний срок наступления события, резерв времени события. Событие может наступить только тогда, когда закончатся все работы, ему предшествующие по сетевому графику. Для всех непосредственно предшествующих событию работ оно является конечным, а для всех непосредственно следующих за ним – начальным.

Время критического пути сетевого графика исходного алгоритма действий  $t_{кр} = 12$  ч, т.е. весь комплекс мероприятий должен завершиться не позднее 12 часов с момента времени наступления ЧС.

Результаты расчета критического пути и анализа сетевого графика исходного алгоритма позволили внести корректировки в алгоритм действий должностных лиц, исключить из перечня те мероприятия, которые не влияют на эффективность комплекса проводимых мероприятий, а также изменить последовательность и взаимосвязь между выполняемыми работами.

Сетевой график с учетом предлагаемых изменений последовательности действий должностных лиц представлен на рисунке 1.

Исходя из результатов расчета временных параметров сетевого графика (рисунок 1), критический путь будет проходить по следующему пути 0-1, 1-4, 4-8, 8-9, 9-25, 25-24, 24-37,  $t_{кр} = 7,98$  ч (7 ч 58 мин), т.е. весь комплекс мероприятий должен завершиться не позднее данного времени с момента времени наступления ЧС. Внесение изменений в алгоритм действий должностных лиц

позволит сократить время на проведение мероприятий при ликвидации ЧС на Бел АЭС на 33% по отношению к расчетному времени на проведение комплекса мероприятий без учета предлагаемых изменений.

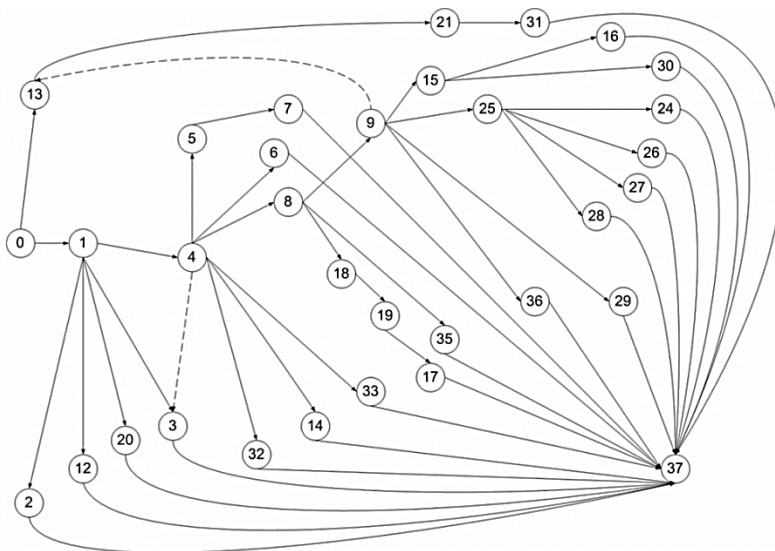


Рисунок 1 – Сетевой график ликвидации чрезвычайной ситуации

На основе анализа сетевого графика (рисунок 1) можно осуществить расчленение работ по ответственным исполнителям, что позволит контролировать действия должностных лиц в отдельности и проводить самоконтроль ответственными исполнителями, задействованными в ликвидации ЧС на БелАЭС.

Ликвидация ЧС на БелАЭС является сложным комплексом мероприятий, выполнение которых требует четкой последовательности действий, выделения требуемого количества ресурсов, при этом все эти действия должны быть выполнены в минимальные сроки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : учеб. пособие для вузов / Е. С. Вентцель. – 4-е изд. – М. : Дрофа, 2006. – 206 с.
2. Миненко, С. Н. Экономико-математическое моделирование производственных систем : учеб.-метод. пособие / С. Н. Миненко, О. Л. Казаков, В. Н. Подзорова. – М. : ГИНФО, 2002. – 128 с.
3. Об утверждении Положения об условиях и порядке разработки аварийных планов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 27 авг. 2010 г., № 1242 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010.
4. Новицкий, Н. И. Сетевое планирование и управление производством / Н. И. Новицкий. – М. : Новое знание, 2004. – 159 с.

# ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ВОДОЕМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ (ОЧИСТНЫХ)

*Байдук А.В., студентка 3 курса  
Касперов Г.И. к. т. н., доцент*

Белорусский государственный технологический университет

Производственная деятельность человека приводит к нарушению экологического равновесия, возникновению аномальных природных и техногенных ситуаций: стихийные бедствия, катастрофы и аварии с многочисленными человеческими жертвами, огромные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности. В течение последних лет в крупных и мелких авариях и катастрофах ежегодно в мире гибло по 50 тыс. человек и 250 тыс. получали ранения. По данным ООН, за последние 20 лет на нашей планете в результате стихийных бедствий и катастроф погибло более 3 млн. человек. В Республике Беларусь ежегодно происходят ЧС природного и техногенного характера (рисунок 1), которые наносят ущерб безопасности страны.

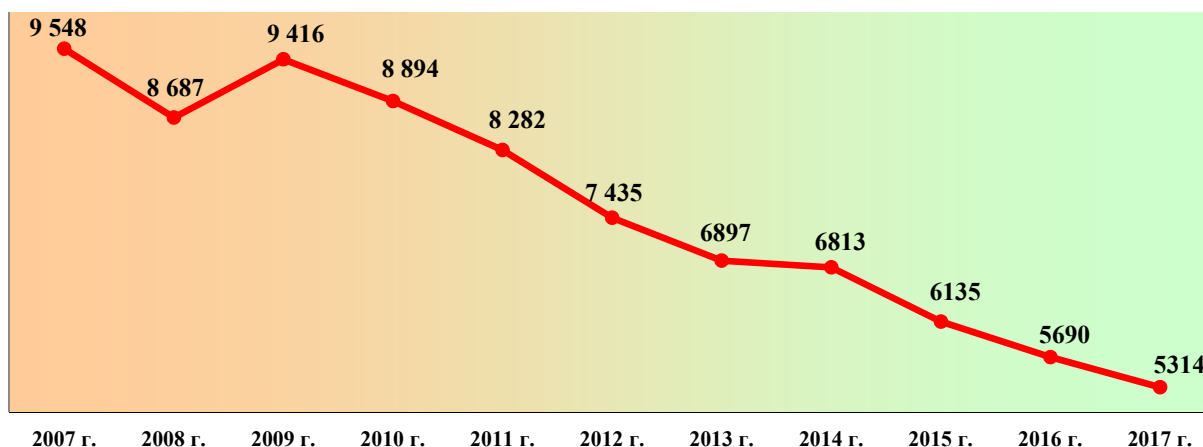


Рисунок 1 – ЧС, произошедшие в Республике Беларусь с 2007 по 2017 годы

Деятельность по предупреждению ЧС имеет приоритет по сравнению с другими видами работ по противодействию этим ситуациям. Это обусловлено тем, что социально-экономические результаты превентивных действий, предотвращающих ЧС и урон от них в большинстве случаев гораздо более важны и эффективны для граждан, общества и государства, чем их ликвидация. Предупредительные меры особенно эффективны при наличии достоверных прогнозов, целесообразном определении фронта, состава и объема профилактических работ, стремлении к разумно достижимому, а не к абсолютно-му уровню риска.

Проводимые мероприятия по предупреждению ЧС позволяют существенно снижать потери и ущербы в случае их возникновения. За последние годы уменьшилось количество нештатных ситуаций на системах жизнеобеспечения и энергетики, создавших угрозу возникновения ЧС (рисунок 2 и 3).



Рисунок 2 – Аварийные ситуации на системах жизнеобеспечения и энергетики, произошедшие в Республике Беларусь в 2014 - 2015 годах

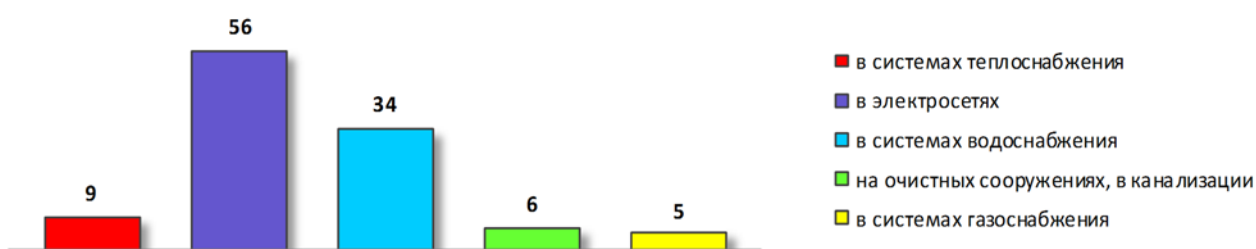


Рисунок 3 – Распределение аварийные ситуации на системах жизнеобеспечения и энергетики, произошедшие в Республике Беларусь в 2014 - 2015 годах, по видам ЧС

Общее количество аварий на очистных сооружениях, произошедшие на территории республики, по данным МЧС Республики Беларусь указана в таблице.

Таблица – Распределение аварий на очистных сооружениях по АТЕ

Административно-территориальная единица	Вид ЧС*	Количество очистных сооружений	Количество аварий за последние 15 лет
Брестская область	A1	38	1
Витебская область	A1	66	5
Гомельская область	A1	6	-
	A2	3	-
Минская область	A1	39	4
Могилевская область	A1	46	4
	A2	10	-
<b>Республика Беларусь</b>		<b>195</b>	<b>14</b>

\*Примечания: А1. Аварии на очистных сооружениях сточных вод с массовым выбросом загрязняющих веществ;

А2. Аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ в атмосферу.

На водоемах технического назначения (очистных) в процессе эксплуатации происходит развитие различных негативных процессов: абразия и эрозия, подтопление и заболачивание территорий, а также разрушение инженерных сооружений, что приводит в итоге к авариям, а в некоторых случаях и ЧС. В результате чего наносится огромный ущерб народному хозяйству, объектам экономики, а также окружающей природной среде.

Для оценки технического состояния эксплуатируемых водоемов технического назначения (очистных), в рамках выполнения ГПНИ «Информатика, космос и безопасность», был выполнен комплекс натурных обследований, включающее изучение работоспособности очистных сооружений, ее отдельных элементов и состояния коренных берегов. В 2016-2018 годах проведены натурные обследования 52 объектов, расположенных на территории Витебской, Гомельской, Гродненской и Могилевской областей.

В результате выполненных исследований было установлено, что:

– доминирующую роль в развитии деформаций откосов водоемов технического назначения (очистных) играет режим колебания уровней и развитие фильтрационных явлений, проявляющихся в виде суффозионных выносов в нижнем бьефе земляных сооружений, контактной фильтрации вдоль бетонных конструкций, а также просадок гребня дамб и плотин и локальных участков развития абразионных процессов;

– многие объекты очистных сооружений находятся в крайне неудовлетворительном состоянии и требуют ремонта или их реконструкцию;

– наибольшее количество аварий происходит на очистных сооружениях предприятий, срок эксплуатации которых превышает 35-40 лет и более;

– основными причинами аварий на очистных сооружениях являются: переполнение хранилища (31%), атмосферные осадки (27%), ошибки при проектировании (23%);

– на вероятность возникновения ЧС на очистных сооружениях важную роль оказывает человеческий фактор – качество изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации объекта повышенной опасности, каковыми являются все без исключения гидротехнические сооружения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прохоров Н. Н. Методы оценки технического состояния ограждающих дамб шламохранилищ калийного производства: автореф. дис. канд. техн. наук / Минск, 2009. 20 с.

2. Левкевич, В. Е. Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси / В.Е.Левкевич. – Минск, Право и экономика. 2015. – 305с.

3. Выполнить обзор методик по оценке технического состояния гидротехнических сооружений водоемов технического назначения (охладительных, очистных, технологических) в Республике Беларусь, а также провести натурные обследования ряда объектов с целью определения основных причин возникновения чрезвычайных ситуаций: отчет о НИР (пром.) /БГТУ; рук. темы Г.И.Касперов. – Минск, 2016. – 126 с. – № ГР 20160782.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

*Буякевич Л.И., к. физ.-мат. н., доцент*

*Рыжков М.Б.*

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Недостаток ресурсного потенциала (финансового, технического, кадрового и др.) предопределяет необходимость поиска новых подходов к решению проблем пожарной и промышленной безопасности, поиска новых путей более эффективного использования выделяемых средств. Успешное решение данной проблемы возможно на основе широкого использования современных методов математического моделирования и прогнозирования. Следует отметить, что использование только организационно-технических мероприятий не решают проблемы пожарной и промышленной безопасности производственных объектов. Необходимы средства прогнозирования возникновения пожара и принятия мер, исключающих его возникновение.

Для прогнозирования возможности возникновения критических и аварийных ситуаций на производственных объектах особый интерес представляет работа [1], в которой предлагается прогнозирование электрических нагрузок промышленного предприятия. Исследовано прогнозирование с помощью фильтров Брауна и искусственной нейронной сети.

Для прогнозирования электрических нагрузок авторами рекомендована искусственная нейронная сеть, обучаемая с помощью комбинированного алгоритма, построенного на основе совместного использования широко применяемого в настоящее время алгоритма обратного распространения ошибки и стохастических алгоритмов – алгоритма имитации отжига и алгоритма Коши. Такое сочетание алгоритмов обеспечивает достаточно быстрое обучение сети и достижение функцией ошибки глобального минимума.

Авторами использован однофакторный способ прогнозирования электрических нагрузок промышленного предприятия без учета других факторов, которые в данном случае не оказывают существенного влияния на результаты прогнозирования, о чем свидетельствует ошибка прогноза.

В работе Тупикова Д.В. [2] разработана база знаний для оперативного управления взрыво- и пожароопасным производством, которая положена в основу построения системы нечеткого вывода, позволяющей обеспечить снижение риска возникновения пожара за счёт анализа возможных причин его возникновения в режиме реального времени. Данный подход может быть положен в основу прогнозирования возникновения пожароопасных ситуаций на взрыво- и пожароопасных производствах, что позволит реализовать своевременные мероприятия по их предотвращению. Одной из входной нечеткой переменной принят фактор окружающей среды, который принимает значения 0 или 1, однако в работе не приведены критерии определения значений данного фактора.

Влияние климатических факторов на возникновение пожаров рассмотрено в работах Н.Н. Брушлинского, 1961, Е.А. Мешалкина, А.Г. Фирсова, А.А. Порошина, С.А. Лупанова, 1998, 2000, А.Г. Фирсова, 1996, В.П. Удилова, С.Н. Масликова, 1996, Ю.А. Андреева, 2003, А.Н. Батуро, 2014, Ю.С. Иванова, 2015 и др. Изучение влияния климатических факторов на взрывопожароопасную обстановку выявило зависимость возникновения и развития пожаров от климатического состояния окружающей среды: температуры окружающего воздуха и его влажности, количества и агрегатного состояния осадков, точки росы, ветра и т.д.

Несмотря на полученные зависимости рядом авторов оперативной обстановки с пожарами от климатических условий, надежных математических моделей, пригодных для прогноза возникновения пожаров на производственных объектах учитывая климатические условия, до настоящего времени не получено, что отрицательно сказывается на принятии управленческих решений по противопожарной защите на производственных объектах. Отсутствие прогнозов пожарной опасности приводит к тому, что работа по предупреждению пожаров не адекватна складывающейся обстановке, вследствие чего принимаемые меры не оказывают на нее существенного влияния.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иващенко, В.А. Методы прогнозирования электрических нагрузок в условиях АСУ электропотреблением промышленных предприятий / В.А. Иващенко, А.Д. Васильев, А.Ф. Резчиков // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2006. – № 7. – С. 52 -55.

2. Тупиков, Д.В. Разработка базы знаний для оперативного управления взрыво- и пожароопасным производством / Д.В. Тупиков, В.А. Иващенко // Вестник Саратовского государственного технического университета. – Саратов: СГТУ. – 2013. – № 3 (72). – С. 133-137.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ КАПЛИ В ГАЗОВОМ ПОТОКЕ

*А. И. Вилькоцкий, к.т.н, доцент<sup>1</sup>,*

*А. М. Волк, к.т.н, доцент<sup>1</sup>,*

*В.А. Бирюк, к.т.н, доцент<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Развитие нефтегазодобывающей отрасли ставит остро вопросы эффективности средств и систем противопожарной защиты. При ликвидации пожаров в 90% случаев применяется вода. Вода превращается в водяной пар, имеет большую степень соприкосновения, эффективно охлаждает и нейтрализует горючие газы, снижает общую температуру пожара. Также следует отметить высокую теплоемкость капель жидкости и их нейтральность.

В процессах горения, пожаротушения и массообмена исследуется испарение капель жидкости в газовом потоке [1, 2].

Важным параметром при проектировании систем пожаротушения и систем очистки газов является высота установки распылительных устройств, которая в значительной мере зависит от величины пути прохождения капли.

Рассмотрим испарение воды в потоке водяного пара.

В ламинарном режиме скорость осаждения капли описывается уравнением:

$$u = \frac{d_k^2 (\rho_{\text{ж}} - \rho)}{18\mu}, \quad (1)$$

где  $d_k$  – диаметр капли;  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность воды;  $\rho$  и  $\mu$  – плотность и вязкость газа соответственно.

Здесь, как и при дальнейших расчетах примем, что в связи с малыми значениями давления насыщенного пара в сравнении с давлением воздуха физические свойства смеси воздуха и водяного пара можно принять равными свойствам воздуха при средней температуре  $t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{г}} + t_{\text{возд}}}{2}$ .

Число Рейнольдса для капли определится по формуле:

$$\text{Re} = \frac{ud\rho}{\mu}. \quad (2)$$

Скорость испарения воды описывается уравнением:

$$w = \beta_y (p_{\text{н}} - p) MF, \quad (3)$$

где  $w$  – скорость испарения, кг/с;  $\beta_y$  – коэффициент массоотдачи в газовой фазе, отнесенный к парциальным давлениям,  $\frac{\text{моль}}{\text{Н} \cdot \text{с}}$ ;  $p_{\text{н}}$  – давление водяного пара на поверхности капли (давление насыщенного пара), Па;  $p$  – парциальное давление водяного пара в потоке воздуха, Па;  $M$  – молярная масса воды, кг/моль;  $F$  – площадь поверхности капли, м<sup>2</sup>.

В данном случае для расчета массоотдачи можно применить уравнения Фресслинга (Frössling) [3]:

$$\text{Sh} = 2 + 0,6 \text{Re}^{0,5} \text{Sc}^{0,333}. \quad (4)$$

В тоже время число Шервуда можно выразить как:

$$\text{Sh} = \frac{\beta_y dRT}{D}. \quad (5)$$

Из уравнений (4) и (5) можно выразить коэффициент массоотдачи:

$$\beta_y = \frac{D}{\delta RT} (2 + 0,6 \text{Re}^{0,5} \text{Sc}^{0,333}). \quad (6)$$

Парциальное давление водяного пара в потоке воздуха примем равным нулю:  
 $p \approx 0$ .

Площадь поверхности капли равна:

$$F = \pi d^2. \quad (7)$$

Тогда с учетом уравнений (6) и (7) уравнение (3) примет вид:

$$w = \frac{\pi D p_H M d}{RT} (2 + 0,6 Re^{0,5} Sc^{0,333}). \quad (8)$$

Скорость испарения капли можем также описать с помощью уравнения:

$$w = -\frac{dm}{dt} = -\frac{d}{dt} \left( \frac{\pi d^3}{6} \rho_{ж} \right) = -\frac{\pi \rho_{ж} d^2}{6} \frac{dd}{dt}, \quad (9)$$

где  $m$  – масса капли, кг;  $t$  – время, с.

Приравнивая правые части уравнений (8) и (9), можем записать

$$\frac{\pi D p_H M d}{RT} (2 + 0,6 Re^{0,5} Sc^{0,333}) = -\frac{\pi \rho_{ж} d^2}{6} \frac{dd}{dt}, \quad (10)$$

или

$$-\frac{dd_{к}}{dt} = \frac{2 D p_H M}{RT \rho_{ж} d} (2 + 0,6 Re^{0,5} Sc^{0,333}). \quad (11)$$

Поставляя в уравнении (2) вместо скорости ее выражение из (1), получим

$$Re = \frac{d_{к}^3 (\rho_{ж} - \rho) \rho g}{18 \mu^2}. \quad (12)$$

Тогда уравнение (11) примет вид

$$-\frac{dd_{к}}{dt} = \frac{4 D p_H M}{RT \rho_{ж} d_{к}} \left( 1 + 0,1 Sc^{1/3} \left[ \frac{(\rho_{ж} - \rho) \rho g}{2 \mu^2} \right]^{1/2} d_{к}^{3/2} \right). \quad (13)$$

Введем следующие обозначения:

$$A = \frac{2 D p_H M}{RT \rho_{ж}}; \quad (14)$$

$$B = \left( 0,1 Sc^{1/3} \left[ \frac{(\rho_{ж} - \rho) \rho g}{2 \mu^2} \right]^{1/2} \right)^{-1/3}. \quad (15)$$

С учетом принятых обозначений, получим

$$dt = -\frac{B^3 d_{к} dd_{к}}{2 A (B^3 + d_{к}^{3/2})}. \quad (16)$$

В свою очередь, принимая, что

$$x = d_{к}^{1/2}, \quad (17)$$

получим

$$dt = \frac{B^3 x^3 dx}{A (B^3 + x^3)} = -\frac{B^3}{A} \left( 1 - \frac{B^3}{B^3 + x^3} \right) dx. \quad (18)$$

Интегрируя полученное уравнение – левую часть в границах от 0 до  $t$ , а правую от  $x_0$  до 0, после преобразований окончательно получим

$$t = \frac{B^4}{A} \left( \frac{x_0}{B} - \frac{1}{6} \ln \frac{\left(1 + \frac{x_0}{B}\right)^2}{\left|1 - \frac{x_0}{B} + \left(\frac{x_0}{B}\right)^2\right|} - \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \operatorname{arctg} \left( \frac{2\frac{x_0}{B} - 1}{\sqrt{3}} \right) + \operatorname{arctg} \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \right) \right) \quad (19)$$

Путь  $h$ , который проходит капля до момента ее полного испарения, рассчитаем, пользуясь уравнением:

$$dh = -u dt. \quad (20)$$

Подставляя в последнее уравнение вместе скорости ее выражение из уравнения (1), а вместе времени – его выражение из (16), получим

$$dh = \frac{(\rho_{\text{ж}} - \rho) g B^3 d_{\text{к}}^3 dd_{\text{к}}}{36\mu A (B^3 + d_{\text{к}}^{3/2})}. \quad (21)$$

Введя обозначение

$$C = \frac{18\mu A}{(\rho_{\text{ж}} - \rho) g}, \quad (22)$$

а также возвращаясь к уравнению (17):

$$x = d_{\text{к}}^{1/2},$$

в результате запишем

$$dh = \frac{B^3}{C} \left( x^4 - B^3 x + \frac{B^6 x}{B^3 + x^3} \right) dx. \quad (23)$$

После интегрирования уравнения (23) – левой части в пределах от 0 до  $h$ , а правой от 0 до  $x_0$ , а также после соответствующих преобразований, получим:

$$h = \frac{B^8}{C} \left[ \frac{1}{5} \left( \frac{x_0}{B} \right)^5 - \frac{1}{2} \left( \frac{x_0}{B} \right)^2 - \frac{1}{6} \ln \frac{\left(1 + \frac{x_0}{B}\right)^2}{\left|1 - \frac{x_0}{B} + \left(\frac{x_0}{B}\right)^2\right|} + \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \operatorname{arctg} \frac{2\frac{x_0}{B} - 1}{\sqrt{3}} + \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \right]. \quad (24)$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баратов А. Н., Иванов В. Н. Пожаротушение. -М. : Химия, 1979. – с. 368.
2. Лыков А.В. Тепло- массообмен в процессах испарения // Инженерно-физический журнал. –1962. Т. 5, № 11. – С. 12–24.
3. Грин Х., Лэйн В. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы. Ленинград: Химия; 1972. с. 427.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ – ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ**

*Война Ю.С., Байдук А.В. студентки 3 курса  
Касперов Г.И. к. т. н., доцент*

Белорусский государственный технологический университет

Очистные сооружения представляют собой специализированное оборудование для очистки сточных вод, которое может быть локального типа, то есть устанавливаться на небольших объектах, так и промышленного. Промышленный комплекс очистных сооружений – это и есть та линия, проходящая через которую загрязнённые стоки (пищевые, химические, сельскохозяйственные) очищаются от вредных примесей, способных неблагоприятно повлиять на водоёмы, куда их сбрасывают, и на экологическую обстановку в целом. Несомненно, аварии на очистных сооружениях промышленного типа являются наиболее опасными и могут повлечь за собой самые негативные последствия, ведь продуктом производственного процесса нередко становятся агрессивные стоки, содержащие примеси тяжёлых металлов и других токсичных веществ [1].

Происходить аварии на очистных сооружениях могут по нескольким причинам: отключение электричества, износ оборудования, погода и стихийные бедствия, человеческий фактор и ненормативная работа очистных сооружений.

Аварии на очистных сооружениях могут быть локального характера, а могут очень быстро перерасти в настоящую экологическую трансграничную катастрофу, так как моря и реки государственных границ не имеют и способны распространять ядовитые стоки на очень большие расстояния, став причиной гибели живых организмов и нанося окружающей среде непоправимый вред. Именно поэтому в рамках выполнения задания 3.1.04 «Исследование масштабов и разработка прогнозных моделей развития деформаций гидротехнических сооружений водоемов технического назначения (охладительных, очистных, технологических) для профилактики и оценки последствий чрезвычайных ситуаций» ГПНИ «Информатика, космос и безопасность» активно ведётся разработка организационно-технических мероприятий, нацеленных на предотвращение аварий на очистных сооружениях любого типа

В условиях Беларуси, как показали натурные обследования очистные сооружения районных и областных центров (таблица 1) это сочетание механических и биологических методов очистки сточных вод. Причем, как правило, наличие прудов биологической очистки, относимых нами к технологическому типу водоемов обязательны независимо от масштабов и объемов поступающих сточных вод. Наличие большого количества площадных водных объектов, к которым относятся пруды биологической очистки, включающие в себя различные гидротехнические сооружения: водосбросы, перепуски, затворные механизмы, дамбы обвалования и др. имеют различный

срок эксплуатации, износ и являются потенциально опасными. В этой связи, оценка состояния такого типа водных объектов и сооружений на них, с выявлением и классификацией локальных разрушений и деформаций - является актуальной задачей.

Для определения качественных показателей состояния гидротехнических сооружений (ГТС) водоемов технического назначения (очистных) по методическим подходам, изложенных в [2], были предложены категории безопасности ГТС (таблица 2).

Таблица 1 – Распределение обследованных очистных сооружений в зависимости от обслуживаемых населенных пунктов

Административно-территориальная единица	Группа очистных сооружений	Кол-во населенных пунктов
Витебская область	районного значения	4
	областного значения	нет
Минская область	районного значения	10
	областного значения	3
	областного значения	1
Могилевская область	районного значения	12
	областного значения	3

Таблица 2 – Категория безопасности ГТС водоемов технического назначения (очистных)

Категория безопасности	Признак качественной оценки состояния ГТС
I – нормальный уровень безопасности	ГТС соответствуют проекту, действующим нормам и правилам, показатели состояния ГТС не превышают предельно допустимых для работоспособного состояния, эксплуатация осуществляется без нарушений действующих законодательных актов, норм и правил, первоочередные мероприятия по обеспечению надежности и безопасности ГТС выполняются в установленные сроки
II – неудовлетворительный уровень безопасности	Снижение механической или фильтрационной прочности элементов сооружений, превышение предельно допустимых (критериальных) значений показателей состояния ГТС для работоспособного состояния, другие отклонения от проектного состояния, способные привести к развитию аварии
III – опасный уровень безопасности	Развиваются опасные процессы снижения прочности и устойчивости ГТС и их оснований, показатели состояния ГТС превышают предельно допустимые значения, характеризующие переход от частично неработоспособного к неработоспособному состоянию сооружений и оснований

Результаты проведенных натурных обследований [3] в период с 2018 по 2019 годы по качественной оценке технического состояния водоемов технического назначения (очистных) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Качественная оценка технического состояния водоемов технического назначения (очистных)

Показатели	Кол-во объектов по категориям безопасности (табл.2) по областям								
	Витебская			Минская			Могилевская		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Просадки, подвижки, оползны, трещины откосов и гребня плотины	1	2	1	5	6	3	7	8	-
Разрушение креплений, просадка, оползание, раскрытие швов и деформации плит креплений откосов и гребня плотины*	2	2	-	4	3	3	1	5	-
Повреждение облицовок, заилиение, зарастание, перемерзание водосборных кюветов	-	2	2	5	6	3	13	2	-
Целостность, проточность, перемерзание водовыпусков из закрытых дренажных устройств*	1	-	-	7	4	3	13	2	-
Появление выходов воды в примыкании плотины к бетонным сооружениям*	2	2	-	6	3	2	9	3	-
Оползание откосов плотины и береговых примыканий	3	1	-	5	5	4	10	5	-

\*Примечание - для отдельных объектов исследований категории безопасности не определялись, ввиду отсутствия показателей

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ляпичев, Ю. П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений/ Ю. П. Ляпичев. — М.: РУДН, 2008. — 222 с.
2. Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений. РД 153-34.2-21.342-00. М.: 2001 – 24 с.
3. Разработать научно-методические основы ведения мониторинга состояния сооружений на водоемах технического назначения для оценки последствий и ущербов от чрезвычайных ситуаций: отчет о НИР (окончат.) /БГТУ; рук. темы Г.И.Касперов. – Минск, 2018. –254 с. – № ГР 20160782.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛЕНОЧНОГО ДВИЖЕНИЯ В КОНУСНОЙ НАСАДКЕ

*А. М. Волк, к.т.н, доцент<sup>1</sup>,  
Т.Р. Сосновский, д.т.н, профессор<sup>2</sup>  
А. И. Вилькоцкий, к.т.н, доцент<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Варшавский технологический университет

**Введение.** Гидродинамика пленочных течений имеет важное значение при изучении ряда физико-химических процессов, для расчета оптимальных режимов работы технических устройств, в том числе при транспортировании и переработке нефти и нефтепродуктов [1]. Теоретические и экспериментальные исследования

гидродинамики течений позволяют расширить область применения жидких пленок и интенсифицировать в них процессы тепломассопереноса.

Целью данной работы является исследование стационарного осесимметричного движения пленки вязкой жидкости по внутренней поверхности вращающегося конуса.

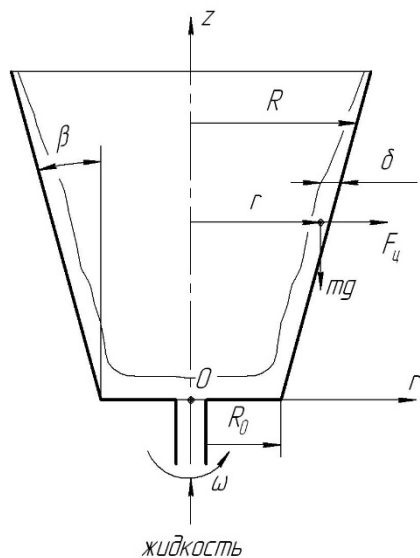


Рисунок 1 – Схема течения вязкой жидкости

**Математическая модель.** В работе [2] показано, что в достаточно широком диапазоне изменения числа Рейнольдса (до 2100) стационарное пленочное течение является автомодельным, и модели ламинарного пленочного движения достаточно точны при определении средних характеристик.

Исследуем стационарное осесимметричное ламинарное движение пленки вязкой жидкости по внутренней стенке вертикального конуса, вращающегося с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Ось  $z$  цилиндрической системы координат направим вверх по оси конуса (рис. 1). При малых углах  $\beta$  наклона

образующей конуса к его оси элементарные участки поверхности рассматриваем как цилиндры.

Рассмотрим автомодельное решение  $U = U(r)$  уравнений Навье – Стокса в цилиндрической системе координат. В этом случае уравнения Навье Стокса для касательной и продольной составляющих скорости принимают вид:

$$\mu \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r U_\varphi) \right) = 0, \quad (1)$$

$$\mu \left( \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{dU_l}{dr} \right) \right) - \rho (a_l - g_l) = 0. \quad (2)$$

Из внешних действующих сил рассматриваем проекции на образующую конуса центробежной силы и силы тяжести, которые обуславливаются центробежным ускорением и ускорением свободного падения (рис. 1):

$$a_l = a_r \sin \beta; \quad g_l = g \cos \beta.$$

Считаем, что выполняется условие прилипания на стенке цилиндра и отсутствуют касательные напряжения на поверхности пленки. Тогда граничными условиями будут:

$$U_\varphi \Big|_{r=R} = \omega R, \quad U_z \Big|_{r=R} = 0. \quad (3)$$

$$\left. \frac{dU_\varphi}{dr} \right|_{r=R-\delta} = 0, \quad \left. \frac{dU_l}{dr} \right|_{r=R-\delta} = 0. \quad (4)$$

Находим общие решения уравнений (1) и (2)

$$U_\varphi = c_1 r + \frac{c_2}{r}; \quad (5)$$

$$U_l = c_3 \ln r + \frac{a_l - g_l}{4\nu} r^2 + c_4. \quad (6)$$

Из граничных условий (3) - (4) находим произвольные постоянные и получаем распределение касательной и осевой составляющих скорости пленки жидкости:

$$U_\varphi = \frac{\omega R^2}{R^2 + (R - \delta)^2} \left( r + \frac{(R - \delta)^2}{r} \right); \quad (7)$$

$$U_l = \frac{a_l - g_l}{4\nu} \left[ r^2 - R^2 - 2(R - \delta)^2 \ln \frac{r}{R} \right]. \quad (8)$$

В зависимости от длины образующей  $l$  находим радиус в сечении конуса  $R = R_0 + l \sin \beta$

Для дальнейшего анализа перейдем к безразмерным переменным:

$$\tilde{r} = \frac{r}{R}, \quad \tilde{\delta} = \frac{\delta}{R}.$$

Тогда

$$U_\varphi(\tilde{r}) = \frac{\omega R}{1 + (1 - \delta)^2} \left( \tilde{r} + \frac{(1 - \tilde{\delta})^2}{\tilde{r}} \right); \quad (9)$$

$$U_l(\tilde{r}) = \frac{(a_l - g_l)R^2}{4\nu} \left[ \tilde{r}^2 - 1 - 2(1 - \tilde{\delta})^2 \ln \tilde{r} \right]. \quad (10)$$

Находим средние значения составляющих скорости:

$$\bar{U}_\varphi = \frac{1}{\tilde{\delta}} \int_{1-\tilde{\delta}}^1 U_\varphi(\tilde{r}) d\tilde{r} = \frac{\omega R}{1 + (1 - \tilde{\delta})^2} \frac{1}{\tilde{\delta}} \left( \frac{1 - (1 - \tilde{\delta})^2}{2} + (1 - \tilde{\delta})^2 \ln(1 - \tilde{\delta}) \right); \quad (11)$$

$$\bar{U}_l = \frac{1}{\tilde{\delta}} \int_{1-\tilde{\delta}}^1 U_l(\tilde{r}) d\tilde{r} = \frac{(a_l - g_l)R^2}{4\nu} \frac{1}{\tilde{\delta}} \times$$

$$\times \left( \frac{1 - (1 - \tilde{\delta})^3}{3} - \tilde{\delta} + 2(1 - \tilde{\delta})^2 \ln(1 - \tilde{\delta}) + 2\tilde{\delta}(1 - \tilde{\delta})^2 \right). \quad (12)$$

**Анализ результатов.** Относительная толщина пленки  $\tilde{\delta}$  величина достаточно малая по сравнению с 1, поэтому для дальнейшего анализа можем ограничиться первыми слагаемыми разложения (11) и (12) в степенные ряды. В этом случае получаем:

$$\bar{U}_\varphi = \omega R, \quad \bar{U}_l = \frac{(a_l - g_l)\delta^2}{6\nu}.$$

Данная зависимость показывает, что средняя скорость касательной составляющей скорости пленки равна соответствующей скорости конической поверхности. Центробежное ускорение в пленке можно принять равным

$$a_r = \frac{\bar{U}_\varphi^2}{r} = \omega^2 R.$$

Отсюда получаем зависимость для средней скорости пленки по направляющей цилиндрической поверхности:

$$\bar{U}_l = \frac{(\omega^2 R \sin \beta - g \cos \beta)\delta^2}{6\nu}.$$

При заданном удельном расходе  $q$  жидкости на единицу периметра конуса получаем соотношение:

$$q = \bar{U}_l \delta = \frac{(\omega^2 R \sin \beta - g \cos \beta)\delta^3}{6\nu}.$$

Отсюда вычисляем толщину пленки жидкости:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{6q\nu}{\omega^2 R \sin \beta - g \cos \beta}}.$$

**Заключение.** Полученные зависимости позволяют оценить гидродинамические характеристики и получить режимы пленочного течения в зависимости от исходных данных. Восходящее течение пленки по конической поверхности будет наблюдаться при выполнении условия:

$$\omega^2 R \sin \beta - g \cos \beta > 0.$$

Данное условие соответствует физическим законам вращательного движения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов В. И., Доманский И. В. Газожидкостные реакторы.– Л.: Машиностроение, 1976.– 216 с.
2. Уоллис Г. Б. Одномерные двухфазные течения.– М.: Мир, 1972.– 440 с.

## ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ТЕЧИ В КОНСТРУКЦИЯХ ЦИСТЕРН ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ЖИДКИХ ГРУЗОВ

*Короткевич С.Г., Щукин Ю.С.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Автомобильные перевозки являются востребованным и популярным способом по доставке грузов во всём мире, так как обладают большим количеством преимуществ перед железнодорожным, морским и авиационным способом транспортировки. Среди большого количества жидких грузов, перевозимых автотранспортом, значительную долю представляют опасные. Цистерны по перевозке жидкостей в процессе эксплуатации испытывают сложные нагрузки на растяжение, сжатие, удары, изгиб, при этом действуя одновременно или в комплексе. Для данных условий работы требуется обеспечить долговечность, безопасность и надёжность конструкции, в связи с чем к металлу, как к основному конструкционному материалу, предъявляются повышенные требования.

Важным моментом при расчете цистерн является стремление уменьшить сечение стальных конструкций современных узлов для снижения их массы и экономного расходования материала без уменьшения несущей способности. При этом конструкционная сталь должна соответствовать высоким прочностным характеристикам при достаточной пластичности материала, а также коррозионной устойчивостью. Наиболее надёжной формой цистерн для перевозки жидкостей является цилиндрическая. Это обусловлено тем, что при производстве используется меньше сварных соединений, а возникающее при движении динамическое давление, как правило, направлено радиально [1]. В конструкциях данного типа при эксплуатации наибольшие нагрузки возникают в областях жёсткого закрепления, резкого изменения формы, а также в сварных соединениях.

Процесс развития напряжений и возникающих при эксплуатации деформаций представлен на рисунке 1 [2, 3]. На начальной стадии нагружения цистерны, участок «ОА» называют упругими деформациями, так как удлинение растёт прямопропорционально величине нагрузки. Далее, на участке «АВ», деформации начинают расти чуть быстрее и не линейно, но остаются малыми и упругими, т.е. полностью исчезают после снятия нагрузки. При дальнейшем росте нагрузки, что соответствует участку «ВС», криволинейная часть переходит в горизонтальную площадку участка «СD», на которой деформации растут без увеличения нагрузки. Участок «BCD» называют зоной общей текучести, а конец участка соответствует пределу текучести. Часто понятие текучести сталей называют напряжением, при котором начинается необратимая деформация, не определяя различия с пределом упругости. Однако значение показателя предела текучести превышает предел упругости на величину около 5%. После прохождения предела текучести, участок «DE», в металле начинают

происходить необратимые изменения, перестраивается кристаллическая решетка металла, появляются значительные пластические деформации. Далее, в наиболее слабом месте, возникает и развивается локальное уменьшение поперечного сечения стенок цистерны, участок «ЕК». В точке К образец внезапно разрушается и появляется течь.

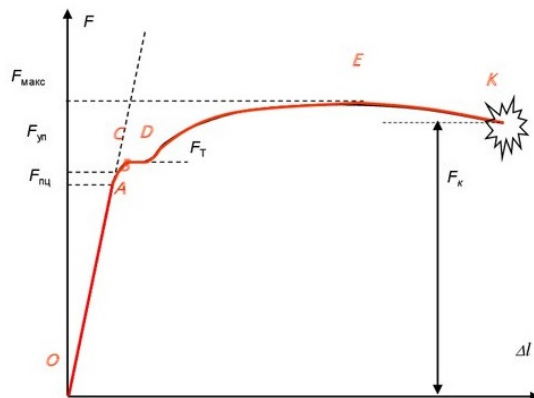


Рисунок 1 – Диаграмма растяжения пластичных и хрупких материалов

В настоящее время из-за большого количества использования в различных сферах взрывопожароопасных веществ существует необходимость их транспортировки на большие расстояния, в основном при помощи автоцистерн. Аварии с данным видом транспорта не являются исключением, что приводит к человеческим жертвам, а также наносит непоправимый ущерб экологии. В связи с этим, контроль за надежностью, герметичностью цистерн, а также безопасностью транспортировки жидких грузов, является актуальным направлением в обеспечении промышленной безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ничипорчик, С.Н. Детали машин в примерах и задачах: учебное пособие / С.Н. Ничипорчик, М.И. Корженцевский, В.Ф. Калачёв; под ред. С.Н. Ничипорчик. – 2-е изд. М.: высш. школа, 1981. – с.186.
2. Безухов, Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести: учебное пособие / Н.И. Безухов. – Мн.: Высшая школа, 1993. – 512 с.
3. Бобылев, А.В. Механические и технологические свойства металлов: Справочник / А.В. Бобылев. - М.: Металлургия, 1980. – 296 с.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОТРАНСПОРТОМ

*Короткевич С.Г., Олесиук А.М.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

По статистике в странах Европы 50-60 % всех перевозимых грузов составляют опасные. В объеме грузов, перевозимых в Республике Беларусь всеми видами транспорта, доля опасных грузов составляет порядка 15-20% [1,2]. Из них более 60% приходится на долю автомобильного транспорта. Опасные

грузы – вещества, материалы и изделия, обладающие свойствами, проявление которых при перевозке может послужить причиной взрыва и (или) пожара, привести к гибели, заболеванию, травмированию, отравлению, облучению или ожогам людей и (или) животных, а также вызвать повреждение транспортных средств, коммуникаций, сооружений, технических устройств и иного имущества и (или) нанести вред окружающей среде [3].

Перевозка любых грузов автомобильным транспортом может быть опасна сама по себе, а перевозка опасных грузов в цистернах значительно повышает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций на дорогах. Одной из причин этого являются физико-химические свойства таких грузов, которые представляют серьезную дополнительную опасность, к тому же сам груз в цистерне из-за смещения во время движения значительно влияет на устойчивость и управляемость транспортного средства, о чем свидетельствует большое количество аварий с участием автоцистерн. Наибольшую опасность представляет транспортирование горючих газов, ядовитых и легковоспламеняющихся жидкостей. Аварии с данными веществами могут иметь катастрофические последствия для людей и окружающей среды.

Большое внимание следует уделять качеству сварных соединений. Возможные дефекты приводят к ослаблению прочности конструкции и скорейшему разрушению в процессе эксплуатации. При определении допустимых напряжений для сварных швов также используется понижающий коэффициент  $\varphi = 0,8-0,85$ , который учитывает то, что в околошовной зоне снижаются механические характеристики основного металла. Дефекты классифицируют на шесть групп [4]:

- трещины;
- полости, поры;
- твердые включения;
- несплавления и непровары;
- нарушение формы шва;
- прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

Условием обеспечения высокого качества является серьёзный уровень контроля. В настоящее время в Республике Беларусь для контроля надёжности выполненных сварных соединений цистерн используются следующие методы неразрушающего контроля: акустической эмиссии, магнитный, капиллярный, тензометрический, ультразвуковой, визуальный и др. [5].

Транспортировка опасных грузов в значительной степени повышает риск возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно ввиду роста аварийности на транспорте. Тяжесть последствий транспортных аварий является объективным показателем безопасности транспорта, что влечет рост риска при транспортировке опасных грузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Перевозка опасных грузов // Архив документов [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://textarchive.ru/c-2767998-pall.html>. – Дата доступа: 03.03.2019.

2. Соколов, Ю.И. Вопросы безопасности транспортировки опасных грузов / Ю.И. Соколов // Проблемы анализа риска, том 6. – 2009. – № 1. – С. 38–74.

3. О перевозке опасных грузов : Закон Респ. Беларусь от 6 июня 2001 г. № 32-З : в ред. от 12.07.2013 г. № 62-З : с изм. и доп. от 2 мая 2012 г. № 353-З. – Минск : Амалфея, 2013. – 36 с.

4. Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения : ГОСТ 30242-1997; введ. 01.01.03. – М. : Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии, 2001. – 9 с. – (Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации).

5. Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля : СТБ ISO 9712-2016. – Введ. 29.12.16 (с отменой на территории СТБ EN 473-2011). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 27 с.

## **СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

*Ляхович В.А., Булавка Ю.А.*

УО «Полоцкий государственный университет»

Нефтяной кокс является остаточным продуктом нефтепереработки (в результате совершенствования технологий согласно международным требованиям к качеству), высокосернистый кокс используется в качестве топлива в цементных печах и на электростанциях, а продукт высокого качества в металлургической промышленности (для получения анодной массы в производстве алюминия из алюминиевых руд, для изготовления графитированных электродов, используемых в сталеплавильных дуговых печах, сульфидизаторов в цветной металлургии), в химическом производстве в качестве восстановителя, как конструкционный материал для изготовления коррозионно-устойчивой химической аппаратуры и др. Рост населения и развитие экономики способствует увеличению спроса на сырой нефтяной кокс, особенно в развивающихся странах, таких как Индия и Китай, что обусловлено качественными характеристиками продукта. На мировом рынке отмечается тенденция по увеличению производства нефтяного кокса. До 2020 г. прогнозируется ежегодный рост рынка нефтяного кокса на 3 %, следовательно, производство данного продукта белорусскими НПЗ, а именно ОАО «Нафтан», соответствует текущей международной тенденции [1].

Углезагрузочные вагоны являются основными машинами для обслуживания коксовых печей. Они работают в комплексе с другими коксовыми машинами – коксовыталкивателями, двересъемными машинами и тушилными вагонами. Угольная и абразивная коксовая пыль вызывают коррозию металла вагонов и обслуживающих машин [2, 3].

Важным фактором условий труда рабочих на погрузочно-разгрузочных площадках является опасность загрязнителей воздушной среды. До настоящего момента основным неблагоприятным профессиональным фактором является пыль. Пыль является причиной заболевания пневмокониозом, хроническим пылевым бронхитом [4]. Пыль нефтяного кокса тлеет, самовозгорается и самовоспламеняется.

Коксохимические заводы занимают ведущее место по выбросам вредных веществ среди предприятий черной металлургии. К ним относят пыль, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, аммиак, фенол, бензол, нафталин, сероводород, цианистый водород и графит. Важнейшей социальной задачей является повышение экологической безопасности производства, техническое переоснащение коксохимических предприятий, осуществление крупномасштабной программы строительства природоохранных объектов, внедрение современных экологически безопасных технологических процессов.

Борьба с выбросами при выталкивании кокса из печных камер - одна из наиболее сложных задач. Над раскаленным коксом, попадающим в тушительный или коксовозный вагоны, возникает интенсивное восходящее течение нагретого воздуха, которое вовлекает в движение значительные массы окружающего атмосферного воздуха. Этот подсосываемый (эжектируемый) из атмосферы поток подхватывает образующиеся при разрушении коксового пирога частицы пыли и увлекает их вверх. В результате возникает пылевое облако значительных размеров, в котором кроме пыли могут содержаться и газообразные вредные вещества, выделяющиеся из кокса; объем этих газов сравнительно невелик и не превышает нескольких десятков кубометров.

Радикальным мероприятием по снижению выбросов при складировании углей и кокса является сооружение закрытого склада с эффективными системами аспирации и пылеулавливания. Запыленность воздуха рабочей зоны может быть уменьшена путем следующих мероприятий: герметизации пылящего оборудования; сооружения аспирационных систем, предназначенных для удаления запыленного воздуха; систем с эффективным пылеулавливающим оборудованием; устройством приточной вентиляции; блокировкой технологического оборудования с аспирационными системами; регулярной уборкой помещений и оборудования от осевшей пыли; систематическим контролем за состоянием воздуха производственных помещений.

Одним из факторов, влияющих на запыленность воздуха производственных помещений, является уборка осевшей пыли с поверхностей полов, стен и оборудования. На коксохимических предприятиях наибольшее распространение получила мокрая уборка, что обусловлено взрывоопасными свойствами угольной пыли. Однако опыт сухого пылеулавливания на ряде предприятий показывает, что возможно проведение и сухой уборки. В этом случае целесообразно использовать централизованные пылесосные установки с водокольцевыми вакуум-насосами. Это позволит избавиться от водношламового хозяйства, упростить эксплуатацию системы, но потребует устройства разветвленной сети коммуникаций, очистки воздуха перед выбросом в атмосферу и решения вопросов утилизации уловленной сухой пыли.

До настоящего времени основным способом улавливания угольной пыли остается мокрый. В связи с этим на предприятиях наиболее распространены центробежные скрубберы, скоростные промыватели, циклоны с водяной пленкой; в ряде случаев применяются оригинальные конструкции, разработанные предприятиями. В последнее время появились ротоклоны. Сухие коллекторы, используемые в качестве первой ступени очистки, в большинстве случаев оборудуют устройствами для подачи и распыления воды. Эффективность улавливания угольной пыли в мокрых аппаратах весьма различна, что связано, по-видимому, как с плотностью орошения и качеством распыления жидкости, так и с дисперсностью улавливаемых частиц [5].

Использование антипылевых химических агентов, вместо воды, может дать следующие преимущества:

- иметь остаточный эффект до 45 дней или более для целостности покрытия, в зависимости от погодных условий и типа используемого химического вещества;

- минимизировать необходимость повторного применения воды, разрешить дополнить высоту груды кокса, если необходимо, при хранении;

- могут быть уменьшены текущие требования к очистке коксовых конвейеров и потребность в техническом обслуживании на объектах по обработке кокса;

- препятствует смерзанию кокса при отрицательных температурах.

Поверхностно-активное вещество усиливает смачивание, снижая поверхностное натяжение воды, тем самым позволяя каплям воды проникать глубже в нефтяной кокс. Увлажнитель помогает замедлить испарение влаги [2].

Нами разработано пылеподавляющее средство из остаточных продуктов нефтепереработки, которое может использоваться при транспортировке углеродсодержащих материалов, в т.ч. нефтяного топливного кокса и характеризуется низкой температурой застывания; высокой температурой вспышки, хорошо смазывают металлическую поверхность, не вызывая при этом коррозии, не снижают теплотворную способность, может вырабатываться в количествах, необходимых для удовлетворения потребности [6].

Применение пылеподавляющих процедур поможет сократить выбросы в окружающую среду, что приведет к улучшению условий труда работников, сокращению износа обслуживающих аппаратов и транспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бизнес план ОАО «Нафтан» на 2015 год. – Новополоцк: ОАО «Нафтан», 2014. –160 с.

2. Guidance Document for the Storage and Handling of Petroleum Coke – API guidance document PC1 – first edition, DECEMBER 2014.

3. Непомнящий, И. Л. Коксовые машины, их конструкция и расчет / И. Л. Непомнящий – М.: Металлургиздат, 1957. – 263 с.

4. Рогалис, В. С. Сочетание воздействия угольной пыли и радиации на здоровье шахтеров / В. С. Рогалис, М. В. Павленко, А. А. Шилов // Труды

международного научного симпозиума «Неделя Горняка – 2016». Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), М.: Издательство «Горная книга», 2019. – №1 (специальный выпуск 1) – 552 с.

5. Пыриков, А. Н. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях / А. Н. Пыриков, С. К. Васнин, Б. Н. Баранбаев. – М.: Интермет – инжиниринг, 2000. – 176 с.

6. Противосмерзающего средства из отходов нефтехимии для транспортировки топливного кокса /Ляхович В.А., Емельянова В.А., Булавка Ю.А.// Сборник докладов 72-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2018» (23-26 апреля 2018 г. Москва). – Том 2. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. – 366 с.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУШКИ ТВЕРДЫХ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕПОДВИЖНОМ СЛОЕ**

*М.В. Мурашов, магистрант<sup>1</sup>*  
*А.И. Вилькоцкий, к.т.н., доцент<sup>1</sup>*  
*А.А. Боровик, к.т.н., доцент<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный экономический университет

Расчет процессов сушки и сушильных аппаратов является важным этапом при проектировании сушилок и сушильных установок. При этом в большинстве случаев расчет проводят либо только по уравнениям теплоотдачи или теплопередачи, считая сушку тепловым процессом, либо только по уравнениям массоотдачи или массопередачи, рассматривая процесс сушки массообменным. Указанные подходы снижают точность получаемых результатов, уменьшают гибкость методики и нередко приводят к сложностям в определении конкретных параметров, например, кинетических параметров массоотдачи в твердом материале. Поэтому, учитывая, что конвективная сушка является одновременно и тепловым и массообменным процессами, актуальным становится совмещение этих двух подходов и разработка методик определения характеристик как массоотдачи, так и теплоотдачи в процессах сушки.

Опыты по определению коэффициента массоотдачи проводили в сушилке периодического действия, схема которой представлена на рис. 1. В ходе эксперимента в сушилке контролировались температура и относительная влажность сушильного агента на входе и на выходе из слоя, а также расход сушильного агента.

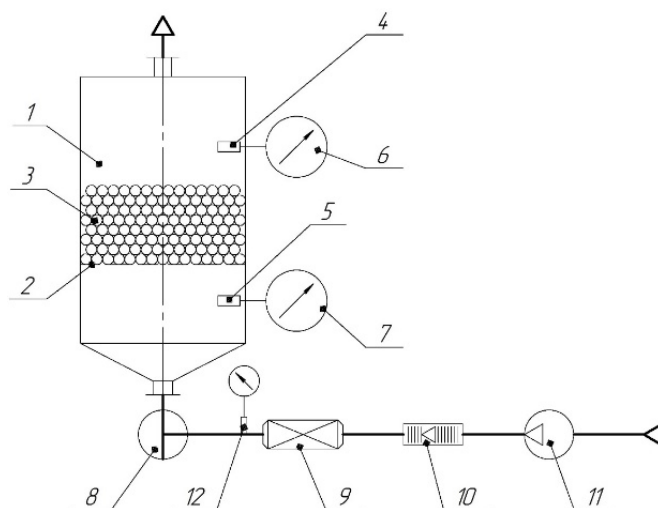


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

1 – корпус сушилки; 2 – опорная решетка; 3 – слой материала; 4, 5 – датчики термогигрометра; 6, 7 – термогигрометры; 8 – двухходовой кран; 9 – калорифер; 10 – ротаметр; 11 – вентилятор; 12 – термометр

В процессе эксперимента температура воздуха на входе в слой поддерживается в пределах  $60 \pm 2^\circ\text{C}$ . В качестве зернистого материала использовали силикагель с диаметром частиц  $d_{\text{ч}} = 3 \cdot 10^{-3}$  м, удельной поверхностью  $a = 2 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{м}^3$  и высотой слоя  $H = 0,08$  м. Диаметр сушилки  $D = 0,064$  м. Расход воздуха  $G_{\text{с.в}}$  изменяли в пределах от  $0,65 \cdot 10^{-3}$  до  $2,25 \cdot 10^{-3}$  кг/с.

Перед каждым опытом навеску сухого материала взвешивали, затем увлажняли, доводя влагосодержание силикагеля до 42% (кг.вл/кг.с.м). Показания термогигрометров снимали через 2 мин. Опыт заканчивали, когда температура и относительная влажность воздуха на выходе из слоя становились на 20% ниже, чем на входе.

Опытные данные представлены в виде графической зависимости  $\beta = f(W_G)$  на рисунке 2.

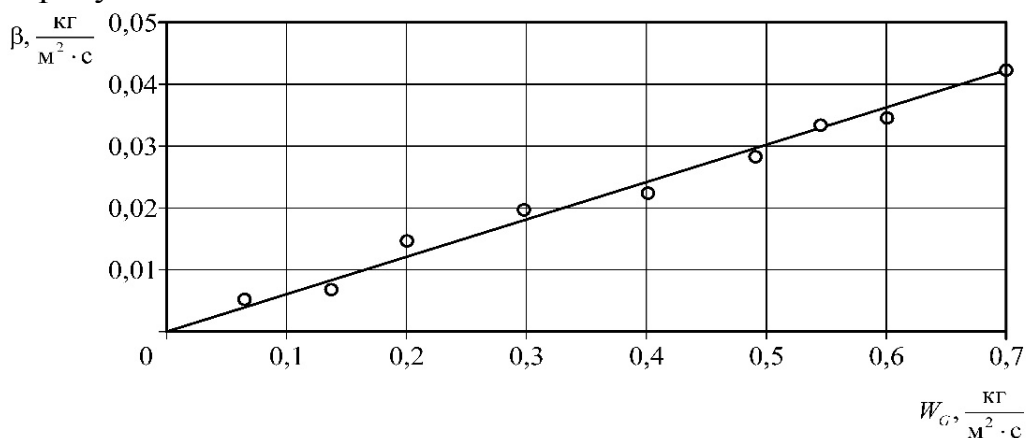


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента массоотдачи от массовой скорости воздуха

## ЛИТЕРАТУРА

1. Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности. М.: Химия, 1979. – 288 с.
2. Протасов С.К., Матвейко Н.П., Боровик А.А., Вилькоцкий А.И. Сушка силикагеля в неподвижном слое: Материалы Международной научно-практич. конференции «Проблемы и перспективы развития химии, нефтехимии и нефтепереработки». – Нижнекамск, 25 апреля 2014 г. – С. 67–68.
3. Протасов С.К., Вилькоцкий А.И., Боровик А.А., Крупский В.В. Опытное определение коэффициента теплоотдачи при конвективной сушке: Материалы Международной научно-практич. конференции «Химия и экология – 2015». – Салават, 25 марта 2015 г. – С. 312–315.
4. Узаков Г.Н. Моделирование и исследование тепломассобменных процессов в холодильной камере при естественной и вынужденной конвекции. Молодой ученый. – 2011 – № 5. – Т. 1. – С. 101 – 104.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Мысло Т.В., Дмитракович Н.М., к.т.н.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В настоящее время в Республике Беларусь не существует методики, позволяющей провести действительно адекватную оценку последствий чрезвычайных ситуаций, оценить их масштаб и оптимизировать затраты по ликвидации их последствий. Ведь целью государственной политики Республики Беларусь является предотвращение чрезвычайных ситуаций и снижение ущерба от воздействия опасных техногенных и природных факторов на производственную и социальную инфраструктуру, население и экосистемы.

Одним из основных направлений выполнения «Плана действий по реализации национальной стратегии по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций на период 2019-2030 гг.» является разработка единой межведомственной методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1].

Последствия аварий на промышленных предприятиях по своей природе очень разнообразны и имеют экономическую, социальную, экологическую и даже политическую составляющие. Как показывает анализ причин аварий техногенного характера в нашей стране, одной из главных является значительный износ основных фондов, а также отсутствие новейших технологий.

Полный экономический ущерб от аварии на промышленном предприятии как правило включает: прямые потери организации, затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), косвенный ущерб, экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей среды),

потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности, руб.

В состав прямых потерь входят: потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц.

В состав затрат, связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций входят: расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, расходы на расследование аварии.

Социально-экономические потери, определяются как сумма затрат на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала и третьих лиц, и (или) травмирования персонала, и третьих лиц.

Косвенный ущерб вследствие аварии рекомендуется определять как часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя, зарплату и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя, и убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени, а также убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли.

Экологический ущерб, складывается из следующих составляющих: ущерб от загрязнения водных ресурсов, ущерб от загрязнения атмосферы, ущерб от загрязнения почвы, ущерб, связанный с уничтожением биологических (в том числе лесных массивов) ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная стратегия по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь на 2019-2030 годы: Сб. материалов XII МНПК молодых ученых, Минск, 27 сентября 2018 г./ Университет гражданской защиты; редкол.: И.И. Полевода [и др.] – Минск: УГЗ, 2018.

2. Беляев, Г.Н. Методы оценки ущерба от техногенных чрезвычайных ситуаций / Г.Н.Беляев // Известия Томского политехнического университета. 2008. - № 5. – С. 150-152.

3. Вакарев, А.А. Методические подходы к определению экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций для региональной экономики / А.А. Вакарев // Вестник Волгодонского ун-та. – Сер. 3. Экономика. Экология. – 2011. - № 1 (18). – С. 54-60.

4. Мысло Т.В., Дмитракович Н.М. К вопросу оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного характера / Т.В. Мысло, Н.М. Дмитракович // Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций: сб. материалов II Международной очной научно-практической конференции, Минск: УГЗ, 2018. – 207 с. – С. 120-124.

5. Крот А.А., Мысло Т.В. Опасные факторы пожара на территории Республики Беларусь и оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций: история вопроса / А.А. Крот, Т.В. Мысло // Вестник Полесского государственного университета: серия общественных и государственных наук – 2018. №2. – С. 31-40.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

<sup>1</sup>Филипович С.М., <sup>2</sup>Тарковский В.В.

<sup>1</sup>Научно-практический центр учреждения  
«Гродненское областное управление МЧС»

<sup>2</sup>УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Одной из проблем мирового масштаба является огромный материальный и экологический ущерб в миллиарды долларов от возгорания лесов, домов, предприятий [1]. В настоящее время предлагаются инновационные методы борьбы с локальными возгораниями, которые могут быть основаны на том факте, что с физической точки зрения пламя представляет собой одну из разновидностей низкотемпературной плазмы (температура меньше  $10^6$  К) и всегда содержит некоторое количество свободных электронов и ионов [2]. Эти свойства пламени определяют возможность воздействия на него со стороны электромагнитных полей.

Новый инновационный бесконтактный метод тушения пламени при помощи электрических полей был предложен академиком Дудышевым В.Д. Метод состоит в воздействии на пламя сильным импульсным электрическим полем с напряженностью 5-25 кВ/см [1,3]. Способ электрического подавления пламени основан на физическом эффекте отклонения пламени к одному из разноименных высоковольтных потенциалов внешнего электрического поля [4].

В данной работе показано, что для тушения пламени, кроме электрического, пригодны и магнитное поле. Магнитное поле также способно «вытягивать» из пламени электроны и разноименно электрически заряженные радикалы горящих веществ.

Технически устройство для тушения пламени электрически полем может быть реализовано несколькими способами. На рисунке 1 показаны две возможные схемы. Нами был проведен эксперимент по бесконтактному тушению пламени с помощью электрического поля с использованием схемы №2 (рисунок 1). В качестве источника высокого напряжения использовался высоковольтный преобразователь «Разряд-1», обеспечивающий напряжение 25 кВ. Использовались электроды из медной фольги. В качестве источника пламени использовалась обычная парафиновая свечка. Площадь электродов должны быть такой, чтобы покрывать размеры пламени. На рисунке 2 показаны последовательные фазы процесса по тушению пламени с помощью электрического поля. Рисунок 2-1 соответствует ситуации, когда электрическое поле выключено. Положительный электрод расположен справа, отрицательный слева.

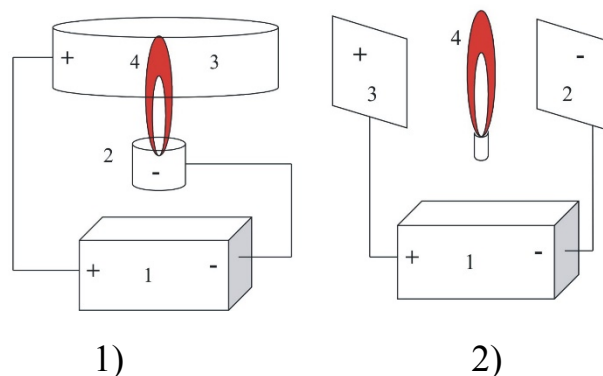


Рисунок 1 – Две возможные схемы тушения пламени электрическим полем:  
 1 – схема с кольцевыми электродами, 2 – схема с плоскими электродами:

1 – источник высокого напряжения, 2 – отрицательный электрод,  
 3 – положительный электрод, 4 – пламя

Как видно из рисунка 2 во всех случаях при включении электрического поля (2-6) пламя отклонялось в сторону отрицательного электрода и через несколько секунд гасло. Напряженность электрического поля составляла около 5 кВ/см.



Рисунок 2 – Последовательные фазы процесса по тушению пламени с помощью электрического поля

Представляются два возможных метода тушения пламени с использованием магнитного поля. Во-первых, можно использовать импульсное магнитное поле. Его можно получить при разряде конденсатора на одновитковый соленоид (рисунок 3). При этом можно получить сверхсильное магнитное поле в пределах 100-400 Тл. Внутренний диаметр и длина используемых катушек обычно не превышают 1 см. Индуктивность их мала (единицы нГн), поэтому для генерации в них сверхсильных полей требуются токи мегаамперного уровня. Их получают с помощью высоковольтных (10-40 кВ) конденсаторных батарей с низкой собственной индуктивностью и запасаемой энергией от десятков до сотен килоджоулей. Источник пламени находится внутри соленоида.

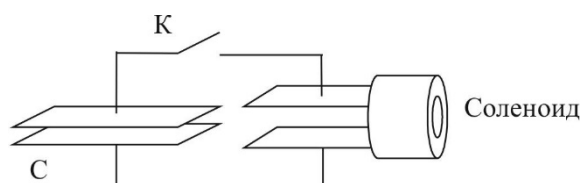


Рисунок 3 – Схема устройства для тушения пламени с помощью импульсного магнитного поля (С – высоковольтный конденсатор, К – коммутатор)

Второй способ основан на использовании постоянных магнитных полей. Сильное постоянное магнитное поле можно получить с помощью неодимовых магнитов. Оптимальным является  $\text{SmCo}_5$  (спеченный) неодимовый магнит ( $B=0,8-1,1$  Тл;  $H=600-2000$  А/м;  $T_K=720^\circ$  С).

Нами был проведен эксперимент по бесконтактному тушению пламени с помощью магнитного поля с использованием набора неодимовых магнитов. На рисунке 4 показаны последовательные фазы этого процесса.

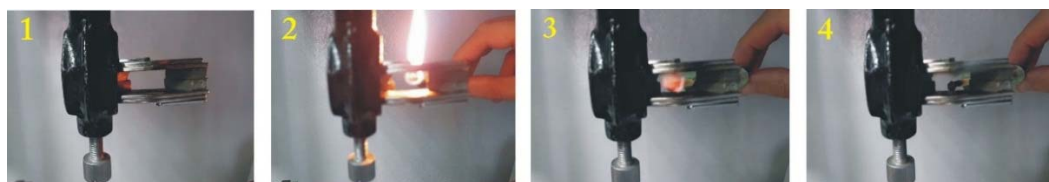


Рисунок 4 – Тушение пламени с помощью постоянного магнитного поля: 1 – набор неодимовых магнитов; 2-4 – последовательные фазы процесса тушения

Из проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Тушение пламени при помощи электромагнитных полей является эффективным методом борьбы с возгораниями.

2. Эффективность данного метода зависит от скорости срабатывания системы пожаротушения. Скорость срабатывания должна быть высокой и поэтому система должна включаться от сигнала ИК-датчика. Если пламя успело разгореться, то такой метод перестает быть эффективным. После выключения системы из-за высокой температуры в очаге пламя вспыхнет вновь.

3. Предложенный метод может использоваться только в небольших замкнутых объемах, например, отсек двигателя или локально в больших помещениях в местах наиболее вероятного возникновения пламени и не годится для борьбы с крупными пожарами по причине указанной в п. 2.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дудышев, В.Д. Новая электроогневая технология экологически чистого горения / В.Д. Дудышев //Новая Энергетика. – 2003. – №1. – С.55 – 57.

2. Беляев С.В. Низкотемпературная плазма (пламя): возникновение, развитие и исчезновение (ликвидация). / С.В. Беляев, Н.А. Кропотова, О.Е. Сторонкина, А.А. Разумов. // Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. «Пожарная и аварийная безопасность объектов», Иваново, ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – С. 241 – 244.

3. Дудышев В.Д. Способ тушения пламени (электроогневой метод), Авт. св- во СССР № 1621234 с приор. от 12.03.88 г.

4. Фарадей М. История свечи: Пер. с англ./Под ред. Б.В. Новожилова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 128 с., ил. – Библиотечка «Квант».

## **К ВОПРОСУ ОБ УМЕНЬШЕНИИ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ НАПОЛНЕНИИ АВТОЦИСТЕРН**

*Шавердо О.В., адъюнкт,  
Бирюк В.А., к.т.н., доцент  
Зайнудинова Н.В., Секенов Д.А.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Слив-налив нефтепродуктов является основной операцией технологического цикла транспортировки различных видов моторных топлив и производится с помощью специальных установок, стояков налива, насосов. Все эти устройства обеспечивают пожаровзрывобезопасность и наименьшее загрязнение окружающей среды, однако не исключают потери транспортируемого продукта.

Основным видом потерь, безусловно, являются потери от испарения, на долю которых по данным исследований приходится примерно 75 % [1]. По оценкам специалистов, поступление углеводородов при испарении нефтепродуктов в атмосферу, составляет от 20 до 100 млн. т ежегодно, причем около 9 млн. т из них выпадает обратно с осадками.

Потери от испарения нефтепродуктов можно разделить на следующие группы в зависимости от вызывающих причин [2]:

– потери от насыщения обусловлены насыщением паровоздушной смеси (ПВС) парами углеводородов происходят только при заполнении резервуара впервые после строительства или дегазации, либо когда газовое пространство резервуара ненасыщено парами нефтепродукта из-за интенсивного опорожнения;

– потери от «больших дыханий» – это потери обусловленные вытеснением ПВС (насыщенной как правило, парами бензина) из резервуара при его заполнении;

– потери от «малых дыханий» вызваны ежесуточными колебаниями температуры, барометрического (атмосферного) давления и парциального давления паров бензина в газовом пространстве резервуара.

– потери от «обратного выдоха» происходят при сливе нефтепродукта из емкости с ПВС, насыщенной парами, когда в освобождающийся резервуар всасывается атмосферный воздух. При этом концентрация паров в газовом пространстве уменьшается и начинается испарение нефтепродукта. В момент окончания разгрузки парциальное давление паров обычно не бывает значительно

меньше давления насыщенных паров при данной температуре. Это приводит к дополнительному испарению бензина с поверхности нефтепродукта, из-за чего давление внутри повышается и происходит вытеснение некоторого количества ПВС («обратный выдох»).

В ходе каждой сливо-наливной операции на 1 м<sup>3</sup> переливаемого бензина в атмосферу испаряется 1,1-1,4 м<sup>3</sup> ПВС, в каждом м<sup>3</sup> которой в зависимости от времени года и температуры окружающей среды содержится от 1 до 3,6 л высокооктанового бензина.

Для снижения выброса паров бензина при осуществлении сливо-наливных операций применяют следующие способы утилизации легких углеводородов в паровоздушной смеси:

1) метод адсорбции на активированном угле с последующей десорбцией вакуумированием;

2) метод захлаживания путем пропуска ПВС через теплообменник, охлажденный до -30°С с последующей абсорбцией (пропуск через сжиженный продукт);

3) пропуск ПВС через специальные мембраны, в которых происходит разделение легких углеводородов от воздуха;

4) моторный метод путем подготовки и использования ПВС в качестве топлива в двигателе внутреннего сгорания, который соединен с электрогенератором для получения электроэнергии;

5) метод сжигания ПВС на факел или в закрытых печах после соответствующей подготовки.

Представленные способы реализованы в той или иной мере в различных системах улавливания паров бензина, наибольшее распространение среди которых получили установки рекуперации паров. Наибольшее распространение получили установки основанные на углеродно-вакуумной адсорбции паров бензина. В большинстве таких установок предусмотрена возможность регенерации отработанного активированного угля, что продлевает срок его использования до 10 лет, однако в последующем встает вопрос о его утилизации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.А. Обеспечение безопасности эксплуатации объектов хранения углеводородных топлив. – М.: Наука, 2007. – 149 с.

2. Александров А.А., Архаров И.А., Емельянов В.Ю. Деньги на ветер. Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов / Журнал «Современная АЗС». – 2005. – № 10-12.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АВОЦИСТЕРН, ПЕРЕВОЗЯЩИХ НЕФТЕПРОДУКТЫ**

*Шавердо О.В., адъюнкт, Бирюк В.А., к.т.н., доцент  
Зайнудинова Н.В., Секенов Д.А.*

*Университет гражданской защиты МЧС Беларуси*

С момента запуска двигателя прогресса человечество из века в век пытается открыть новые безопасные неиссякающие источники энергии. Но на современном этапе развития большинство машин используют в качестве топлива нефтепродукты. Поэтому в настоящее время актуальна проблема, предотвращения взрывов автоцистерн при перевозке дизельного топлива и бензина, а также обеспечение безопасности работников при проведении сливно-наливных операций. Современные автоцистерны обеспечиваются заземлением, дыхательной арматурой, волнорезами, средствами тушения, различными датчиками и оборудованием.

Дыхательный клапан для бензовоза с огнепреградителем предназначен для стабилизации давления внутри цистерны. Устанавливается на крышку люка автоцистерн, осуществляющих транспортировку светлых нефтепродуктов, с целью соблюдения пожарной безопасности и условий герметичности. Крышка люка предназначена для оснащения автоцистерн с верхним и нижним наливом нефтепродуктов и авиационных топлив, устанавливается на автомобильных средствах транспортирования и заправки нефтепродуктов. Ограничители уровня налива предназначены для автоматического прекращения подачи нефтепродукта при достижении полной загрузки. Клапан рекуперации паров предназначен для отвода паров из цистерны бензовоза в паросборную емкость или установку. Монтируется на основном коллекторе отвода паров. Клапан К5852 «малых» дыханий предназначен для впуска (выпуска) воздуха, предотвращает понижение давления в автоцистерне при транспортировке светлых нефтепродуктов, а также обеспечивает герметичность цистерны при её перекосах, вплоть до переворота. Пневмовыключатель предназначен для блокировки пневмосистемы налива и слива, и управления системой отвода паров нефтепродуктов. Клапан блокировки предназначен для блокирования наборного блока управления донными и дыхательными клапанами, т. е. при включении нижнего налива нельзя включить слив. Клапан блокировки устанавливается на обратном клапане. Клапан обратный предназначен для соединения трубопровода бензовоза с присоединительной головкой устройства налива. Применяется для налива светлых нефтепродуктов. Рукав для бензовоза в сборе используется для слива / налива нефтепродуктов из / в цистерну или отвода паров. Комплектуется быстроразъемными соединениями.

Но несмотря на это в мире известны случаи взрыва автоцистерн, перевозящих нефтепродукты. Например, взрыв на нефтебазе в России в 2011, затем в Казахстане и в Италии в 2018, а также взрывы во время ДТП в Болонье,

Пакистане и Нигерии. В большинстве случаев причиной является халатность людей. Однако взрыв может произойти и при соблюдении всех правил безопасности. Потому что при проведении различных операций в цистерне образуются концентрации паров топлива. Чаще всего они либо превышают ВКПР, либо не доходят до НКПР. Бензин и дизельное топливо являются диэлектриками и во время движения по трубопроводам они получают заряд, который является инициатором горения паров в момент, когда они достигают взрывоопасных концентраций.

Для решения данной проблемы необходимо: более тщательное изучение процесса электризации топлива, использование заземления более нового поколения, устройство особой системы волнорезов и соблюдение правил безопасности.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. О промышленной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З: текст по состоянию на 5 января 2016 г. – ИБ СПС Консультант Плюс, версия 4016.00.07 сборка 217001.

2. Журнал ТЕХСОВЕТ премиум – специалисты для специалистов – Режим доступа: <http://tehsovnet.ru/>. – Дата доступа: 13.12.2018.

3. Безопасность технологических процессов: учебное пособие / Б40 Ф.Н. Абдрафиков, В.П. Артемьев, В.А. Осяев / - Минск : УГЗ, 2018. – 292 с.

### **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНОСТЕЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Шамансуров С.С., к.т.н., доцент*

*Рамазонов Ш.М., магистрант*

*Сагатов Д.Т., магистрант*

Институт гражданской защиты Республики Узбекистан

Актуальность проблем безопасности жизнедеятельности (БЖД) вызвана тем, что современный человек живет в мире опасности со стороны природных, антропогенных, технических, экологических, социальных и других факторов.

На современном этапе развития промышленности остро стоит проблема организации работ по совершенствованию системы мониторинга и прогнозирования на опасных производственных объектах.

В республике сегодня активно создаются и развиваются мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций в направлении определения опасных факторов чрезвычайных явлений и определения механизмов обеспечения безопасности, а так же обеспечению безопасности населения при чрезвычайных явлениях.

В данной сфере была принята указ Президента Республики Узбекистан №УП-5066 от 1 июня 2017 г. «О мерах по коренному повышению эффективности

системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», Постановление Кабинета Министров №71 от 3 апреля 2007 г. «Государственной Программы по прогнозированию и предупреждению чрезвычайных ситуаций», Постановление Кабинета Министров № 1027 от 28.12.2017 г. «О создании единой системы мониторинга, обмена информацией и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного техногенного и экологического характера».

Президент Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёев определил «Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», которая включает совершенствование системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Для осуществления поставленных задач, в том числе проведение научно исследовательской работы по разработке рекомендаций и предложений совершенствования технического регулирования, повышение эффективности этой деятельности на основе разработки научных концепций анализа системы мониторинга и прогнозирования при чрезвычайных обстоятельствах считается важным направлением.

Целью научного исследования является совершенствование системы мониторинга и прогнозирования опасностей на опасных производственных объектах.

В связи с этим было поставлено следующие задачи:

- исследование причины и возникновения опасностей на опасных производственных объектах;
- исследование методов мониторинга опасностей;
- изучение системы мониторинга и прогнозирования опасностей опасных производственных объектов, а также предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- изучение зарубежного опыта мониторинга и прогнозирования опасностей опасных производственных объектов.

В общей системе мер противодействия чрезвычайным ситуациям приоритет должен быть отдан комплексу мероприятий, направленных на снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций и смягчение их последствий. В основу приоритета заложено управление рисками чрезвычайных ситуаций, которое невозможно без информационной поддержки для подготовки и принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Для управления риском осуществляется мониторинг состояния природной среды и объектов техносферы, анализ риска и прогнозирование чрезвычайных ситуаций.

Под мониторингом (англ. monitoring от лат. monitor – предостерегающий) понимается определенная система наблюдения, оценки и прогноза состояния и развития природных, техногенных, социальных процессов и явлений. Он заключается в наблюдении за состоянием определенных структур, объектов, явлений и процессов, а его результаты используются для предупреждения о создающихся опасностях, угрозах и критических ситуациях и обеспечения органов управления информационной поддержкой для принятия управленческих

решений по изменению в нужном направлении состояния и развития системы, процесса или явления.

Применительно к потенциально опасным объектам мониторинг – это постоянный сбор информации, наблюдение и контроль, включающие процедуры анализа риска, измерения параметров технологического процесса на объектах, выбросов вредных веществ, состояния окружающей среды на прилегающих к объекту территориях.

Существует большое число видов мониторинга, различающихся по учитываемым источникам и факторам антропогенных воздействий, откликам компонентов биосферы на эти воздействия и т. п. Виды мониторинга классифицируют: по месту относительно окружающей среды, наблюдаемым негативным факторам, целевым функциям, базированию.

Внедрение современных систем мониторинга позволяет создать благоприятные условия, как для снижения риска аварий на опасных производственных объектах до уровня приемлемого на современном этапе развития общества, так и для стабильного и устойчивого развития предприятий (рисунок 1).



Рисунок 1 – Система мониторинга опасных производственных объектов

В связи с этим на каждом предприятии, эксплуатирующем опасные производственные объекты, возникает необходимость:

- внедрение автоматизированной информационно-управляющей системы государственного регулирования промышленной безопасности;
- обеспечение мероприятий по минимизации возможных последствий старения основных производственных фондов промышленных предприятий на основе широкомасштабного внедрения эксплуатационного неразрушающего контроля, мониторинга и прогноза технического состояния исчерпавшего нормативный ресурс оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» № УП-4947 от 07.02.2017.
2. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» №УП-5066 от 01.06.2017.
3. Постановление Кабинета Министров «Государственной Программы по прогнозированию и предупреждению чрезвычайных ситуаций» №71 от 03.04.2007.
4. Постановление Кабинета Министров «О создании единой системы мониторинга, обмена информацией и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного техногенного и экологического характера» № 1027 от 28.12.2017.
5. Закон Республики Узбекистан «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № ЗРУ-57 от 28.09.2006.
6. Закон Республики Узбекистан «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 20.08.1999.

**СЕКЦИЯ № 2 «ОХРАНА ТРУДА И ПРОФИЛАКТИКА  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА.  
КОНЦЕПЦИЯ НУЛЕВОГО ТРАВМАТИЗМА»**

**ОХРАНА ТРУДА, ПРОФИЛАКТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ТРАВМАТИЗМА И ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
В ПРАКТИКЕ СМОЛЕВИЧСКОГО ФИЛИАЛА «БЕЛДОРТЕХНИКА»  
ОАО «МИНСКИЙ ЗАВОД ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

*Автухович В.М., Фролов А.В., к.б. н., доцент*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В социальной экологии трудовая среда рассматривается как один из компонентов жизненной среды человека. От качества которой непосредственно зависит его здоровье. Под качеством среды при этом принято понимать меру соответствия её характеристик биологическим потребностям человека и потенциалу его реактивности и адаптивных возможностей. Поэтому безопасность трудовой деятельности, включая как предупреждение обуславливаемой условиями труда общей и профессиональной заболеваемости, так также и минимизацию рисков производственного травматизма во многом определяется экологическим состоянием места осуществления трудовой деятельности, а на большинстве предприятий это, в первую очередь, территория самого производственного объекта. При этом в силу специфики производств на многих предприятиях экологическое состояние их территории в большой мере зависит от того, каковы экологические аспекты функционирования самого предприятия и насколько успешно осуществляется в его деятельности актуальная средозащитная практика.

Смолевичский филиал «Белдортехника» ОАО «Минский завод гражданской авиации № 407» (до недавнего времени предприятие ОАО «Белдортехника») является одним из таких производственных объектов, где, как показывает анализ, вопросы охраны труда и профилактики травматизма связаны с решением на производстве задач обеспечения экологической безопасности. Это обусловлено тем, что деятельность предприятия сопряжена не только с немалым потреблением электрической и тепловой энергии, но также обуславливает образование летучих загрязняющих веществ, способных опасно контаминировать атмосферный воздух, включая воздушный бассейн территории самого предприятия, порождает загрязнение используемых водных масс, а также образование твёрдых производственных отходов.

Мы попытались проанализировать практику решения на предприятии во вопросов защиты окружающей среды, охраны труда и профилактики травматизма, а также её результативность. Оказалось, что соответствующие вопросы в смолевичском филиале «Белдортехника» решаются не только сами по

себе системно и комплексно, но взаимосвязанно и координированно, согласовываясь при этом также как по исполнителям, так и по ресурсам. Наряду с функционирующей комплексной системой охраны труда на предприятии ещё в 2004 г. была внедрена, сертифицирована и с тех пор функционирует система управления качеством окружающей среды (СУКОС). Позволяющая, как показывает практика, не просто предупреждать либо нивелировать опасное загрязнение окружающей среды, но также и способствующая поддержанию надлежащих условий трудовой среды на самом предприятии. В соответствии с декларируемой и проводимой экологической политикой предприятия в филиале «Белдортехника» сложилась практика последовательной разработки и реализации трёхлетних, но при этом, однако, ежегодно корректируемых Программ управления качеством окружающей среды. Которые, в частности, включают конкретные мероприятия, нацеленные как на уменьшение образования опасных загрязнителей, так и их поступления в окружающую среду, включая непосредственно территорию производственного объекта. Анализ показывает, что те вопросы, которые решаются в природоохранной практике предприятия, способствуют поддержанию на нём благоприятных условий труда, предупреждению травматизма.

Имеющиеся данные свидетельствуют, что на протяжении ряда последних лет на предприятии не фиксируются не только несчастные случаи, но также профессиональные заболевания. При этом общая заболеваемость работников предприятия обнаруживает тенденцию к снижению. Так, если в 2016 г. среди работающих на предприятии было 40 случаев общих заболеваний суммарной продолжительностью 385 календарных дней, то год спустя соответствующие цифры составили только 35 и 355. Судя по имеющимся данным, на наш взгляд, можно предполагать, что реализуемая на предприятии средозащитная практика вносит свой позитивный вклад в сохранение здоровья работающих на предприятии.

## **К ВОПРОСУ СПЕЦИФИКИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МЧС РОССИИ**

*Елесина Ю.К., Рассохин М.А.*

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

В настоящее время гарантирование общественного порядка, безопасности, прав и свобод граждан Российской Федерации одна из основных внутренних функций государства. Поэтому личный состав пожарно-спасательных частей (далее – ПСЧ) федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – ФПС ГПС) МЧС России предупреждает и тушит пожары, оказывает первую помощь, проводит аварийно-спасательные и другие неотложные работы, экстренно реагирует на чрезвычайные ситуации, выполняет работы по их ликвидации, осуществляет спасательные работы при

ликвидации последствий наводнений, затоплений. Но, к сожалению, 22.09.2016 в г. Москве в ходе тушения сильного пожара пластмассовой продукции в одноэтажном кирпичном здании склада ЗАО «Виктория» по ул. Амурская, д.1, к.9, в результате обрушения металлической кровли упали во внутрь горящего здания и погибли 8 сотрудников ФПС МЧС России. Они работали на самом опасном участке – на кровле склада, создавая водяную завесу для охлаждения газовых баллонов и компрессоров, которые в любой могли взорваться [1]. Данный факт гибели личного состава еще раз подтверждает, что обеспечить абсолютную безопасность во время служебной деятельности пожарных невозможно. И поэтому в ПСЧ ФПС МЧС России требуется охрана труда для обеспечения безопасности трудовой деятельности работников, выполнения служебных обязанностей сотрудников и сведения к минимуму риска производственного травматизма и профзаболеваний. Дополнительно, правильный подход к формированию работы в данном направлении оказывает положительное влияние на весь процесс функционирования организации в целом: уменьшается количество выплат по больничным листам, снижается сумма компенсаций, выплачиваемых за работу во вредных производственных условиях, сокращается время отсутствия на рабочем месте, связанное с отсутствием травмированного сотрудника (работника).

Организация работы по охране труда в организации возлагается на работодателя. Он обязан обеспечить работникам безопасные условия труда, отвечающие государственным требованиям [2, ст. 212].

Организация работы по охране труда в пожарно-спасательной части – это подготовка, одобрение и реализация решений с целью обеспечить безопасность жизни, сохранить здоровье и работоспособность сотрудников (работников) в процессе трудовой деятельности.

Организация и руководство работой по охране труда, а также ответственность за обеспечение безопасных условий и охраны труда работникам возлагаются: в структурных подразделениях центрального аппарата МЧС России – на руководителей этих структурных подразделений; в главных управлениях МЧС России по субъектам Российской Федерации – на начальников главных управлений; в подразделениях Государственной противопожарной службы – на начальников подразделений; в организациях системы МЧС России - на руководителей организаций [3].

Организация функционирования по охране труда в ПСЧ ФПС МЧС России на соответствие требованиям действующего законодательства, невозможна без наличия нормативных правовых актов по охране труда по направлениям деятельности и безопасной эксплуатации установленного или эксплуатируемого оборудования, зданий и сооружений.

Руководителю организации надлежит составить перечень и произвести подбор нормативных правовых актов по охране труда, в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 27.12.2010 № 1060 «Об утверждении положения о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные

нормативные требования охраны труда» и отраслевых нормативных правовых актов, действующих на сегодняшний день в системе МЧС России с учетом специфики деятельности.

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля по их выполнению, у каждого руководителя, осуществляющего производственную деятельность, где численность личного состава подразделений превышает 50 человек, создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

Руководитель, численность личного состава подразделения которого не превышает 50 человек, принимает решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда с учетом специфики своей производственной деятельности. С учетом отсутствия во многих ПСЧ служб охраны труда, штатного специалиста по охране труда их функции осуществляют либо руководитель организации, другой уполномоченный работодателем работник, либо организация или специалист, оказывающие услуги в области охраны труда, привлекаемые работодателем по гражданско-правовому договору. Организации, осуществляющие услуги в области охраны труда, подлежат обязательной аккредитации. Кроме того можно создать по инициативе работодателя и (или) по инициативе работников либо их представительного органа на паритетной основе (каждая сторона имеет один голос вне зависимости от общего числа представителей стороны) из представителей работодателя, профессиональных союзов или иного уполномоченного работниками представительного органа постоянно действующий комитет (комиссию по охране труда). Комитет (комиссия) является составной частью системы управления охраной труда организации, а также одной из форм участия работников в управлении организацией в области охраны труда [4, ст. 68]. Его работа строится на принципах социального партнерства.

Организация работы по охране труда предусматривает разработку и утверждение большого количества документов. Из всего разнообразия документов по охране труда, мы выделяем несколько основных типов документации.

Во-первых, это локальные нормативные акты работодателя, связанные с вопросами охраны труда и безопасности производства. Эти акты устанавливают организационно-управленческие правила соблюдения работниками требований охраны труда и, тем самым, работодателем – государственных нормативных требований охраны труда. Во-вторых, это различные документы, фиксирующие деятельность работников (и тем самым – деятельность работодателя) по исполнению требований локальных нормативных актов, государственных нормативных требований охраны труда и т.п. К такой документации необходимо отнести и результаты специальной оценки условий труда. Это самый большой тип документов по охране труда у работодателя. Он фиксирует (документирует) всю конкретную деятельность, но главное, мероприятия по минимизации профессиональных рисков, профилактике производственного травматизма и

профессиональной заболеваемости. В-третьих, важнейшие документы охраны труда – материалы расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. В принципе они тоже относятся к «записям», но их особое положение, их крайняя важность и для пострадавшего и для работодателя заставляют выделить их из массива всех других записей. В-четвертых, документы, содержащие требования к правильной эксплуатации того или иного оборудования, безопасному использованию инструмента, сведения об опасности материалов, сертификаты соответствия и т.п. «внешние» документы. В-пятых, документы официальной статистической отчетности работодателя перед органами государственной власти (для ПСЧ это формы: 1-т (условия труда) «Сведения о состоянии условий труда и компенсациях за работу во вредных и (или) опасных условиях труда» и 7-травматизм «Сведения о травматизме на производстве и профессиональных заболеваниях»). Наличие этих документов подразумевает и другой тип – документы внутренней отчетности, к примеру, пожарно-спасательных подразделений перед территориальными органами, отделом организации и планирования охраны труда Департамента готовности сил и специальной пожарной охраны МЧС России.

Единого перечня локальных нормативных актов по охране труда в организации законодатель не утвердил, но исходя из положений действующих нормативных актов необходимы: инструкции по охране труда, приказы о назначении ответственных за проведение инструктажей по охране труда и программы проведения таких инструктажей, инструкция проведения инструктажа персонала на 1-ю группу по электробезопасности, программа производственного контроля и пр.

Организация работы по охране труда в организации, предприятии, учреждении предполагает обязательное обучение сотрудников безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим на производстве (ч. 2 ст. 212, ст. 214 ТК РФ). Лица, впервые принятые на службу (работу) по контракту (договору) до самостоятельного исполнения обязанностей по должности проходят специальное первоначальное обучение [5]. Они допускаются к несению караульной службы в ПСЧ и работе на пожаре в установленном порядке только после сдачи проверки знаний требований охраны труда, как по пройденным дисциплинам, так и в объеме знаний правил по охране труда в подразделениях ФПС ГПС МЧС России, имеющих инструкции по охране труда. Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в рамках должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, по прошествии времени соответственно в рамках переподготовки или повышения квалификации, но не реже одного раза в три года.

Деятельность по охране труда включает и проведение с сотрудниками (работниками) ПСЧ ФПС ГПС МЧС России инструктажей по охране труда, организацию их стажировок на рабочем месте и контроль знаний требований охраны труда с учетом того, что инструктаж является одним из видов обучения

по охране труда. Для проверки знаний требований охраны труда в подразделении приказом начальника создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

С 2014 года к задачам формирования работы по охране труда в ПСЧ ФПС ГПС МЧС России добавилась еще одна – подготовка и проведение специальной оценки условий труда. Эта процедура предполагает проведение оценки условий труда на рабочих местах в целях отождествления вредных и (или) опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями. Для работников, непосредственно осуществляющих тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ, работы по ликвидации чрезвычайных ситуаций она проводится с учетом устанавливаемых уполномоченным федеральным органом исполнительной власти особенностей.

Подводя итоги вышесказанному, можно сказать, что при реализации основных направлений построения и организации деятельности по охране труда в ПСЧ ФПС ГПС МЧС России достигается основная цель этой системы - внимательность к здоровью и работоспособности сотрудников (работников).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарно-спасательные подразделения МЧС России предотвратили возможные тяжелейшие последствия пожара в Москве // URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения 03.03.2019).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ // Российская газета, № 256, 31.12.2001 (дата обращения 03.03.2019).

3. Об организации работы по охране труда в системе МЧС России: Приказ МЧС России от 15.02.2005 № 74 // URL: [http://pozarnyi.ru/news/prikaz\\_mchs\\_74\\_ot\\_15\\_02\\_2005\\_goda\\_ob\\_organizacii\\_rabot\\_po\\_okhrane\\_truda\\_v\\_sisteme\\_mchs\\_rossii/2012-12-09-384](http://pozarnyi.ru/news/prikaz_mchs_74_ot_15_02_2005_goda_ob_organizacii_rabot_po_okhrane_truda_v_sisteme_mchs_rossii/2012-12-09-384) (дата обращения 03.03.2019).

4. Елесина, Ю. К. Охрана труда [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. Ю. К. Елесина, Е. Н. Тужиков. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 186 с.

5. Об утверждении порядка подготовки личного состава пожарной охраны: Приказ МЧС России от 26.10.2017 № 472 // URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733062/> (дата обращения 03.03.2019).

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗБОРКЕ ЗАВАЛОВ**

*Костюк К.А., Смиловенко О.О., к.т.н., доцент, Лосик С.А.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

При разрушении зданий вследствие техногенных катастроф, аварий или стихийных бедствиях образуются завалы, представляющие собой хаотическое нагромождение крупных и мелких обломков строительных конструкций, санитарно-технических устройств, мебели, технологического оборудования и прочего. Для разборки завалов используется специальная техника и механизированный инструмент, при работе которого не всегда возможно обеспечить безопасность пострадавших и спасателей. Также опасность могут создавать возможные утечки газа, горючих и аварийно химически опасных веществ, вторичные обрушения, пожары.

Для того, чтобы обезопасить разборку завалов, необходимо по возможности исключить из проводимых аварийно-спасательных работ (АСР) неблагоприятные факторы и процессы путем замены их на неопасные, однако технологически эквивалентные. Если исключение неблагоприятных условий АСР невозможно, осуществляется попытка нейтрализации опасностей в источниках их возникновения. Например, при проливе химически опасных веществ на подстилающую поверхность в атмосферу начинают поступать их пары и аэрозоли. Постановка водяных завес позволяет существенно сократить зону распространения облака зараженного воздуха. Наконец, если невозможна и нейтрализация опасностей, последние будут воздействовать на спасателей и пострадавших. В этом случае защита человека осуществляется применением специальных технических средств и способов, предохраняющих человека от неблагоприятного воздействия факторов обстановки.

Защита человека должна быть организована таким образом, чтобы он был защищен в максимальной степени. Опасности, возможные в данных условиях, должны быть полностью исключены или сведены к минимуму. Это - принцип максимальной защиты или минимальной опасности.

Полная реализация принципа максимальной защиты требует недопущения действия на человека опасных и вредных факторов (абсолютная защита человека). Наиболее радикальным способом решения данной задачи является создание таких способов проведения АСР, которые были бы безопасны и безвредны без применения специальных способов защиты человека.

Общий принцип максимальной защиты может быть сформулирован в виде двух положений:

- 1) не допустить (предотвратить) воздействие на личный состав опасных факторов, возникающих в ходе проведения АСР;
- 2) снизить до допустимых, научно обоснованных значений воздействие вредных факторов [1].

К сожалению, в условиях ЧС абсолютная защита человека может быть обеспечена далеко не всегда. Даже при использовании всех известных способов защиты человек часто подвергается действию неблагоприятных факторов. Причиной этого является как несовершенство существующих способов и средств защиты, так и экономические ограничения. Поэтому принцип максимальной защиты трактуется следующим образом: необходимо обеспечить абсолютную защиту человека; если же по объективным причинам она невозможна, необходимо обеспечить максимально возможный в данных условиях уровень защиты. В последнем случае защита человека является не абсолютной, а частичной.

Радикальным средством обеспечения безопасности АСР являются их механизация и автоматизация. При замене ручных операций применением машин и механизмов достигается не только повышение производительности труда, но и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких работ. Кроме того, механизация производственных процессов создает предпосылки для их автоматизации.

При автоматизации функции контроля и управления проводимых работ частично или полностью передаются приборам и автоматическим устройствам. Это позволяет полностью исключить воздействие вредных и опасных факторов на человека, т.е. обеспечить наилучшие условия труда.

Основной целью механизации является повышение производительности труда за счет освобождения человека от выполнения тяжелых трудоемких операций, что приводит также к снижению утомляемости трудящихся и повышению безопасности их труда. Цель автоматизации работ – повышение производительности труда, улучшение технико-экономических показателей, создание условий для повышения безопасности технологии ведения АСР, улучшения производственной среды. Существенно повысить безопасность пожарного-спасателя возможно, если дистанционировать, «отодвинуть» его от опасности. Этой цели служат пожарные роботы, интенсивное развитие которых началось в 2000-х годах и продолжается в настоящее время. Огромное значение с точки зрения обеспечения безопасности АСР имеет применение робототехники в зонах интенсивного воздействия опасных химических веществ, радиоактивных веществ, ионизирующих излучений.

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушением зданий и сооружений, проводится достаточно большой объем грузоподъемных работ. Такие работы связаны с подъемом, транспортировкой и погрузкой крупногабаритных элементов разрушенных строительных конструкций, которые могут быть расположены хаотичным образом. При этом требуется применение специальной техники и механизированного инструмента, что существенно облегчает труд спасателей, но не исключает их непосредственного участия в закреплении элементов конструкций при помощи захватов и крюков, снятии грузозахватных устройств после транспортировки груза. Процесс закрепления обломков, находящихся в произвольно ориентированном положении, связан с нахождением спасателей в зоне

обрушения, т.к. необходимо надежно закрепить груз, для чего часто прорезают технологические пазы и отверстия [2]. Наибольшую сложность представляет ликвидация завалов, образованных при разрушении современных крупнопанельных зданий, так как при этом получается хаотическое нагромождение крупных железобетонных глыб, соединенных между собой металлической арматурой. Эти завалы разбирают поэлементно с помощью кранов, лебедок и тракторов при отделении частей здания бензорезами, автогенными аппаратами или керосинорезами [3].

Таким образом, разработка новых устройств, аварийно-спасательного оборудования для ликвидации обрушений во многом упростит разборку обрушений, уменьшит время проведения аварийно-спасательных работ, чем увеличит шанс на спасение пострадавших. К недостаткам существующей техники, применяемой для разборки завалов, следует отнести необходимость участия людей при захвате груза, пробивании технологических отверстий и т.д.

Предлагаемый способ разборки завалов и конструкция грузозахватного механизма направлены на снижение риска для спасателей, проводящих АСР, за счет автоматизации процессов прорезания технологических отверстий в элементах разрушенных конструкций и закрепления их при помощи грузозахватного устройства для последующей транспортировки. Разрабатываемое нами устройство на дистанционном управлении сможет одновременно пробурить несколько отверстий в бетонной конструкции и закрепить ее при помощи анкеров для последующей транспортировки.

Развитие механизации, автоматизации и дистанционного управления позволяет сократить (или даже исключить) пребывание людей в опасных зонах, снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, уровни шума, вибраций и других вредностей, т.е. создает реальные предпосылки улучшения условий труда.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов С.В. Безопасность спасательных работ. Учебник. Книга 1/ Горбунов С.В., Федорук В.С., Федотова Т.В., Шляпин А.А. // Новогорск: АГЗ МЧС России. – 2005. – 139 с.

2. Смиловенко, О.О. Повышение безопасности труда пожарного-спасателя / О.О.Смиловенко, И.Г.Курлович //Вестн. Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь. – 2017. – №1(4). – С. 459-467.

3. Корт Д. и др. Организация работ по сносу зданий / Пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1985. – 115 с.

# **ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ, СВЯЗАННЫХ С ЛИКВИДАЦИЕЙ ЭПИФИТОТИИ, ЭПИЗООТИИ**

*Курец А.А., Олихвер В.А.*

Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

В современном мире очень важно идти в одну ногу с развитием различных технологий и мировых тенденций. Наряду с новейшими технологиями значимым аспектом является техника безопасности и конечно же ее соблюдение. Как показывает статистика очень много травм, а также летальных исходов происходит из-за невыполнения правил безопасности.

Работники органов и подразделения по чрезвычайным ситуациям при выполнении своих задач заведомо подвержены огромному риску. Техника безопасности в Министерстве по чрезвычайным ситуациям является одним из приоритетных направлений [1].

Каждая природная чрезвычайная ситуация, связанная с эпизоотией и эпифитотией имеет свою особенность, причину возникновения, характер развития, особенности воздействия на человека, окружающую среду, растения и животных. Ликвидация эпизоотии, эпифитотии требует соблюдения техники безопасности личным составом.

Личный состав при проведении работ по ликвидации эпизоотий и эпифитотий обязан:

- не вступать в непосредственный контакт с явно больными без особой необходимости, если нет угрозы жизни;
- после контакта с больными, а также с предметами, вещами, принадлежавшими им, а также всему, что находится в зоне поражения, осуществлять дезинфекцию рук, обуви, специального оборудования;
- проводить аварийно спасательные и другие неотложные работы только в средствах защиты;
- оказание первой медицинской помощи деблокированным или обнаруженным больным осуществлять только в средствах защиты;
- перевозку пострадавших осуществлять на специально выделенном транспорте, после каждого рейса дезинфицировать руки, обувь, защитную одежду, а также дезинфицировать транспортное средство, использованные предметы (носилки, подушки и т.п.) [2].

После выхода из очага заражения личный состав обязан:

- снять средства защиты в специально отведенных местах, строго выполняя последовательность и учитывая метеорологические условия;
- до снятия защитной одежды обработать сапоги, перчатки и защитный костюм дезинфицирующим средством;

– при снятии защитной одежды обращать особое внимание на то, чтобы не касаться незащищенными частями тела внешней стороны одежды и строго соблюдать установленную последовательность снятия средств защиты;

– обтирочные материалы, использованные при дезинфекции техники, инструмента и т.п., складывать в плотно закрывающуюся тару, а по окончании работы сжечь в установленном порядке;

– пройти полную санитарную обработку со сменой белья и обмундирования;

– до завершения санитарной обработки запрещается пить, курить, принимать пищу, входить в контакт с лицами вне зоны заражения и т.п.

Выполнение вышеуказанных пунктов позволит свести к нулю поражения личного состава.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Основные показатели обстановки с чрезвычайными ситуациями: Информационно-статистический сборник НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси. – Мн., 2013-2017;

2. Глава 9. Чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита от них – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1669388/>. – Дата доступа: 10.03.2019

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

*Основина Л.Г.<sup>1</sup>, к.т.н, доцент, Старосто Р.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

<sup>2</sup>Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В обозримом будущем проблема борьбы с пожарами и взрывами на деревообрабатывающих предприятиях не утратит своей актуальности и остроты и будет требовать к себе постоянного внимания не только руководителей предприятий и работников, но и всех организаций, в обязанности которых входит предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций различного характера. Одним из необходимых компонентов нормализации функционирования предприятия по деревообработке является создание и внедрение комплекса обеспечения пожарной безопасности.

На всех этапах образования опасных концентраций пыли в производственном помещении крайне важны параметры пылевых частиц. Естественно, что в процессе механической обработки древесных материалов образуется целый спектр пылевых частиц: от сравнительно крупных до мелкодисперсной пыли. Поэтому важно знать распределение вероятностей для всех характеристик древесной пыли.

Вообще говоря, в процессе горения определенного объема аэрозвеси твердых горючих веществ (пылевзвесей) происходит выделение некоторого

количества энергии, которое сравнимо с энергией, выделяемой в процессе горения паровоздушной смеси. Однако мощность процесса горения (количество энергии, выделяемой в единицу времени) может быть меньшей. Для заданного объема пылевзвеси ограничивающим фактором будет являться не количество (масса) твердых частиц пыли, а количество (масса) кислорода. В том случае, если количество пыли стехиометрически эквивалентно количеству кислорода или превышает его, энергия, выделяющаяся при горении пылевзвеси органических веществ, будет примерно равна энергии, выделяющейся в результате горения взвеси паров органических веществ. Однако вне зависимости от количества твердой фазы, участвующей в процессе горения, наличие достаточно мелких частиц пыли может вызвать ее взрыв. Так, например, наличие взвеси металлических частиц алюминия или частиц мелкодисперсной элементной серы может привести к взрыву.

Мощность взрыва (скорость высвобождения энергии) связана с таким важным параметром, как скорость роста давления. В отличие от взрыва парового облака процесс горения (окисления) твердых частиц пыли происходит на границе твердое вещество/газ и при прочих равных условиях чем мельче твердые частицы пылевзвеси, тем быстрее горение.

Вообще говоря, взрыв пыли произойдет в том случае, когда частицы вещества, составляющего твердую фазу пылевзвеси, имеют размер, достаточный для прохождения через стандартное сито, т. е. менее 76 мкм.

Древесная пыль представляет собой совокупность частиц размером 15-20 мкм. Количество этой пыли, образующейся в столярно-мебельном производстве, недостаточно для того, чтобы использовать ее в промышленном масштабе. С другой стороны, древесная пыль образуется большей частью совместно с более крупными сыпучими отходами (опилками и др.) и специально выделить ее из массы сыпучих отходов трудно. Вместе с тем древесная пыль вследствие своей летучести (при наличии щелей в кожухах станков и транспортеров) легко проникает в помещение, угрожает здоровью людей и представляет собой подходящую среду для возникновения пожара и взрыва. Следовательно, более правильно ставить вопрос не об использовании древесной пыли, а о борьбе с ней.

Хотя разрушительная сила взрывов пыли, происходящих в оборудовании, достаточно велика, однако вторичные взрывы, охватывающие целые здания, могут быть гораздо опаснее.

Первейшая необходимость - избежать накопления облака пыли, быстрые превращения которого могут привести к возникновению вторичных взрывов. Реальное применение такой стратегии осложнено в случаях с зерновыми элеваторами, силосными, зерновыми и прочими башнями, опасность взрыва в которых тем больше, чем меньше они загружены, поскольку масштаб разрушения от взрыва, по всей вероятности, является функцией, зависящей от степени заполнения объема. Главные меры предосторожности таковы:

- соблюдение основных норм проектирования здания;
- правильное ведение хозяйства;

- сведение к минимуму объема, в котором может произойти взрыв;
- устранение источников воспламенения;
- вентиляция; обеспечение инертности среды;
- использование средств взрывоподавления;
- использование эффективных методов борьбы с огнем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. List of Accidents and Disasters by Death Toll [Electronic resource]. – Mode of access : [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_accidents\\_and\\_disasters\\_by\\_death\\_toll](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_accidents_and_disasters_by_death_toll). – Date of access : 11-13.07.2011.
2. Disaster list [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.emdat.be/disaster-list>. – Date of access : 12.10.2015.
3. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15.06.1993 года №2403-ХП: с изм. и доп. принятыми Законами: от 03.05.1996 года №21, от 13.11.1997 года №87-3, от 11.01.2002 года №89-3, от 18.11.2004 года №338-3, от 29.06.2006 года №137-3, от 20.07.2006 года №162-3, от 14.06.2007 года №239-3, от 31.12.2009 года №114-3, от 30.11.2010 года №196-3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 26.09.2014.
4. Взрывобезопасность. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.1.010–76\* (СТ СЭВ 3517–81). – Введ. 01–01–78. – М. : Госстрой СССР, 1976. – 7 с. – (Система стандартов безопасности труда).
5. Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik : EN 1127-1 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – CEN, 2007. – das Regime des Zugriffes : [http://www.en-standard.eu/csn-en-1127-1-ed-2-explosive-atmospheres-explosion-prevention-and-protection-part-1-basic-concepts-and-methodology/?gclid=CNzKz9uz\\_sACFW3JtAod5gsAkw](http://www.en-standard.eu/csn-en-1127-1-ed-2-explosive-atmospheres-explosion-prevention-and-protection-part-1-basic-concepts-and-methodology/?gclid=CNzKz9uz_sACFW3JtAod5gsAkw). – das Datum des Zugriffes: 06.02.2015.

## ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Основина Л.Г.<sup>1</sup>, к.т.н, доцент, Старосто Р.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

<sup>2</sup>Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В процессе трудовой деятельности и в бытовых условиях люди из-за личной неосторожности получают травмы. Наибольший уровень травматизма отмечается у мужчин, имеющих возраст 20 - 49 лет, а у женщин – 30 - 59 лет. Вместе с тем, отмечается, что травматизм у мужчин выше во всех возрастных группах [1].

Ежегодно по данным Всемирной организации здравоохранения в мире в результате травм и несчастных случаев погибает более пяти миллионов человек, что составляет примерно 9 % от общего числа смертей, а сам травматизм

является одной из основных причин в структуре экономических потерь. Следует отметить, что более 70 % смертности от внешних причин приходится на трудоспособный возраст.

Состояние охраны труда требует принятия мер на государственном уровне, поскольку касается практически всех видов экономической деятельности, охватывает весь производственный потенциал и существенно влияет на устойчивое экономическое развитие государства.

Обеспечение безопасности является одной из приоритетных в существовании любого государства. Самые разные сферы жизни общества непосредственно затрагиваются ею. Поэтому соблюдению правил пожарной безопасности в целях защиты жизни и здоровья работников, сохранения государственного имущества должно уделяться особое внимание.

Статистический анализ производственного травматизма в Республике Беларусь за 2016 – 2017 годы показывает, что количество потерпевших на производстве, получивших тяжелые производственные травмы (январь – декабрь 2017 года в сравнении с январем - декабрем 2016 года) в Республике Беларусь уменьшилось на 4,5 %, в том числе, по областям: Витебской на 27,6 %, Гродненской на 18,7 %, Гомельской на 11,7 %, Брестской на 6,1 % и г. Минску на 2,7 %. В то же время этот показатель в Минской области увеличился на 10,7 %, в Могилевской на 7,2 %.

Анализ причин, приводящих к несчастным случаям, проведенный за январь-декабрь 2017 года показывает, что наибольшее количество несчастных случаев происходят по организационным причинам – от 17,6 до 21,1 %, невыполнения руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 14,8 - 15,5 %, также по личной неосторожности потерпевшего - 0,5 – 9,6 %. С учетом постоянного совершенствования технических систем травматизм составляет 0,7 – 0,8 %, несовершенства, несоответствия технологического процесса требованиям по охране труда – 1,1 - 1,2 %. Отсутствие, некачественная разработка проектной документации приводит к тому, что возникают травмы в 0,5 - 1,7 % случаев. На практике бывают случаи эксплуатации неисправных машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств, которые составляют 1,6 - 2,3 %, а также требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента приводящие к 2,9 - 4,3 % травм.

В то же время имеются случаи неудовлетворительного содержания и недостатки в организации рабочих мест, приводящие к травмам в 4,5 - 4,8 % случаев.

Следовательно, обеспечение безопасности объектов с на сегодняшний день является актуальным вопросом обеспечения безопасности людей и объектов в целом.

Исходя из текущего состояния охраны труда на основании отчета о функционировании Системы устанавливаются цели в области ОТ. Цели должны быть направлены на усовершенствование Системы, реализацию политики в области ОТ и решением вопросов, связанных с устранением (снижением) «неприемлемых», «высоких» и «умеренных» рисков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. День профилактики травматизма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bsmu.by/page/3/5546/> – Дата доступа: 04. 11. 2018.

2. Беларусь намерена следовать концепции «нулевого травматизма» в сфере охраны труда – Старовойтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/belarus-namerena-sledovat-kontseptsii-nulevogo-travmatizma-v-sfere-ohrany-truda-starovojtov-300272-2018/>. – Дата доступа: 04. 06. 2018.

3. Официальный сайт Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mintrud.gov.by/ru> - Дата доступа: 04. 06. 2018.

## ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УЗБЕКИСТАНА

*Петросова Л.И., к.т.н., доцент*

*Сулейманов Р.Ш., магистр*

*Абдуваитов Ш., бакалавр*

Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова

В 2017 году Президент республики Узбекистан подписал Указ о пяти приоритетных направлениях на 2017-2021гг. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». Четвертое направление - «развитие социальной сферы», направленно на совершенствование системы социальной защиты и охраны здоровья граждан, повышение социально-политической активности женщин, развитие сферы образования, культуры, науки. В целях реализации данного указа на всех предприятиях республики усилена работа по обеспечению безопасности труда работников.

По результатам проведенного анализа международной организации труда (МОТ) уровень производственного травматизма и профзаболеваемости в республике Узбекистан существенно отличается по отраслям (рисунок 1).

Распределение несчастных случаев по отраслям экономики в 2010г.

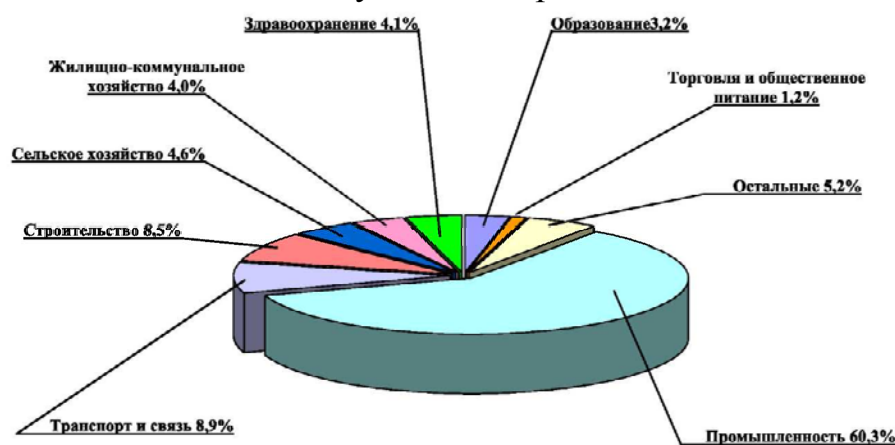


Рисунок 1 – Диаграмма несчастных случаев

Так, наибольшее количество несчастных случаев зарегистрировано в сельском хозяйстве (14%), далее следуют машиностроение и металлообработка (12%), лесная и деревообрабатывающая промышленность (8%), пищевая (5%), угольная (4%), химическая промышленность и черная металлургия (по 2%), электроэнергетика и нефтеперерабатывающая промышленность (по 1%). Профессиональным заболеваниям и острым отравлениям в 2012 г. в наибольшей степени были подвержены работники угольной промышленности (14,4%), машиностроения и металлообработки (11%), сельского хозяйства (7,2%), черной металлургии (2,9%). В химической промышленности этот показатель составил 2,2%, в цветной металлургии – 1,5%, в лесной и деревообрабатывающей промышленности – 1,3%.

Основной причиной несчастных случаев является человеческий фактор, а именно низкая квалификация сотрудников и недисциплинированность рабочих. На рисунке 2 приведена диаграмма причин производственного травматизма.

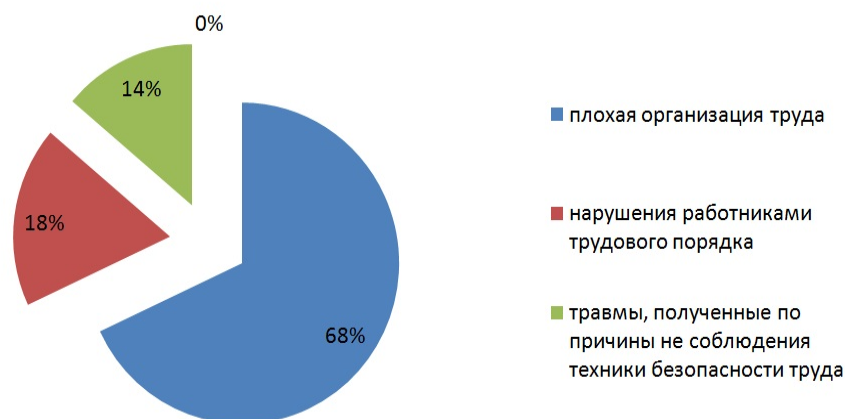


Рисунок 2 – Причины производственного травматизма

Для решения этих задач, согласно Постановления кабинета министров республики Узбекистан №263 «О дальнейшем совершенствовании мер по охране труда работников» с 2014 года, введен специальный раздел по охране труда в учебные программы по соответствующим техническим специальностям высших учебных заведений.

Для повышения уровня знаний по охране труда руководителей и специалистов в органах управления и на предприятиях организуются курсы, семинары, лекции, консультации с привлечением специалистов органов государственного надзора, Республиканского научного центра занятости, охраны труда и социальной защиты населения при Министерстве труда и социальной защиты населения.

Для уменьшения производственного травматизма руководители предприятий составляют план мероприятий по устранению причин:

- технических (несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки оборудования, приспособлений, инструментов и др);
- организационных (недостатки в содержании территории, проездов, проходов; нарушение правил эксплуатации оборудования, транспортных

средств, инструмента; недостатки в организации рабочих мест; нарушение технологического регламента; нарушение правил и др.);

– санитарно-гигиенических (повышенное (выше ПДК) содержание в воздухе рабочих зон вредных веществ; недостаточное или нерациональное освещение; повышенные уровни шума, вибрации; неблагоприятные метеорологические условия и др.);

– личностные (психофизиологические) – (физические и нервно-психические перегрузки работающего, нарушение работниками трудовой дисциплины, опьянение на рабочем месте, умышленное самотравмирование, переутомление, плохое здоровье и др.).

Нередко несчастный случай на производстве связан с отсутствием, низким качеством или неправильным использованием средств индивидуальной защиты. Обеспечение надежными СИЗ способствует повышению уровня безопасности труда, снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, повышению производительности труда.

Анализ применения СИЗ рук во время выполнения операций различного рода, включая горные, строительные, погрузочно-разгрузочные, сельскохозяйственные работы и др. показал, что из-за неудобства в носке брезентовых перчаток рабочие получают различные виды травмирования – порезы, зачастую глубокие.

На кафедре «Безопасность жизнедеятельности» ТашГТУ был разработан более совершенный вид рукавицы, позволяющий удерживать ее на запястье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. УКАЗ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» г. Ташкент, 7 февраля 2017 г., № УП-4947.

2. Постановление кабинета министров республики Узбекистан №263 «О дальнейшем совершенствовании мер по охране труда работников». Ташкент. 15 сентября 2014 г.

3. Петросова Л.И. Одилова М. Модернизация средств индивидуальной защиты для уменьшения травмирования рук спасателей. Международная научно-практическая конференция «Внедрение результатов научных исследований в практическую деятельность оперативных служб МЧС и ГСЧС для определения критериев рисков ЧС и определение степени риска их возникновения» Сборник научных статей. Ташкент., 2018г. с.86

## СЕКЦИЯ № 3 «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ»

### РАЗРАБОТКА СЕМЕЙСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПИРОМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

*Гарелина С.А., к.т.н., доцент<sup>1</sup>*  
*Латышенко К.П. д.т.н., профессор<sup>1</sup>*  
*Фрунзе А.В., д.т.н., профессор<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Академия гражданской защиты МЧС России

<sup>2</sup> НТТП «Термоконт»

Пирометрию относят к дистанционному и неразрушающему методу контроля (измерения) температуры [1]. Она основана на измерении электромагнитных волн, излучаемых нагретыми телами.

Пирометры классифицируют следующим образом:

- частичного излучения (измеряют плотность интегрального излучения);
- полного излучения (энергетические), они измеряют спектральную интенсивность излучения на определенной длине волны;
- спектрального отношения, когда измеряют отношение спектральной интенсивности на двух разных и удаленных друг от друга длинах волн.

Пирометры полного излучения, например, измеряют температуру объекта  $-50 - 400$  °С с погрешностью  $\pm(4 - 8)$  °С и температуру от  $400$  до  $2500$  °С с погрешностью  $\pm(0,5 - 1,0)$  % [1].

Принцип действия энергетического пирометра основан на том, что поток излучения от нагретого объекта через светофильтр фокусируется объективом на приемник (батарею термопар или фотоприемник). Приемник генерирует ЭДС (ток), который поступает в усилитель, аналогово-цифровой преобразователь, микропроцессор (микроконтроллер) и на вторичный прибор [2].

Схема энергетического фотодиодного пирометра с логарифмическими преобразователями тока в напряжение приведена на рисунок 1 [3].

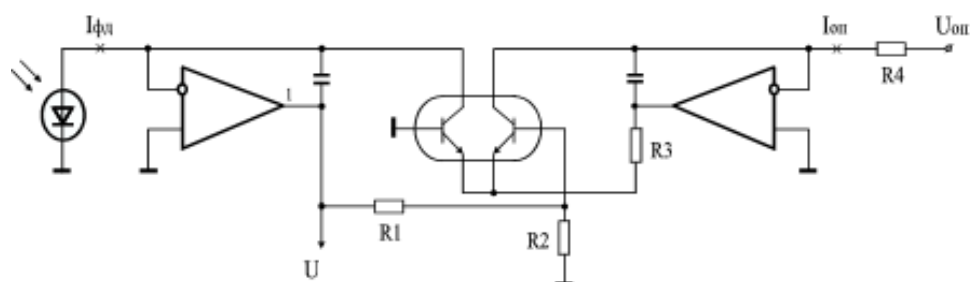


Рисунок 1 – Электрическая схема пирометра с логарифмирующим преобразователем

Математическая модель статической характеристики энергетического фотодиодного пирометра имеет вид

$$U = \alpha \frac{R_1 + R_2}{R_2} \ln \left( \frac{I_{\text{оп}}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T} \right) + \xi, \quad (1)$$

где  $\alpha$ ,  $c_2$ ,  $\varphi$  – константа;  $T$  – измеряемая температура;  $I_{\text{оп}}$  – опорное напряжение фотодиода;  $\frac{R_1 + R_2}{R_2}$  – коэффициент усиления логарифматора;  $\lambda$  – длина волны излучения;  $\xi$  – собственные шумы схемы.

Статическая характеристика пирометра  $U = f(T)$  показана на рисунке 2.

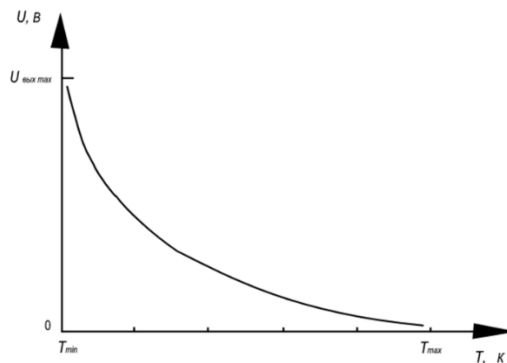


Рисунок 2 – Статическая характеристика пирометра  $U = f(T)$

Статическая характеристика пирометра (математическая модель (1) и рис. 2) имеет нелинейный характер.

Чувствительность пирометра  $S$  равна

$$S = \frac{dU}{dT} = -\alpha \frac{R_1 + R_2}{R_2} \frac{c_2}{\lambda T^2}. \quad (2)$$

Из анализа (1, 2) и рисунка 2 следует следующее:

– чувствительность и, следовательно, статическая характеристика пирометра нелинейны;

– с ростом температуры  $T$  величина чувствительности уменьшается.

Из (1) абсолютная погрешность  $\Delta U$  пирометра равна

$$\begin{aligned} \Delta U = & \alpha \frac{1}{R_2} \left( \ln \frac{I_{\text{оп}}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T} \right) \Delta R_1 + \alpha \frac{R_1}{R_2^2} \left( \ln \frac{I_{\text{оп}}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T} \right) \Delta R_2 + \\ & + \alpha \frac{R_1 + R_2}{R_2} \frac{1}{I_{\text{оп}}} \Delta I_{\text{оп}} + \alpha \frac{R_1 + R_2}{R_2} \frac{c_2}{\lambda^2 T} \Delta \lambda + \xi, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $\Delta R_1$ ,  $\Delta R_2$ ,  $\Delta I_{\text{оп}}$  и  $\Delta \lambda$  – абсолютные изменения соответствующих неинформативных параметров.

Относительная погрешность  $\delta U$  пирометра равна

$$\begin{aligned} \delta U = & \frac{R_1 + R_2}{R_2} \delta R_1 + \frac{R_1 + R_2}{R_2} \delta R_2 + \frac{1}{\ln \frac{I_{\text{оп}}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T}} \delta I_{\text{оп}} + \frac{c_2}{\left( \ln \frac{I_{\text{оп}}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T} \right) T} \delta \lambda \\ & + \xi, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\delta R_1$ ,  $\delta R_2$ ,  $\delta I_{оп}$  и  $\delta \lambda$  – относительные изменения соответствующих неинформативных параметров.

Среднеквадратическая погрешность (СКП)  $\sigma$  пирометра равна

$$\sigma = \left\{ \left( \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)^2 (1 - R) (\sigma_{R_1}^2 + \sigma_{R_2}^2) + \left( \frac{1}{\ln \frac{I_{оп}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda T}} \right)^2 \sigma_{I_{оп}}^2 + \left( \frac{c_2}{\left( \ln \frac{I_{оп}}{\varphi} + \frac{c_2}{\lambda^2 T} \right) T} \right)^2 \sigma_{\lambda}^2 + \sigma_{\xi}^2 \right\}^{1/2} \quad (5)$$

где  $\sigma_{R1}$ ,  $\sigma_{R2}$ ,  $\sigma_{I_{оп}}$ ,  $\sigma_{\lambda}$  и  $\sigma_{\xi}$  – СКП соответствующих неинформативных параметров.

В выражениях математических моделей относительной погрешности  $\delta U$  (4) и СКП  $\sigma$  (5) пирометра можно выделить аддитивную (первый, второй и пятый члены) и мультипликативную составляющие.

Выражение СКП  $\sigma$  (5) использовано в качестве критерия качества методики оптимального проектирования пирометров [4], в результате чего было спроектировано семейство пирометров «Диэлтест» (рисунок 3).

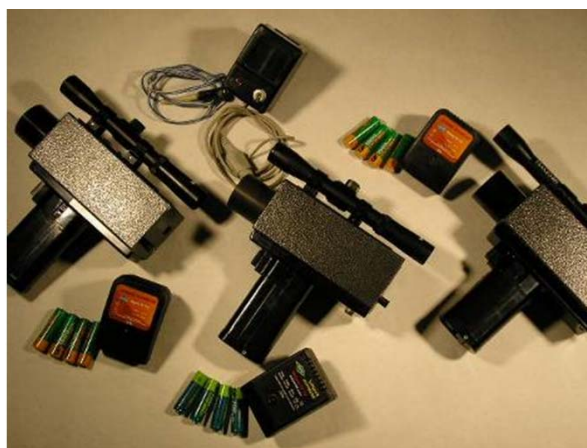


Рисунок 3 – Модельный ряд пирометров «Диэлтест»

## ЛИТЕРАТУРА

1. Латышенко, К.П. Технические измерения и приборы. Том 1. Книга 1 / К.П. Латышенко. – М.: Юрайт, 2018. – 250 с.
2. Фрунзе А.В. Техника для пирометрии / А.В. Фрунзе. – Saarbrücken, Deutschland, LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 201 с.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х т. Т.2. Пер. с англ. – Изд. 3-е. – М.: Мир, 1986. – 590 с.
4. Кораблёв И.В. Расчёт и проектирование автоматических средств контроля технологических процессов, М.: МИХМ, 1985. – 68 с.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСУДОВ И АППАРАТОВ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

*Короткевич С.Г., Титов В.В.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Метод акустико-эмиссионной диагностики в настоящее время в Республике Беларусь является одним из основных видов неразрушающего контроля [1]. Благодаря значительному прогрессу в электронной и вычислительной технике, а также в области фундаментальных исследований физики прочности и разрушения материалов данное направление исследований нашло широкое применение в промышленности.

Основными областями применения акустико-эмиссионного контроля являются нефтегазовая и химическая промышленность, трубопрокатные и металлургические предприятия, тепловая и атомная энергетика, железнодорожный транспорт, подъемные сооружения, мостовые конструкции, авиационно-космическая техника, бетонные и железобетонные сооружения, а также сосуды с жидкостями. Универсальность применения относится и к поверхности материала, это могут быть стали и их сплавы, композиционные и керамические материалы, железобетон и др.

Метод акустической эмиссии заключается в обнаружении, регистрации и анализе упругих колебаний, возникающих при развитии различных дефектов в материале конструкции [2]. Основной принцип диагностики заключается в пассивном сборе информации с множества звуковых (и ультразвуковых) датчиков, её локализации и обработке для последующего определения зоны и степени износа конструкции. Эффект акустической эмиссии может использоваться для выявления образования внутренних дефектов ещё на начальной стадии разрушения материала [3].

В наше время неразрушающий контроль методом акустической эмиссии является современным и наиболее эффективным способом проверки на дефекты сварных соединений широкого ряда технологического оборудования работающего под избыточным давлением. В целях обеспечения промышленной безопасности в Республике Беларусь актуальность применения данного метода контроля обусловлена большим количеством работающих промышленных предприятий, где задействовано в технологическом процессе значительное количество горючих газов, легковоспламеняющихся и ядовитых жидкостей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля : СТБ ISO 9712-2016. – Введ. 29.12.16 (с отменой на территории СТБ EN 473-2011). – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 27 с.

2. Грешников, В.А. Акустическая эмиссия: применение для испытаний материалов и изделий / В. А. Грешников, Ю. Б. Дробот – М. :Изд-во стандартов, 1976. – 276 с.

3. Семашко, Н.А. Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении / Н.А. Семашко, В.И. Шпорт, Б.Н. Марьин – М. : Машиностроение, 2002. – 239 с.

## РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА В ЛЕСНОМ ФОНДЕ ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ЗА ПОЖАРООПАСНЫЙ СЕЗОН

*Крот А.А., слушатель магистратуры,  
Дмитракович Н.М., кандидат технических наук*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Лесные пожары справедливо считаются во всем мире одними из крупнейших по охвату территорий чрезвычайными ситуациями. Следствием пожаров является снижение качественного и породного состава лесного фонда, экологических функций лесов, трансформация территорий, покрытых лесом, а также частичная или полная потеря насаждений. Ежегодно происходящие в всем мире лесные пожары значительные территории, покрытые лесом, а на борьбу с ними привлекаются огромные человеческие и материальные ресурсы [1].

В Гомельской области, согласно данных Государственного учреждения «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь» [2], в 2018 году произошло 228 пожаров в природных экосистемах, которыми пройдено 196,054 га земель, в том числе 122 пожаров в лесах на площади 156,69 га, 35 пожаров травы и кустарников на площади 23,265 га и 71 торфяной пожар на площади 16,099 га (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические данные о лесных пожарах по Гомельской области

Вид пожара	Количество пожаров	Максимальная площадь пожара. (га)	Силы и средства МЧС		Отработано подразделения ми МЧС		Дополнительные силы:					
			ед. тех.	л/с	мото/ часов	чел./ часов	Минлесхоз.			Др. собственники		
							ед. тех.	л/с	отработано часов	ед. тех.	л/с	отработано часов
лес	122	156,69	55	149	492,47	112,41	464	1831	244,18	27	109	27,25
трава, куст	35	23,265	44	132	86,25	491,3	48	147	30,41	23	75	75,29
торф	71	16,099	100	363	417,23	2125,53	10	22	37,24	83	266	457,25
<b>ИТОГО</b>	<b>228</b>	<b>196,054</b>	<b>199</b>	<b>644</b>	<b>615,89</b>	<b>3109,3</b>	<b>522</b>	<b>2000</b>	<b>312,23</b>	<b>133</b>	<b>454</b>	<b>558,57</b>

### Экономический ущерб от общего числа пожаров в лесном фонде.

Для оценки величины потерь древесины необходимо определить общий объем древесины на пройденных огнем покрытых лесом землях и распределение его по основным деревообразующим породам. По Гомельскому государственному

производственному лесохозяйственному объединению (далее – Гомельское ПЛХО) запас древесины на один гектар покрытых лесом площадей приходится -  $206 \text{ м}^3/\text{га}$  [3].

Запас древесины на общей площади пройденной пожарами в лесах, определяем по формуле:

$$V_{\text{зап.др}} = V_{\text{ср.зап.др}} \cdot S_{\text{общ.пож}} \quad (1)$$

где  $V_{\text{зап.др}}$  - запас древесины на общей площади пройденной пожарами в лесах,  $V_{\text{ср. зап.др}}$  - запас древесины на один гектар покрытых лесом площадей в Гомельском ПЛХО (принимая равным  $206 \text{ м}^3/\text{га}$ ),  $S_{\text{общ.пож.}}$  - общая площадь лесных пожаров на территории Гомельского ПЛХО.

$$V_{\text{зап.др.}} = 206 \text{ м}^3/\text{га} \cdot 156,69 \text{ га} = 32896,14 \text{ м}^3.$$

Распределение лесов по преобладающим породам можно отразить следующими процентами: сосновые насаждения - 60,6 %, Береза - 20,6 %, Ольха черная - 8,7 %, Дуб - 6,8 %, Ель - 1,2 %, Осина - 1,2 %, Клен, ясень, граб - 0,7 %, Прочие породы - 0,2 % [3].

По породам распределение древесины будет следующим образом:

$$V_{\text{сосна зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 60,6 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 60,6 \% = 19935,1 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{береза зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 20,6 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 20,6 \% = 6776,6 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ольха. черн зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 8,7 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 8,7 \% = 2862 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{дуб зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 6,8 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 6,8 \% = 2237,6 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ель зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 1,2 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 1,2 \% = 394,8 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{осина зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 1,2 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 1,2 \% = 394,8 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{клен, ясень, граб зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 0,7 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 0,7 \% = 230,7 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{проч. пород зап.др.}} = V_{\text{зап.др.}} \cdot 0,2 \% = 32896,14 \text{ м}^3 \cdot 0,2 \% = 65,8 \text{ м}^3$$

Согласно исследованиям, изложенным в [4 таб. 6, 5] при определении общих потерь древесины, поврежденной пожарами, возникшими за пожароопасный сезон, средний процент отпада для основных лесобразующих пород от общего запаса на пройденных огнем площади, принимается для I степени (слабой) повреждения древостоя: сосна – 10%, береза, ольха – 10%, ель – 20%, для мягколиственных (осина) – 25%, для твердолиственных (дуб, граб, ясень, клен и пр. пород) – 5%.

Эти показатели установлены с учетом вида и интенсивности пожара, устойчивости древесной породы к тепловому воздействию и среднего ее диаметра.

Размер потерь древесины по отдельным породам и их общий объем ( $V_{\text{общ}}$ ) вычисляется вычислим по следующей формуле:

$$V_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^i V_i \text{ ср.зап.др} \cdot \% \text{ отпада} \quad (2)$$

где,  $V_i$  – объем древесины по породам, % отпада - процент отпада для  $i$  - го элемента.

$$\begin{aligned} V_{\text{общ}} &= V_{\text{сосна зап. др.}} \cdot 0,10 + V_{\text{береза зап. др.}} \cdot 0,10 + V_{\text{ольха. черн др.}} \cdot 0,10 + \\ &+ V_{\text{дуб зап. др.}} \cdot 0,05 + V_{\text{ель зап. др.}} \cdot 0,20 + V_{\text{осина зап. др.}} \cdot 0,25 + \\ &+ V_{\text{клен, ясень, граб зап. др.}} \cdot 0,05 + V_{\text{проч. пород зап. др.}} \cdot 0,05 = \\ &= 1993,51 + 677,66 + 286,2 + 111,88 + 78,96 + 98,7 + 11,535 + 3,29 = \\ &3261,7 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Таксовая стоимость на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню, в 2018 году, определенная согласно [6].

Стоимость древесины, отпускаемой на корню, определяется согласно размеру такс с 1-го по 5-й разряд. В пределах разряда таксы на древесину каждой породы даются отдельно на деловую древесину по категориям крупности (крупная, средняя, мелкая) и дрова.

Согласно [3] по возрастной структуре леса Гомельской области подразделяются на: молодняки - 21,3 %, средневозрастные - 39,3 %, припевающие - 23,9 %, спелые и перестойные - 15,5 %. Поэтому примем приобладающую древесину - средняя деловая древесина. В соответствии с [6] такса первого разряда за 1 плотный м куб. средней деловой древесины без коры будет составлять: для сосны 11,41 бел. рублей, для березы 3,73 бел. рублей, для ольхи черной 3,73 бел. рублей, для дуба 22,83 бел. рублей, для ели 10,00 бел. рублей, для осины 0,74 бел. рублей, для клена, ясеня 22,83 бел. рублей, для прочих пород примем 3,73 бел. рублей.

Определенный по этим ставкам ущерб от потерь древесины ( $U_{\text{п. др.}}$ ) на покрытых лесом землях, пройденных пожарами, составит:

$$U_{\text{п. др.}} = 1993,51 \cdot 11,41 + 677,66 \cdot 3,73 + 286,2 \cdot 3,73 + 111,88 \cdot 22,83 + 78,96 \cdot 10,0 + 98,7 \cdot 0,74 + 11,535 \cdot 22,83 + 3,29 \cdot 3,73 = 30\,033,62 \text{ белорусских рублей.}$$

Вычисления заложенные в данной методике достаточно просты поэтому могут быть легко автоматизированы с использованием стандартных компьютерных программ, например Excel.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mlh.by/our-main-activites/safety-and-security/ot-pozharov/> - дата обращения 10.03.2019).

2. Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Республики Беларусь\ Информационный обзор пожаров в природных экосистемах за 2018 год.

3. Сайт Гомельского Государственного производственного лесохозяйственного объединения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plho.by> - дата обращения 28.02.2019.

4. «Практические рекомендации по диагностике послепожарного состояния насаждений основных лесобразующих пород и ведению в них хозяйства» РД РБ 02080.023-2005.

5. Экспресс - методик определения эколог-экономического ущерба от лесных пожаров/ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации/ Федеральное агентство лесного хозяйства/ ФГУ «Дальневосточный научно исследовательский институт лесного хозяйства»/ Хабаровск, 2010 г., с 15.

6. Постановление Совета Министров от 28 декабря 2017 года № 1033 «Об установлении таксовой стоимости на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню, в 2018 году».

7. Крот А.А., Дмитракович Н.М. Экономическая оценка ущерба от лесных пожаров/ А.А. Крот, Н.М. Дмитракович // Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций: сб. материалов II Международной очной научно-практической конференции, Минск: УГЗ, 2018. – 207 с. – С. 83-88.

8. Крот А.А., Мысло Т.В. Опасные факторы пожара на территории Республики Беларусь и оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций: история вопроса / А.А. Крот, Т.В. Мысло // Вестник Полесского государственного университета: серия общественных и государственных наук – 2018. №2. – С. 31-40.

## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ДЕСТРУКЦИЕЙ ФУНДАМЕНТОВ И НАДФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*Пасовец В.Н.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент; Ковтун В.А.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор;  
Короткевич С.Г.<sup>1</sup>, м.т.н.; Миховский М.<sup>2</sup>, д.т.н., профессор;  
Мирчев Й.<sup>2</sup>, к.т.н.*

<sup>1</sup> Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

<sup>2</sup> Институт механики Болгарской академии наук

С каждым годом затраты, связанные с обслуживанием сложных строительных конструкций военного и гражданского назначения, неуклонно возрастают, причем для проведения регламентных ремонтных работ требуются все большие объемы финансирования. Данная тенденция наблюдается как за счет ежегодного увеличения количества обслуживаемых объектов, так и за счет естественного старения зданий и сооружений и снижения коэффициента запаса прочности, что связано со снижением материалоемкости конструкций. Временное прекращение эксплуатации таких объектов как горнодобывающие шахты, морские буровые установки, нефтяные и газовые перекачивающие станции, аэропорты, пешеходные, автомобильные и железнодорожные мосты, а также других сооружений на профилактические и регламентные ремонтные работы обходится чрезвычайно дорого. Бездействие в такой ситуации неизбежно приведет к выходу из строя несущих конструкций таких объектов и как следствие к техногенным катастрофам, ликвидация которых в денежном эквиваленте соизмерима с бюджетом отрасли. Вполне очевидно, что в этом случае необходима разработка новых подходов для непрерывного мониторинга функционирования сложных

строительных конструкций в реальном масштабе времени, обладающих предсказательной возможностью ее безопасного срока эксплуатации.

Необходимость создания систем мониторинга строительных конструкций также вытекает из того факта, что объекты инфраструктуры как гражданского, так и военного назначения находятся в эксплуатации уже многие годы. Как ожидается, многие объекты, созданные 20 – 30 лет тому назад, будут продолжать эксплуатироваться в ближайшем будущем. Снижение вероятности техногенных катастроф при дальнейшей эксплуатации, например, пешеходных, автомобильных, железнодорожных мостов и других промышленных объектов возможно только при наличии систем контроля, адекватно отображающих как целостность конструкций, так безопасность эксплуатации. Необходимо отметить, что мониторинг позволит устранить дорогой, а также иногда непомерно частый и необоснованный ремонт. Кроме того, с вводом в эксплуатацию новых военных и промышленных объектов, плавучих буровых установок, уникальных зданий и т.д., требующих применения применением новых материалов и новых конструкторских решений, потребность мониторинга их технического состояния и прогнозирования срока службы становится чрезвычайно важной задачей.

В США ведущими научно-исследовательскими центрами, такими как NASA Langley Research Center, Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Los Alamos National Laboratory, Naval Research Laboratory, с 2000 года интенсивно ведутся работы по программе SHM (Structural Health Monitoring), цель которой заключается в разработке расчетных и экспериментальных методов отслеживания технического состояния конструкций в целом по их собственным деформационным и акустическим колебаниям в условиях старения и экстремальных воздействий, а также систем диагностики на их основе. Необходимо отметить, что в статистической постановке концепция мониторинга ресурса и состояния конструкций предполагает решение следующих задач: оперативная оценка; сбор и селекция данных; выделение параметров и обработка данных; разработка статистических моделей и критериев для выявления особенностей снижения ресурса. В результате выполнения этих исследований и разработок был сделан вывод о том, что создание систем мониторинга и диагностики сдерживается в первую очередь отсутствием сверхширокополосных сенсоров динамической деформации генераторного типа, чувствительность которых на порядок превосходит чувствительность современных аналогов на основе полупроводниковых материалов.

Все вышесказанное определяет актуальность решения проблемы создания систем непрерывного мониторинга функционирования сложных конструкций в реальном масштабе времени на основе применения новых датчиков динамической деформации и новых технологий анализа состояния объекта.

Широко используемые в настоящее время системы неразрушающего контроля (СНК) – ультразвуковая дефектоскопия, магнитная рентгенография, акустическая эмиссия, метод проникающих жидкостей и т.д., хорошо зарекомендовали себя на стадии производства отдельных компонентов сложных

систем, но оказались малопригодными для мониторинга сложных и ответственных конструкций во время всего срока эксплуатации. Поэтому не удивительно, что системы непрерывного мониторинга (СНМ) появились как естественное развитие традиционных технологий СНК, чтобы удовлетворить новым техническим условиям и требованиям. Более того, в связи с бурным развитием вычислительной техники, электроники, устройств сбора данных, систем передачи информации с использованием радио- и оптоволоконной связи задача разработки систем непрерывного мониторинга стала реально выполнимой. Существенное отличие систем непрерывного мониторинга от традиционных концепций неразрушающего контроля заключается в том, что окончательная цель СНМ – установление истинного срока службы конструкции в автоматическом режиме с минимальными трудозатратами.

Технология контроля СНМ включает четыре уровня: определение существования повреждения в конструкции; определение типа повреждения и его локализация; классификация серьезности повреждения; прогноз остающегося срока службы, основанного на оценке степени влияния эксплуатационных условий на повреждение конструкции.

Основными задачами, решаемыми с помощью СНМ являются: сбор первичной информации от датчиков на объекте и передача информации в центр мониторинга технического состояния; визуализация информации с объекта; анализ информации с датчиков объекта с проведением оценки состояния объекта, выявления критичности состояния объекта и формирование отчёта о критическом состоянии объекта; визуализация отчёта о критическом состоянии объекта с одновременным определением адреса объекта и оповещением органов аварийно-восстановительной службы, органов и подразделений МЧС, администрации населенного пункта.

Системы непрерывного мониторинга для строительных конструкций в ближайшем будущем непременно войдут в число стандартизованных методик при условии опережающего развития технологий производства чувствительных элементов, специально предназначенных для данных систем, и создания алгоритма обработки информации, поступающей с системы датчиков. С учетом того обстоятельства, что стоимость обслуживания объектов военного и гражданского назначения увеличивается неожиданно быстро и определяется растущими финансовыми потребностями стареющей инфраструктуры. Поэтому проведение исследований в области создания СНМ является одним из приоритетных направлений научно-исследовательской деятельности в Республике Беларусь. Например, одной из главных причин высокой стоимости обслуживания мостов является тот факт, что проверку технического состояния конструкций специалисты выполняют вручную, причем с увеличением времени эксплуатации требуется проведение дополнительной инспекции, что опять же увеличивает стоимость обслуживания, которая может уменьшиться только при использовании мониторинга целостности конструкции, проводимого в режиме «он-лайн» СНМ, объективно отображающего состояние конструкции. Замена ежедневных инспекций, проводимых вручную, на автоматический мониторинг

позволит существенно уменьшить издержки, связанные с поддержанием жизненного цикла сложных конструкций. Таким образом, в Республике Беларусь имеет место потребность в надежных системах мониторинга состояния строительных конструкций, которые могут автоматически обрабатывать данные, оценивать техническое состояние и сигнализировать о необходимости вмешательства человека.

На сегодняшний день в различных отраслях промышленности, эксплуатируются объекты и используются технологии, представляющие потенциальную опасность для персонала, населения и окружающей среды, назрела необходимость применения систем непрерывного мониторинга в течение всего цикла эксплуатации объектов.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПУСКА И ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ МЕТОДОМ БЕЗРАЗБОРНОГО КОНТРОЛЯ ВЕЛИЧИНЫ ИЗНОСА ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ**

*Рассохин М.А., Елесина Ю.К., Пастухов К.В., Сащенко В.Н., Юркин А.В.*

Уральский институт ГПС МЧС России

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС), применяемый в конструкции большинства транспортных средств, является одним из наиболее дорогостоящих агрегатов, эксплуатационные затраты на него могут достигать 40% от всех транспортных расходов. Наиболее дорогостоящими и трудоемкими являются ремонты деталей цилиндра – поршневой группы (ЦПГ) и кривошипно – шатунного механизма (КШМ), общие затраты на ремонт которых приходится до 70% общих затрат на ремонт ДВС [1-3]. Снизить эксплуатационные расходы можно применив методы безразборного диагностирования, в частности методы оценки технического состояния ДВС по параметрам моторного масла.

По мнению авторов, наиболее эффективным методом является метод спектрального анализа моторного масла, отличающийся высокой информативностью и универсальностью, позволяющий производить качественный, а также количественный анализ моторных масел [3-6]. Выбор, в качестве объекта диагностирования, моторного масла, обусловлен большим количеством функций решаемых им. Помимо решения чисто трибологических задач, моторные масла выполняют ряд вспомогательных функций: транспортируют продукты износа, охлаждают поверхности, препятствуют коррозии, окислительным процессам, уплотняют поршень в цилиндре ДВС, шлам и сажу на фильтрующий элемент масляного фильтра и др.

Следовательно, моторное масло является носителем комплексной информации о состоянии двигателя и проводя исследования проб моторного масла можно получить информацию об интенсивности изнашивания трущихся деталей, работоспособности систем смазки, фильтрации воздуха и подачи топлива, своевременно находить отклонения в рабочем процессе ДВС [7-9].

Исследователями установлено, что наибольший износ деталей ЦПГ и КШМ двигателя происходит в момент его пуска и последующего прогрева [10,11]. С целью снижения износов двигателя, авторами была проведена работа по определению рациональных режимов пуска и прогрева по наличию продуктов износа в пробе масла, разработана методика проведения эксперимента, выбран способ отбора проб и проведена экспериментальная составляющая.

Для определения количества продуктов изнашивания в пробе масла был выбран стандартный метод многоэлементного анализа использованных и неиспользованных смазочных масел и базовых масел методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (СТ РК ASTM D 5185-2013). Основными критериями выбора метода анализа являлись: пределы обнаружения, рабочий аналитический диапазон концентраций, производительность, качество результатов, простота эксплуатации, доступность выбранных методик. Данный метод позволил не только определить общую массовую долю индикаторов износа в пробе масла, но и разделить их по элементам, что позволило диагностировать не только общее количество износа за единицу времени, но определить возможные источники происхождения продуктов износа (таблица 1).

Таблица 1 – Индикаторы износа и их возможные источники

Индикаторы	Возможные источники происхождения
Al	Блок цилиндров, поршни, компрессор, втулки масляного насоса, подшипники, масляный радиатор
B	Утечки системы охлаждения, примеси в смазке
C	Цилиндры, поршневые кольца
Cu	Подшипники, сердечник масляного радиатора
Fe	Цилиндры, поршневые кольца, привод клапанов, блок цилиндров, масляный насос, подшипники, шестерни
Pb	Подшипники, примеси в топливе
Si	Блок цилиндров, пыль на уплотнениях
Sn	Подшипники, поршни, элементы масляного радиатора, шатуны

Для обработки использовался спектрометр эмиссионный с индуктивно связанной плазмой Optima 8000 (далее спектрометр). Данный прибор предназначен для измерения элементного состава жидких проб (рисунок 1).

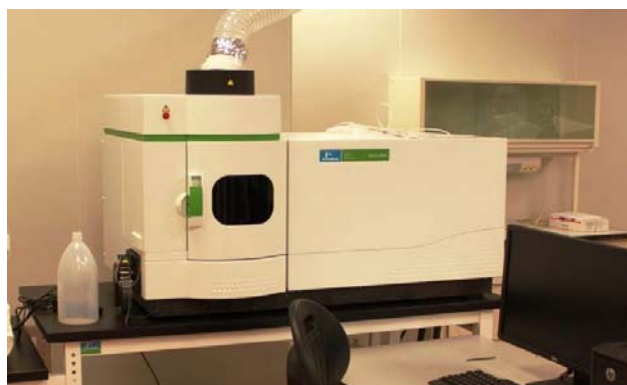


Рисунок 1 – Общий вид спектрометра Optima 8000

Для определения износов при пуске и прогреве проводился цикл из 10 пусков и прогревов, после каждого пуска и прогрева двигатель остывал до температуры окружающего воздуха, проба отбиралась после останова двигателя, через отверстие для масляного щупа, с помощью трубки, нижний конец которой срезан под углом порядка 45 градусов. При этом конец пробоотборной трубки погружался на 40 – 50 мм, не касаясь дна картера двигателя с целью предотвращения попадания шлама, грязи и осевших на дне механических примесей. Динамика концентрации продуктов износа в моторном масле определялась по приращению массовой доли индикаторов износа после каждого цикла.

По результатам экспериментальной части были разработаны рекомендации по выбору рационального режима прогрева двигателя в зависимости от температуры окружающего воздуха.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Овчаренко С.М., Минаков В.А. Оценка технического состояния деталей дизеля с применением нейронно-сетевой обработки данных // Контроль. Диагностика. - 2016. - №2. - С. 46-50.
2. Королев А.Е. Расчетно-экспериментальный метод определения допустимого износа двигателей // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. - 2016. - №1(32). - С. 135-139.
3. Перевалов А.С., Рассохин М.А., Жилин М.А., Сашенко В.Н. Повышение готовности пожарных автомобилей за счет внедрения методов диагностирования двигателей по анализу параметров картерного масла // Техносферная безопасность. - 2015. - № 4 (9). - С. 50-54.
4. Фитч Дж., Тройер Д. Анализ масел. Основы и применение /Пер. с англ.; под ред. Е.А.Новикова, М.В.Кирюхина. – СПб.: ЦОП "Профессия", 2014. 176 с.
5. Kim S.D., Lim J.M., Lee W. Kim Y.S., Nam S.H., Lee Y.I. Analytical Evaluation of electrothermal vaporization / low-pressure inductively coupled plasma atomic emission spectrometry for trace elemental analysis in microliter samples // Microchemical Journal. – 2004. – V. 78. – P. 127 – 134.
6. Verrept P., Dams R., Kurfiirst U. Electrothermal vaporization inductively coupled plasma atomic emission spectrometry for the analysis of solid samples: contribution to instrumentation and methodology // Fresen. J. Anal. Chem. – 1993. – V. 346. – P. 1035 – 1041.
7. Владимиров Д.И., Никоноров А.Н. Диагностирование дизелей по соотношению концентраций продуктов изнашивания в работавшем моторном масле // Евразийский научный журнал. - 2016. - №10. - С. 294-296.
8. Liu, Yong Failure Prediction of Power-Shift Steering Transmission Based on Oil Spectral Analysis // Diagnosis mechanism. – 2015. – P. 2620-2624.
9. Фитч Дж., Тройер Д. Анализ масел. Основы и применение / Пер. с англ.; под ред. Е.А.Новикова, М.В.Кирюхина. – СПб.: ЦОП "Профессия", 2014. 176 с.
10. Микулин Ю. В. Смазка и износ двигателя на пусковом режиме в условиях положительных и отрицательных температур воздуха // Энергомашиностроение. – 1969.- №1. – С. 12 – 16.

11. Боровских А. М. Исследование возможности облегчения пуска дизелей лесотранспортных машин в условиях низких температур: моногр. / А. М. Боровских; Федеральное агентство по образованию, Уральский гос. лесотехнический ун-т. Екатеринбург, 2008. – 203 с.

## SYSTEMS FOR ULTRASONIC INSPECTION OF PIPELINES

*Mihovski M. <sup>1</sup>, Dr. Eng. Sc., Professor;*

*Mirchev Y. <sup>1</sup>, Ph. D.;*

*Kovtun V. <sup>2</sup>, Dr. Eng. Sc., Professor;*

*Pasovets V. <sup>2</sup>, Ph. D., Associate professor*

<sup>1</sup> Institute of Mechanics of Bulgarian Academy of Sciences

<sup>2</sup> University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations  
of the Republic of Belarus

Over the past years automated ultrasound systems have been used to inspect pipelines providing high-speed testing and precision of results. Depending on which side of the pipe wall the automated ultrasonic systems are coupled, they are divided into scanning pipe from OD surface and scanning pipe from ID surface. The former are mainly used in production to inspect welded joints and base material. The latter are used in service to inspect the base material for damages caused by corrosion and erosion.

The implementation of mechanized system for pipe external inspection of welds began in 1959 with development of the first mechanized ultrasonic system "Rotascan" for inspection of girth welds patented by the Netherland Company RTD. It consisted of three flaw detectors with three single-element probes, two angle on each side of the welded joint and one normal. For the first time, a multi-channel automated inspection system using encoder was developed in 1972. It consisted of a four-channel instrument with four probes.

Later, single-element probes were replaced by multiple element phased array probes. The mechanisation used for pipe internal inspection automated systems started its development many years ago being developed to clean pipes from dirt, corrosion and deposits. Subsequently, automated systems, called intelligent pipe internal inspection systems, are developed. The earliest system, developed by Shell Development in 1961, applied electro-magnetic methods to collect information. For the first time an ultrasonic pipe internal automated system for corrosion inspection was developed in 1986. In 1997, it was introduced into an automated system and angle probes to detect crack type discontinuities.

Modern automated ultrasonic inspection systems apply the basic principles of ultrasonic inspection using phased array and time-of-flight diffraction techniques. Algorithms were More info about this article: <http://www.ndt.net/?id=23925> 28 developed to manage the transmission and receipt of several probes or probe elements at the same time, and to further process the scanning signal records displaying the information in the form of two-dimensional images [1]. The capability of the phased array probe to focus the ultrasonic beam in the inspection area and the small focal spot size of 2 mm allowed the welded joints to be inspected in separate zones. A new type

of Criteria for Assessment – Engineering critical assessing (ECA) was developed, subject to the principles of fracture mechanics and assessing discontinuities by their indication height.

This improved the probability of detection and sizing transverse discontinuities in welded joints oriented along the pipe radius. The use of focussed probes and zonal discrimination method for the welded joint defines the advantages of this method over the radiographic methods of weld inspection. The introduction of computerized control to collect information with several ultrasonic probes led to a reduction of inspection time and increased volume of inspected area in automated pipe internal inspection of the main material of in-service pipes. Methods of weld inspection using ionizing radiation sources and X-rays were replaced by a pipe external mechanized ultrasonic inspection of welds. The purpose of this paper is to determine the types of ultrasonic scanning systems available on the market and their images, and both capabilities and limitation of pipeline inspection techniques.

Pipelines are produced from seamless pipes or rolled sheets welded by longitudinal or spiral weld seam. Depending on the pipeline service conditions under specific safety class, the grade and dimensions of pipes are defined by normative documents. Approved steel grades and ranges for production of pipelines are given in API 5L, ISO 3183 EN, 10208-2 and ASME / ANSI B 36.10M. The most commonly used steel grades are X70 (around 63%) and X65 (about 12%) according to sales data from ArcelorMittal. The length of pipes produced for pipelines starts at 3m and can reach up to 15m. The outside pipe diameter starts at 20mm and reaches up to 1400mm. Seamless pipes are produced of an external diameter up to 400mm. Pipes of welded rolled sheets with spiral or longitudinal weld are produced to an outside diameter of 1000mm and with a longitudinal seam only of up to 1400mm outside diameter.

In the gas pipelines material, there is a significant quantity of defects that have arisen in the production process of pipes and welds as well as during their installation and operation. Defects occurred in the pipelines production process are: integrity damages of the basic material and in the welding joints, deviation in the physical-mechanical properties. The defects in the installation and construction of gas pipelines are related to pipe laying problems, disruption of the insulation coating, mechanical wear, and introduction of increased mechanical stress into material. In operation, defects are related above all to corrosion and erosion damages, changes in the mechanical stress condition, due to nature impacts, fatigue cracks, changes in the material structure at loads higher than the operational, etc. Data presented in [2] show that the percentages of external corrosion defects in service are 29%, of internal corrosion – 2.5%, due to installation mistakes – 23%, due to operation mistakes – 16% and due to pipe production in factories – 14%. In the event of defects that break the integrity of the gas pipeline, gas leakage occurs, often resulting in significant material losses (gas loss, fires, and atmospheric pollution) and, in some cases, death of people.

In recent years, the ultrasonic method with its various mechanised applications for pipe internal and pipe external inspection has proved itself as the most promising method of non-destructive inspection and diagnostics of discontinuities, mechanical condition and physical-mechanical properties.

In manufacture and installation of pipes, basic material and welded joints are inspected by the conventional ultrasonic techniques for manual inspection as set out respectively in the standards EN 10160 and EN 17640. The inspection is carried out in contact by single element normal and angle probes. During operation, the welded joints are re-examined according to the requirements of EN 17640 and the basic material is examined for corrosion and erosion defects according to the requirements of EN 14127.

The basic elements that make up an automated scanning system are: scanner head, battery, data collection devices, visualization, records, and contact medium supply. The scanner head includes a drive motor (system mechanisation), position encoders, contact medium distribution system, piezo-composite and / or ToFD probes and wedges (Photo 1). The data acquisition device includes an ultrasonic multiplexing system and a digital signal processing system. Through the multiplexing system each channel can be monitored as a separate instrument with a separate A-image, the operator can configure each ultrasound beam individually. By means of a microprocessor controlled by the control center various data can be collected and processed such as motor speed and direction of motion, temperature, monitored screen data, sampling interval, encoder calibration, etc.

The major manufacturers of automated ultrasonic inspection systems for pipelines are: Olympus Corporation – Canada, JIREH Industries – Canada, IMG Ultrasuoni – Italy, Phoenix Inspection Systems Ltd – England, APPLUS+RTD – Netherlands, DACON inspection services – Norway, ECHO+ – Russia Rosen and LinScan.

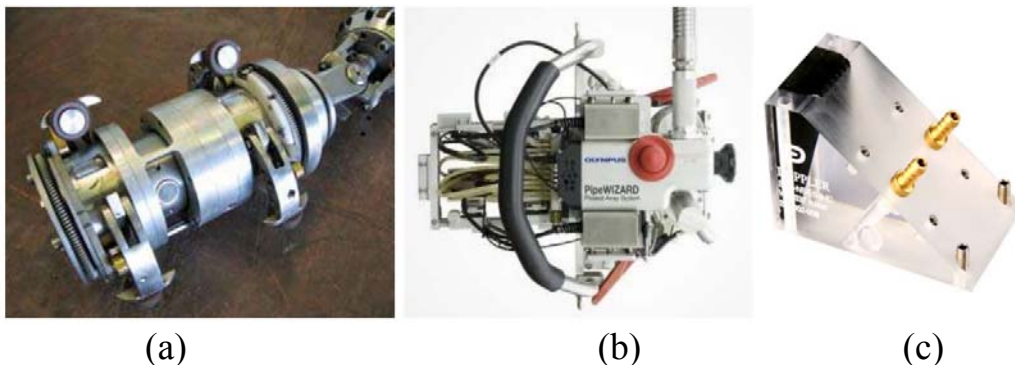


Photo 1 – Head of pipe internal (a) and pipe external (b) scanner and wedge (c).

The level of automation of the ultrasonic system is defined by the availability of the abovementioned basic elements. If all elements are included in the ultrasonic system, it reaches complete automation and is called an automated ultrasonic system. In the absence of one of the basic elements in the ultrasonic system, it is partially automated and is referred to as semiautomated. From the point of view of mechanization of the ultrasonic system, it is divided into manual and mechanized. Globally recognized scanning systems are three main groups: manual (time-based, free moving), semi-automated (with encoder, no motor), automated (with encoder and motor).

## REFERENCES

1. EN 16018:2011. Non-destructive testing – Terminology – Terms used in ultrasonic testing with phased arrays.
2. Konnov V.V. Integrated Remote Diagnostics of Underground Gas Pipelines., Territory NDT, 2013, №2, 42-54.

## СЕКЦИЯ № 4 «ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ»

### РАДИАЦИОННЫЙ РИСК ОБЛУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ МАЛЫМИ ДОЗАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ РЕСУРСОВ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ БЕЛАРУСИ

*Азовская Н.О., Перетрухин В.В., Чернушевич Г.А.*

Белорусский государственный технологический университет

Проблема малых доз ионизирующих излучений была и остается наиболее сложной, имеющей не только радиобиологическое, но и социально-экономическое значение. Исследования последствий воздействия ионизирующих излучений на здоровье людей, выполненные до чернобыльской аварии, показывают, что радиация является самым мощным канцерогенным фактором по уровню воздействия на людей и повышают риски появления врожденных дефектов и генетических болезней [1].

Данные о связи между повреждениями в генетическом аппарате и целым рядом тяжелых болезней позволяют сделать вывод, что не существует безопасной дозы облучения и что при любой, даже самой малой дозе облучения риск возникновения целого ряда заболеваний пропорционален дозе облучения.

Под влиянием ионизирующих излучений в организме происходят торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, расстройство деятельности желудочно-кишечного тракта, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям, увеличение числа лейкоцитов (лейкоцитоз), раннее старение [2].

В настоящее время наибольшая часть (70%) территорий радиоактивного загрязнения лесного фонда отнесена к зоне с периодическим радиационным контролем с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 37 кБк/м<sup>2</sup> до 185 кБк/м<sup>2</sup>. Загрязненный лесной фонд является источником радиационной опасности для населения и работников лесохозяйственного комплекса [3]. Нынешнее состояние окружающей среды, несмотря на 33 года, прошедших с момента катастрофы на Чернобыльской АЭС оказывает существенное влияние на здоровье населения, проживающее в экологически неблагоприятных регионах Республики Беларусь. До настоящего времени, несмотря на процессы естественного физического распада цезия-137 и стронция-90, загрязнение этими радионуклидами древесины и пищевой продукции леса в пострадавших от аварии регионах Беларуси уменьшается крайне медленно, за 33 года после аварии площадь загрязнения лесов сократилась с 1,73 примерно до 1,27 млн. га.

На загрязненных радионуклидами территориях лесного фонда в соответствии с «Правилами ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС» организована особая система ведения лесохозяйственной деятельности, обеспечивающая в

течение длительного времени эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий, безопасные условия труда и получение нормативно чистой продукции.

Изменения, возникающие в организме, под действием ионизирующего излучения, называются радиационными эффектами. Ионизирующие излучения при воздействии на организм человека могут вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты и стохастические беспороговые эффекты.

Детерминированные (предопределенные) пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, катаракта, бесплодие, аномалии в развитии плода), наблюдаются при дозах более 1 Грей. Возникают непосредственно после воздействия ионизирующих излучений на организм (в течение нескольких часов, дней), или через более продолжительный период времени, в зависимости от полученной дозы.

Стохастические (спонтанные, возникающие случайно при дозах менее 1 Грей) беспороговые эффекты возникают в том случае, когда облученная клетка не гибнет, а изменяется. Измененная клетка в результате последующих делений приводит к развитию злокачественной опухоли, лейкозу и наследственным болезням. Возникновение заболевания является случайным событием, которое может реализоваться по истечении продолжительного периода после облучения. Этот период называют скрытым или латентным. После завершения латентного периода человек может заболеть, однако может и не заболеть. Повреждение клеточных структур формируется в результате ионизации атомов, молекул и макромолекул с образованием радикалов. Возникшие соединения вступают в химические реакции с неповрежденными молекулами белка, ферментов и других элементов биоткани, образуя новые токсические соединения – радиотоксины, что приводит к нарушению биохимических процессов в организме, а при больших дозах к развитию лучевой болезни.

При осуществлении комплекса защитных мер следует учитывать, что главную дозовую нагрузку от воздействия радиации жители загрязненных регионов Беларуси получают за счет потребления продуктов питания произведенных в частном секторе и даров леса не прошедших промышленной переработки.

Системная работа по снижению риска облучения работников лесного комплекса и населения проживающего на загрязненных территориях обеспечивается комплексом защитных мероприятий включающим:

1) *организационно-технические* – организация системы радиационного контроля земель лесного фонда, мониторинг радиационной обстановки в лесном фонде, контроль содержания радионуклидов в лесных ресурсах.

2) *технологические защитные мероприятия* включают малолюдные технологии, соблюдение сезонности при производстве лесохозяйственных работ, их механизация, охрана лесов от пожаров.

3) *ограничительные мероприятия* включают нормирование содержания радионуклидов в лесных ресурсах, ограничение времени работы в зонах с повышенным радиационным фоном для снижения дозовых нагрузок.

Расчет предельно допустимой продолжительности работы ( $T_d$ ) в зонах с повышенным радиационным фоном проводится по формуле:

$$T_d = \frac{E}{H} - H_0, \quad (1)$$

где  $E$  – допустимый предел годовой эффективной дозы (1000 мкЗв/год);  
 $H$  – мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочем месте, мкЗв/ч;  
 $H_0$  – естественный радиационный фон (принимается равным 0,095 мкЗв/ч).

В питании населения, наряду с грибами используются и лесные ягоды.

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов расчет индивидуальной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле:

$$H_{\text{вн}} = k \sum_i m_i \cdot A_{m_i}, \quad (2)$$

где  $k$  – пересчетный коэффициент, равный  $1,3 \cdot 10^{-5}$  мЗв/Бк;  $m_i$  – годовое потребление  $i$  продукта питания, кг;  $A_{m_i}$  – удельная активность  $i$  продукта, Бк/кг.

Возможные дозы облучения при потреблении населением 10 кг грибов в год, собранных на загрязненных территориях представлены в таблице.

Таблица – Результаты оценки ожидаемых доз за счет потребления грибов

Поверхностное загрязнение $^{137}\text{Cs}$ , Ки/км <sup>2</sup> (кБк/м <sup>2</sup> )	Доза за счет потребления грибов, мЗв/год
1–5 (37–185)	0,05–0,25
5–15 (185–555)	0,25–0,75
15–45 (555–1480)	0,75–2
>40 (>1480)	>2

4) *информационные мероприятия* включают постоянное информирование населения через СМИ о радиационной обстановке в лесном фонде и возможности использования лесной продукции.

5) *социально-экономические мероприятия* включают охрану труда, производственную санитарную, улучшение качества жизни и медико-санитарное обслуживание работников;

6) *предупредительные защитные мероприятия* включают зонирование территорий вокруг АЭС и других радиационно-опасных объектов.

Таким образом, при хроническом облучении человека небольшими дозами в течение длительного времени, в том числе и от радионуклидов попавших внутрь организма происходят обратимые и необратимые изменения в организме растянутые во времени. Наносимые организму повреждения частично восстанавливаются. Доза в 0,5 Зв приводящая при однократном облучении к болезненным ощущениям, при хроническом облучении, растянутом во времени на 10 и более лет, к видимым явлениям не приводит.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гофман Дж. Чернобыльская авария: Радиационные последствия для настоящего и будущих поколений / Пер. с англ. Э. И. Волмянского. Минск: Выш. школа, 1994. 574 с.
2. Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. Москва: Мир, 1988. 79 с.
3. Ипатьев В. А., Багинский В. Ф., Булавик И. М. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. Гомель: Институт леса, 1999.

# ПЛАНИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

*Бузук А.В., Миканович Д.С.*

*Пастухов С.М., кандидат технических наук, доцент*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Фильтрационные и гидротехнические расчеты земляных плотин проводятся с целью:

- 1) Построения кривой депрессии, а в необходимых случаях и сетки движения фильтрационного потока в теле земляной плотины и ее основании.
- 2) Определения фильтрационного расхода.
- 3) Оценки устойчивости грунтов в отношении механической суффозии и выпора.
- 4) Определения размеров и размещения противофильтрационных устройств (экранов, ядер и т.п.).
- 5) Определения размеров и расположения дренажных устройств, а также подбора обратных фильтров.

Кривая депрессии используется при статистических расчетах устойчивости откосов земляных плотин. По сетке движения определяется фильтрационный расход в случае, если аналитические зависимости для него отсутствуют, а также скорость фильтрации. Кривая депрессии позволяет сделать выводы в отношении дренирования низового откоса плотины.

Для уменьшения фильтрационного расхода в земляных плотинах применяются экраны, понуры, зубья, ядра, диафрагмы.

Наиболее опасными в отношении механической суффозии частями земляной плотины будут места выхода грунтовой воды в нижнем бьефе и дренажные устройства у подошвы низового откоса. В этих частях плотины устраивают обратные фильтры (дренаж в форме призмы из каменных набросков).

Дренажные устройства в местах пересечения низового откоса плотины с поверхностью дна нижнего бьефа применяются с целью предотвращения вымыва грунта плотины и ее основания, что способствует увеличению общей устойчивости плотины. Дренажные устройства у подошвы низового откоса плотины имеют широкое применение. Исключение составляют плотины смешанного типа, в которых низовая часть поперечного профиля выполняется из сильно фильтрующего материала, а также случаи, когда вода в нижнем бьефе отсутствует и кривая депрессии сопрягается с поверхностью грунтовых вод, не выклиниваясь на низовой откос плотины.

Основной целью проведения лабораторных исследований было определение водопроницаемости и суффозионной устойчивости грунтов, а также положение кривой депрессии при безнапорной фильтрации в теле

ограждающих сооружений водоемов технического назначения для прогнозирования возникновения ЧС на данном типе сооружений.

При проведении лабораторных исследований по определению водопроницаемости грунта следует соблюдать ряд условий:

–капиллярная кайма в грунте не должна влиять на величину площади живого сечения фильтрационного потока;

–высоту засыпки грунта подбирать в зависимости от его крупности (высоты капиллярного поднятия в нем воды).

Для оценки водопроницаемости несвязного грунта и закономерностей движения фильтрационного потока в теле грунтовых плотин была разработана методика лабораторных исследований и экспериментальная установка-фильтрационный лоток с помощью которого создавались условия безнапорной фильтрации воды в грунте.

Таким образом, на основании анализа имеющихся материалов и публикаций по фильтрации в грунтовых плотинах была разработана структура методики лабораторных исследований по изучению фильтрации в теле гидротехнических сооружений. Кроме того, проведена организация и выполнено планирование экспериментальных лабораторных исследований по изучению фильтрации. На основании анализа литературных источников была разработана модель установки по изучению фильтрации в теле гидротехнических сооружений, которая включает в себя: описание лабораторной установки, порядок проведения лабораторных исследований, обработку результатов измерений.

## **ОЦЕНКА РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Гармаза А.К., к.т.н., доцент, Ермак И.Т., к.б.н., доцент*

Белорусский государственный технологический университет

Специалисты различных отраслей народного хозяйства Республики Беларусь в деловой переписке и своих докладах постоянно оперируют не только определением «опасность», но и таким термином, как «риск».

Согласно ГОСТ 12.0.002-2014 ССБТ «Термины и определения» понятие «**опасность**» – потенциальный источник вреда, представляющий угрозу (угрозы) благополучию, нормальному функционированию или существованию.

Опасность – потенциальный источник возникновения ущерба.

Потенциальная опасность для человека реализуется в форме травм, профессиональных заболеваний, которые происходят при несчастных случаях, авариях, пожарах, работа в условиях наличия опасных и вредных производственных факторов.

Термин «**риск**» имеет несколько понятий.

**Приемлемый риск** – риск, с которым в данной ситуации и на данном этапе своего развития общество считает возможным мириться в процессе своей деятельности при существующих общественных ценностях.

**Неприемлемый риск** – риск, с которым в данной ситуации и на данном этапе своего развития общество не считает возможным мириться в процессе своей деятельности при существующих общественных ценностях.

**Профессиональный риск** – риск утраты трудоспособности или смерти пострадавшего, работающего по найму в интересах работодателя.

**Управление риском** – методы управления людьми и организациями, позволяющие снизить риски травмирования или заболевания работающих, включая ограничение, снижение, передачу и устранение риска [1].

В соответствии с современными взглядами риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения природных или техногенных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей, и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба. Обычно, под ущербом подразумевается нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, вреда имуществу или окружающей среде.

Риск является неизбежным, объективным сопутствующим фактором промышленной и иной деятельности. Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяют различать индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риски.

Источники профессионального риска:

– индивидуальный риск – условия жизнедеятельности человека, профессиональная деятельность;

– технический риск – несовершенство технологического оборудования, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов;

– экологический риск – антропогенное вмешательство в природную среду, техногенное влияние на окружающую природную среду, природное явление;

– социальный риск – промышленные технологии и объекты повышенной опасности, заболевания, гибель людей;

– экономический риск – повышенная опасность производства и природной среды, увеличение затрат на безопасность.

Эти факторы риска могут зависеть от уровня профессиональной квалификации, опытности, образования работников.

Чтобы работники знали о рисках и могли выступать от собственного имени, их знакомство с опасными производственными факторами и рисками, а также со своими правами должно начинаться в рамках профессиональной подготовки, обучения и инструктировании работников.

Правильная оценка профессионального риска предопределяет создание безопасных условий труда на рабочих местах, позволяет сократить затраты, связанные с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями, позволяет уменьшить потери рабочего времени от общих заболеваний. Оценка риска повышает мотивацию работников, уменьшает текучесть кадров, тем самым помогая предприятию становиться более конкурентноспособным.

Государственные органы Республики Беларусь, Министерство труда и социальной защиты, руководители предприятий, учитывая существующие профессиональные риски на производстве, принимают все меры по созданию

здоровых и безопасных условий труда, снижению профессиональной заболеваемости работников.

Несмотря на принимаемые меры, производственный травматизм на производстве и профессиональные заболевания снижаются незначительно, а по отдельным производствам наблюдается некоторый рост этих негативных явлений.

По информации Департамента государственной инспекции труда состояние производственного травматизма с тяжелыми последствиями в республике в первом полугодии 2018 года в сравнении с аналогичным периодом 2017 года ухудшилось. Так, по оперативным данным (на 6 июля 2018 г.) в организациях республики в январе-июне 2018 г. в результате несчастных случаев на производстве погибло 70 работников, что на 12 человек больше, чем в аналогичном периоде предыдущего года, и 343 человека получили тяжелые производственные травмы (в январе-июне 2017 г. – 276) [2].

В первом полугодии 2018 года отмечен рост количества несчастных случаев с тяжелыми последствиями в организациях Минэнерго, Минлесхоза, а также Минпрома.

Проблема появления работников на работе в состоянии алкогольного опьянения, распития спиртных напитков в рабочее время или по месту работы по-прежнему остается острой. По данным Департамента государственной инспекции труда в состоянии алкогольного опьянения в момент травмирования находились 28 работников, или 6,8 процента от общего числа потерпевших на производстве с тяжелыми последствиями (8 человек погибли, что составило 11,4 процента от общего числа погибших, и 20 человек получили тяжелые производственные травмы, составив 5,8 процента). В сравнении с первым полугодием 2017 г. число потерпевших с тяжелыми последствиями в состоянии алкогольного опьянения выросло почти в 1,3 раза (в январе-июне 2017 г. – 8 человек погибли и 14 получили травмы, относящиеся к числу тяжелых).

В результате работы в неблагоприятных условиях труда в 2017 году в республике по данным Минздрава зарегистрировано 84 случая впервые выявленных профессиональных заболеваний (в 2016 году – 97). Среди заболевших 66 мужчин и 18 женщин. Наибольшее количество профессиональных заболеваний зарегистрировано в г. Минск и Минской области.

Основными причинами несчастных случаев явились:

- невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 17% от общего числа причин;
- нарушение потерпевшими трудовой и производственной дисциплины, технических нормативных правовых и локальных актов по охране труда – 16,5%;
- допуск к работе без обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда, без стажировки – 10,1%;
- личная неосторожность потерпевших – 9,6%;
- недостатки в организации рабочих мест – 3,7%;
- эксплуатация неисправных машин, оборудования, механизмов – 3%;
- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, инструмента – 3%;

- неприменение потерпевшими выданных ему средств индивидуальной защиты – 2,7%;
- необеспечение потерпевшего средств индивидуальной защиты – 2,5%;
- отсутствие или некачественная разработка инструкций по охране труда – 2,2%.

Дальнейшим резервом снижения уровня производственного травматизма, профессиональных заболеваний, не требующих финансовых и материальных затрат, является укрепление трудовой и производственной дисциплины в организациях, а так же повышение эффективности контроля за ее соблюдением.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. ГОСТ 12.0.002-2014. ССБТ. Термины и определения. – Введ. 01.05.2017. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2014. – 32 с.
2. Итоги работы Департамента государственной инспекции труда за I полугодие 2018 года [Электронный ресурс] / Министерство труда и социальной защиты. – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://qit.gov.by/article/itoqi-raboty-departamenta-qosudarstvennoj-inspekcii-truda-za-i-poluqodie-2018-q>.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ОДИНОЧНЫХ ВОДОЕМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Миканович Д.С., Бузук А.В.*

*Пастухов С.М., кандидат технических наук, доцент*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Водоёмы технического назначения характеризуются различными способами поступления воды в чашу: сточные неочищенные воды, паводковые и грунтовые воды, в том числе вода с водосборного бассейна и атмосферная вода. С учетом того, что в данной воде находится значительное количество различных химических элементов, как правило с концентрацией, превышающей предельно допустимую, возникает необходимость оценки их потенциальной опасности с учетом их расположения. Кроме того, к водоёмам технического назначения относится ряд водохранилищ, назначение которых – обслуживание предприятий в части потребностей в воде и охлаждении технологического оборудования.

Основными вопросами при решении проблемы безаварийной эксплуатации гидроузлов и водных объектов – водоёмов технического назначения и формирования устойчивой береговой линии являются вопросы оценки состояния берегоукреплений с учетом основных нагрузок, воздействующих на них.

Водоёмы технического назначения, расположенные одиночно характеризуются однотипными морфометрическими параметрами, такими же, как и малые водохранилища (пруды-охладители при государственных районных электростанциях, крупных производственных предприятиях и т.д.), а также ряд

прудов-накопителей (независимо от места расположения, назначения и морфометрических параметров).

Если подойти к определению пруд, то это искусственно созданное глубокое замкнутое водное сооружение, питаемое сбором поверхностных талых и дождевых вод и подземных грунтовых вод. Аналогично прудам создаются водоемы технического назначения. Их устраивают, как правило, в местах, где собираются поверхностные стоки. На ровной поверхности они создаются рытьем объемного котлована (копани) и направлением уклонов поверхности к нему при общей вертикальной планировке территории объекта и включает следующие компоненты:

- источник питания – водоводы для искусственной подпитки талыми и дождевыми водами;

- специально оборудованные гидротехнические сооружения в плотине или земляном откосе – сливные трубы, гиандорные затворы, предназначенные для замены воды и очистки водоема.

Водоемы технического назначения различают по источникам питания, которые не только определяют места их размещения, но и площади водной поверхности, глубину и условия их дальнейшей эксплуатации и содержания. водоемы технического назначения могут быть проточными и непроточными. При устройстве проточных водоемов технического назначения источниками их питания могут быть реки, ручейки, ключевые или грунтовые воды, а при устройстве непроточных – городские водоводы или поступления воды из других водоемов самотёком или принудительно, а также от стока поверхностных вод.

Уровенный режим водоемов технического назначения может значительно колебаться и составляет не менее 1 м у берегов и до 4,5 м на середине с уклоном откоса от береговой линии 1:5. Учитывая, что ряд водохранилищ также относится к водоемам технического назначения, можно при оценке морфометрических параметров водоема учитывать средние показатели, характерные для водохранилищ. Средняя глубина водохранилищ колеблется от 2-ух до 4-х метров и уклоном откоса от береговой линии 1:3.

Одиночные водоемы технического назначения в том числе характеризуются показателем нормального подпорного уровня (далее – НПУ), который влияет на устойчивость откосов и берегоукрепительных сооружений, расположенных на напорном профиле дамбы (плотины). Резкие колебания величины НПУ негативно сказываются на переработке незащищенных склонов гидротехнических сооружений и приводит к переработке береговой линии с отступанием кромки берега.

Водоемы технического назначения, расположенные на речках, ручьях и оврагах, создаются с помощью водонепроницаемых грунтовых плотин, деревянных или железобетонных стенок с водосливным устройством. По верху таких стенок организуют проезды или проходы, соединяющие берега. Откосы плотин принимают от 1:1,5 до 1:3,5. Использование прудов или их частей должно быть строго разграничено в целях соблюдения безопасного проведения отдыха на воде (при наличии такой возможности) и соблюдения санитарно-гигиенических правил.

По официальным опубликованным данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды наибольшую нагрузку от сточных вод испытывают Свислочь ниже Минска, Неман ниже Гродно, Березина ниже Бобруйска, Днепр ниже Могилева и Речицы, Западная Двина ниже Новополоцка, Припять ниже Мозыря и Ясельда – ниже Березы.

Другими словами, наибольшее неблагоприятное воздействие на водные ресурсы оказывают стоки крупных населенных пунктов. Нахождение в сточных водах различных примесей увеличивает смачивающую способность жидкости и, соответственно, фильтрацию через тело плотины и дамбы, что в свою очередь может привести к повреждению гидротехнического сооружения или его разрушению (потере устойчивости).

Основными вопросами при решении проблемы обеспечения устойчивости береговой линии являются вопросы защиты откосов берегов дамб и плотин с учетом основных нагрузок и уровня режима, влияющих на ликвидацию последствий аварийных ситуаций и обеспечение оптимальных технико-экономических решений.

Механизм защиты заключается в устройстве между размываемой частью берега, плотины и волнами искусственной или естественной преграды, которая бы не допустила контакт между ними либо минимизировала его последствия.

## **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВ ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН**

*Миканович Д.С., Бузук А.В.*

*Пастухов С.М., кандидат технических наук, доцент*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Для моделирования безнапорной фильтрации под влиянием напора, создаваемой плотиной, необходимо знать состав грунта дамб (плотин) и технологических и сточных вод, сбрасываемых в водоемы технического назначения.

Целью отбора проб является качественное моделирование процесса фильтрации в теле плотины на основании подобранных типов грунтов, для использования в теле моделей дамб (плотин) в лабораторных условиях.

В повседневной деятельности человек использует большое количество воды с добавлением различных химических веществ (СПАВ, адсорбентов). В связи с этим, она будет является химически активным веществом. Такой раствор способен оказывать влияние на фильтрационные и механические свойства грунта и приводить к возникновению химических реакций, а также к возникновению процессов фильтрации в теле грунтовых плотин водоемов технического назначения.

Несмотря на природу вышеперечисленных процессов, большинство из них носят взаимный характер, т.е. являются механохимическими. Сущность данного эффекта заключается в том, что горная порода, а, равно как и бетонные и

железобетонные берегозащитные сооружения, и грунтовые основания плотин, изначально имеет некоторую степень естественных микротрещин. Если порода гидрофильная или нагнетаемая в нее жидкость является химически активной, то при взаимодействии с поверхностью данной породы происходит быстрое насыщение микротрещин данной жидкостью, и она адсорбируется на ее поверхности. Такой эффект приводит к появлению сил, расклинивающих микротрещины под воздействием сил давления жидкости. При протекании данного процесса происходит рост существующих или появление новых микротрещин, что приводит к понижению твердости, способствует процессу фильтрации и может привести к возникновению ЧС.

Исходя из анализа данного эффекта можно сделать вывод, что понизители твердости делятся на две группы:

1. Понизители твердости, эффективность которых имеет максимум при небольшой их концентрации (в основном неорганические электролиты: хлориды металлов  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  и щелочи  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ );

2. Понизители твердости, эффективность которых непрерывно растет с повышением их концентрации в растворе (в основном органические вещества: углеводы, фенолы, амины, сульфонафтеновые кислоты и их щелочные соли).

Сущность факторов, влияющих на прочностные и деформационные свойства глинистых пород описаны в работах академика В.И. Осипова.

В качестве основных факторов, влияющих на прочностные характеристики грунтов выделены следующие:

- 1) тип контакта между глинистыми частицами;
- 2) стадия литогенеза, в которой находится глинистая порода;
- 3) химический состав жидкости, насыщающей глинистую породу.

Выделяют три типа контакта грунта с жидкостью: 1) коагуляционный; 2) переходный; 3) фазовый. Прочность контактов возрастает от 1 типа к 3. В условиях, близких к поверхностным, на глинистых частицах образуется пленка адсорбционной воды, которая препятствует уплотнению породы, поэтому частицы связаны между собой, преимущественно слабыми коагуляционными контактами, это приводит к низкой прочности и высокой пластичности глинистых пород. При литогенезе такой тип контактов соответствует диагенезу и раннему катагенезу. В процессе погружения глинистой породы на глубину с течением времени на нее начинает воздействовать вышележащая толща пород. Часть адсорбционной воды отжимается, и контакты между глинистыми частицами становятся более прочными, однако, такой тип контакта все еще недостаточно прочен и может смениться обратно на коагуляционный при воздействии воды и снятии нагрузки. При появлении переходных контактов глинистая порода становится менее пластичной и более прочной. Такой тип контактов соответствует средней и поздней стадиям катагенеза и метагенезу. Глинистая порода при этом приобретает наибольшую прочность.

В ходе литогенеза происходит эффект, обратный эффекту Ребиндера, т.е. прочность породы возрастает при удалении пленок адсорбционной воды, пластичность, соответственно, уменьшается.

Также с изменением рН среды глинистые частицы проявляют амфотерные свойства, т.е. в кислой среде они ведут себя как слабые основания, а в средах с высоким рН проявляют кислотные свойства. В таком случае в кислой среде на боковых сколах глинистых частиц появляются отрицательные заряды и возникают связи между боковым сколом частиц и их базисной поверхностью, что приводит к снижению устойчивости системы, и соответственно, к ухудшению прочностных свойств.

Тип структурных связей и стадия литогенеза, в которой находится глинистая порода, напрямую влияют на кривые деформации-напряжения. Так, породы с коагуляционными контактами легко деформируются даже под воздействием небольших напряжений, при этом с ростом числа циклов нагрузки-разгрузки деформации становятся еще более существенными. При появлении переходных контактов порода становится более прочной, поэтому под воздействием циклической нагрузки деформации глинистой породы существенно меньше, а напряжения возрастают.

Изменение структурных связей под воздействием воды с различным рН приводит к существенному изменению объема глинистых пород и характера изменения пористости под воздействием увеличивающейся нагрузки. Так, для различного типа глин при определенном значении величины  $pH \approx 6-8$  происходит резкое уменьшение их объема. Под воздействием нагрузки пористость глинистых осадков, образовавшихся в кислой среде, уменьшается гораздо интенсивнее, нежели для осадков, образовавшихся в щелочной среде.

Таким образом, из анализа представленных работ, можно сделать вывод, что на деформационные и прочностные свойства грунтов основное влияние оказывают физико-химические и литологические факторы и химического состава жидкости (наличие в ней различных примесей). В то же время следует отметить, что для глинистых пород, участвующих в формировании ограждающих конструкций гидротехнических сооружений водоемов технического назначения, преимущественно характерны непрочные фазовые контакты и воздействие адсорбирующейся жидкости максимально. Данный процесс будет способствовать уменьшению прочности глиняных элементов и увеличению профильтрованной жидкости через ограждающие конструкции сооружений водоемов технического назначения, а также может привести к возникновению ЧС.

## **УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Миргуламлы Ф.О., Смиловенко О.О., к.т.н., доцент*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Безопасность людей в чрезвычайных ситуациях должна обеспечиваться в первую очередь снижением вероятности возникновения и уменьшением возможных масштабов источников природных и техногенных чрезвычайных

ситуаций. При этом система защиты формируется на основе анализа вероятности возникновения, прогнозирования характера, масштаба и времени существования чрезвычайной ситуации, оценки возможных факторов риска, интенсивности проявления опасных факторов чрезвычайных ситуаций и т.д.

Концепция приемлемого риска для индивидуальных рисков основывается на принципе ALARP. Принцип ALARP (сокращение английского термина «As Low As Reasonably Practicable»), т.е. «Так низко, как это разумно на практике») признает, что существует три широких категории риска:

- Пренебрежимый риск. Обычно он принимается большинством людей, т.к. они сталкиваются с ним в своей повседневной жизни; он охватывает риск от ударов молнии или от разрушительной автомобильной аварии.

- Приемлемый риск. Мы предпочли бы не подвергаться такому риску, но он приемлем с учетом преимуществ, получаемых в результате его принятия. Затраты в виде неудобств или денег сопоставляются с масштабом риска и принимается компромиссное решение. Это можно сравнить с путешествием на автомобиле, когда мы принимаем, что инциденты случаются, но мы действуем наилучшим способом для того, чтобы минимизировать шанс аварии.

- Неприемлемый риск. Такой уровень риска настолько высок, что мы не готовы принять его. В этой ситуации потери значительно перевешивают любые возможные преимущества [1].

Анализ проблемы обеспечения безопасности населения в Азербайджанской Республике в целом при чрезвычайных ситуациях (ЧС) показывает, что она является многогранной, включает в себя различные по своей основе и содержанию составляющие: это мониторинг опасностей природного и техногенного характера; управление рисками катастроф природного и техногенного характера; прогноз возможных последствий катастроф; комплекс превентивных мероприятий по снижению вероятности возникновения ЧС и масштабов возможного ущерба при их возникновении, а также организацию проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в указанных направлениях.

Под анализом риска понимается выявление нежелательных событий, влекущих за собой реализацию опасности, анализ механизмов возникновения подобных событий, выявление и характеристика возможных негативных воздействий и последствий реализации опасности. Оценка риска предусматривает процедуру количественного определения риска. Управление риском устанавливает совокупность мероприятий, направленных на предупреждение, устранение причин или снижение последствий опасностей, т.е. практическая деятельность, направленная на снижение риска [2].

Для эффективного планирования применения аварийно спасательных формирований при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) необходимо решать комплекс взаимосвязанных научно-технических задач, которые можно классифицировать как:

- оценка риска возникновения ЧС в заданном регионе;
- оперативная оценка последствий ЧС;

- прогноз последствий ЧС и определение объемов АСДНР;
- заблаговременное определение состава и численности сил и средств, используемых при ликвидации последствий ЧС и другие.

Успешное решение каждой из перечисленных выше задач в той или иной степени влияет на эффективность применения системы обеспечения безопасности населения и инфраструктуры региона.

Механизмом практической реализации основных положений государственной политики в области предупреждения ЧС, уменьшения их последствий и стратегии управления рисками в Азербайджанской Республике является разработанная еще в 1999 г. МЧС РФ и Российской академии наук (РАН) федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчения последствий ЧС природного и техногенного характера». Укажем её основные особенности и систему применения в исследуемых районах [3].

Для достижения поставленной цели в районах используют разработанную на первом (2000-2002 гг.) и втором (2002-2005 гг.) и последующих этапах вплоть до 2015 г. систему мероприятий и рекомендаций. Поэтому в районах решаются и частично решены следующие основные задачи и получены неплохие результаты:

- усовершенствованы и развиваются федеральные, региональные и ведомственные системы мониторинга и прогнозирования катастроф и стихийных бедствий (СБ);
- разработаны концепции устойчивого развития, приемлемого и оправданного рисков применительно к катастрофам и СБ;
- предложены социально приемлемые критерии природной и техногенной безопасности;
- составлен методический аппарат анализа и усовершенствованы методы
- методики оценки рисков;
- подготовлена, совершенствуется нормативно-правовая и методическая база для нормирования допустимых рисков и последующего перехода Азербайджанской Республики к международным нормам приемлемого риска;
- определены современные информационные технологии мониторинга и прогнозирования катастроф и СБ;
- установлена технология зонирования территории Азербайджанской Республики по величине показателя риска и построены карты комплексного риска;
- проведена экспертная оценка степени опасности ЧС в различных субъектах Азербайджанской Республики;
- выполнены расчеты величины комплексного риска от ЧС природного и техногенного характера для городов и территорий Азербайджанской Республики;
- построены фрагменты карты комплексного индивидуального риска для населения и территорий Азербайджанской Республики;
- подготовлены предложения по организации государственного регулирования рисков ЧС.

Из анализа опасностей, связанных с оползневыми явлениями, подтоплением территорий, представлены рекомендации, которые позволяют снизить риски катастроф природного характера.

В населенных пунктах, расположенных на территориях, подверженных оползневым и обвальным процессам, следует применять следующие мероприятия, направленные на предотвращение и стабилизацию этих процессов:

- изменение рельефа склона в целях повышения его устойчивости;
- регулирование стока поверхностных вод с помощью вертикальной планировки территории и устройства системы поверхностного водоотвода;
- предотвращение инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов;
- искусственное понижение уровня подземных вод;
- агролесомелиорация;
- укрепление грунтов (в том числе армированием);
- устройство удерживающих сооружений;
- террасирование склонов;
- прочие мероприятия (регулирование тепловых процессов с помощью теплозащитных устройств и покрытий, защита от вредного влияния процессов промерзания и оттаивания, установление охранных зон и т.д.).

Если применение мероприятий и сооружений активной защиты полностью не исключает возможность образования оползней и обвалов, а также в случае технической невозможности или нецелесообразности активной защиты, следует предусматривать мероприятия пассивной защиты (приспособление защищаемых сооружений к обтеканию их оползнем, улавливающие сооружения и устройства, противообвальные галереи и др.).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Макдональд. Д.Р. Промышленная безопасность, оценка риска. – Москва: Группа ИДТ, 2007. – 409 с.
2. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учеб. пособ./ В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.П. Фалеев и др. – М.: Высш. шк., 2007.
3. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ в редакции от 07.05.2009 № 84-ФЗ.

### **ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИХ БЕЗОТКАЗНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

*Цявловская Н.В., магистр технических наук*

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Поскольку многие катастрофы и производственные аварии предотвратить или свести к нулевому риску практически невозможно, то борьба за уменьшение ущерба и потерь от них становится важным элементом государственной политики страны. Современные гидротехнические сооружения являются

объектами повышенного риска. Аварии и повреждения на гидротехнических сооружениях, даже построенных самыми современными методами, свидетельствует о невозможности достижения абсолютной производственной безопасности. К наиболее опасному риск-фактору, влияющему на надежность функционирования объекта, относится низкая устойчивость работы гидротехнических сооружений. Также, определяют устойчивость работы ГТС и созданные для их работы водохранилища. Появление новых технологий часто не учитывается при эксплуатации уже созданных водохранилищ, а значит, не дооценивается их роль в нарушении режима работы гидротехнических сооружений. За последние 10 -15 лет на гидротехнических сооружениях Республики Беларусь отмечается значительное снижение уровня надежности и увеличение риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Это подтверждают статистические данные анализа причин аварий, происходящих на эксплуатируемых гидротехнических сооружениях: повреждения и аварии имели место на 6,6% зарегистрированных плотин, при этом повреждения основания составили 25%, тела плотины - 47%, водосбросов -23% и прочие повреждения - 5%. Поэтому, в настоящее время поддержание безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений является важной задачей.

Факторы риска повреждения и разрушения плотин, дамб - это опасные природные стихийные явления и причины техногенного характера. Техническая первопричина аварий на ГТС – это: ошибки в проектировании производственного объекта; недостаточный объем мероприятий по обеспечению готовности объекта к ликвидации аварийной ситуации; отсутствие своевременных ремонтных работ и физический износ конструкций гидротехнических сооружений; некачественное производство работ; отсутствие системы мониторинга технического состояния данной категории сооружений; низкая квалификация эксплуатационного персонала. Также, к числу наиболее риск-факторов для работы ГТС относятся: нарушение в работе противофильтрационных и дренажных устройств; разрушение водосбросных сооружений по причине их недостаточной пропускной способности; образование прорыва в теле плотины, с последующим разрушением всей плотины вследствие экстремального стока.

Риск повреждения или разрушения крупных гидротехнических сооружений можно отнести к суперрегиональным, так как последствия разрушения могут затрагивать население, хозяйственные объекты не только тех районов, где эти сооружения находятся, но и соседних. С разрушением гидроузлов связаны ущербы, из которых главными являются - морально-психологические травмы, заболевания и человеческие жертвы. Наводнение, случающиеся по причине прорыва плотины более опасны, чем природные наводнения, из-за их внезапности и разрушающей силы. Физический ущерб здоровью населения может быть вызван как непосредственно волной прорыва, так и последствиями ее прохождения - заболеваниями и гибель людей в связи с ухудшением санитарно-эпидемиологической обстановки и загрязнением источников водоснабжения. Основная часть экономических потерь связана с

косвенным ущербом, обусловленным прекращением выработки электроэнергии, нарушением водоснабжения, транспортных путей сообщения. Поэтому, при прогнозировании и анализе существующих рисков аварий на ГТС должен учитываться весь спектр экономических, социальных, технологических и других факторов.

Организацию всей системы мониторинга с целью предупреждения аварий на ГТС необходимо начинать еще задолго до их создания и обязательно учитывать условия размещения потенциально опасных энергетических объектов. Наличие достоверных данных результатов этого мониторинга позволит с одной стороны уменьшить возможные потери путем планирования мероприятий по минимизации риска возникновения аварий, а с другой стороны - предусмотреть необходимые управленческие решения в случае возникновения риск-ситуаций.

Одним из направлений в области прогнозирования риск-ситуаций на гидротехнических сооружениях является картирование территории по риск - факторам, зонам потенциальной опасности и степени прогнозируемого ущерба. Районирование дает возможность более точной оценки протекания негативных явлений, которые могут возникнуть после введения в эксплуатацию водохранилищ и ГТС.

В качестве стихийных риск - факторов учету должны подлежать опасные метеорологические явления: ураганные ветра, интенсивные ливни. Они могут способствовать возникновению аварий на гидротехнических сооружениях. Ледовые явления на искусственных водоемах также необходимо обязательно учитывать при планировании строительства гидротехнических сооружений с целью уменьшения вероятности возникновения риск-ситуаций на гидротехнических сооружениях.

Возможное повышение уровня грунтовых вод, надежность безотказного функционирования подтапливаемой территории должны обязательно учитываться еще на стадии проектирования энергетических объектов с целью снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Знание технологических характеристик ГТС, классификации сооружений по уровню последствий от аварий способствует более точному прогнозированию чрезвычайных ситуаций на энергетических объектах, используемых для целей и нужд хозяйства страны.

Недостаточная эффективность хозяйственного использования водохранилищ, созданных для работы ГТС, требует разработки комплекса эксплуатационных мероприятий, в плане безопасного функционирования, заранее – еще в проектной документации.

Таким образом, важнейшей проблемой повышения устойчивости работы гидротехнических сооружений и повышения надежности их безотказного функционирования является неперенный учёт всех тех негативных природных, экономических и социальных изменений, которые возникают при их эксплуатации.

Рекомендуемые подходы дают возможность оценить масштабы риска возникновения аварий на гидротехнических сооружениях, его динамику;

оценить уровень ущербов, нанесенных объектам инфраструктуры и населению; предусмотреть необходимые инженерные мероприятия по предотвращению аварий на гидротехнических сооружениях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Малик, Л.К. Безопасность и риск аварий и катастроф на подпорных гидротехнических сооружениях. / Л.К. Малик, Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова. — М.: Институт географии РАН, 2001.
2. Левкевич, В.Е. Натуральные исследования рискобразующих факторов на гидроузлах Республики Беларусь, расположенных в каскадах / В.Е. Левкевич, С.М. Пастухов — Минск: Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь, Вестник, №1, 2008. — 4 с.

### АНАЛИЗ АВАРИЙ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ УЗБЕКИСТАНА

*Шамансуров С.С., к.т.н., доцент  
Одилжонов У.К., магистрант*

Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова

На современном этапе развития промышленности остро стоит проблема организации работ по совершенствованию промышленной безопасности на опасных производственных объектах в целях недопустимости аварийных ситуаций при их эксплуатации.

Многие машины и конструкции следует рассматривать как источники повышенной опасности для людей и окружающей среды. Это неизбежный побочный результат научно технического прогресса.

Значительное место в проблеме безопасности занимает безопасность при нормальной эксплуатации. Когда возникновение опасности для жизни и здоровья людей и для окружающей среды вызвано нарушениями работоспособности объекта, т.е. его отказом, необходимо особое внимание уделять обеспечению безотказности. Такие отказы должны быть исключены посредством технических и организационных мер, либо вероятность их возникновения в течение нормативного срока службы должна быть снижена до минимума.

Аварии могут быть связаны как с исключительными воздействиями (ударными нагрузками, ураганами, наводнениями, пожарами), так и с неблагоприятным сочетанием обычных нагрузок с весьма малой вероятностью появления. Исходной причиной аварии могут служить крупные ошибки, допущенные при проектировании, расчете, изготовлении, монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании, а также сочетания этих ошибок с неблагоприятными внешними условиями, не зависящими от технического персонала.

Основными причинами аварий являются:

- отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации;
- ошибочные действия операторов технических систем;
- концентрации различных производств в промышленных зонах;
- высокий энергетический уровень технических систем;
- внешние негативные воздействия на объекты энергетики, транспорта и др.

За период с 2012 по 2015 г.г. произошло аварии на объектах АК «Узтрансгаз», АО «Узкимёсаноат» и других опасных производственных объектах:

21.05.2012 г. Галляаральское УМГ. Произошёл разрыв газопровода без возгорания на 328 км МГ «БГР-ТБА» II-нитка D-1220 мм. Наружная и внутренняя коррозия металла труб.

25.12.2012 г. Зирабулакское УМГ. Произошло разрушение магистрального газопровода БГР-ТБА 3-нитки диаметром 1020x11,2 мм на 106,6 км. Наружная и внутренняя коррозия металла труб и повышении давления газа на выходе КС-2.

19.03.2013 г. Ферганское УМГ. Произошло разрушение магистрального газопровода Ахангаран-Пунган диаметром-1220 мм на 65 км. Разложение сварных швов газопровода. Ущерб составляет безвозвратное потери газа 2 501 200 м<sup>3</sup>.

г. Галляаральское УМГ. Произошло разрушение магистрального газопровода «Хаваст-Фергана» II-нитка. Наружная и внутренняя коррозия металла труб.

Ущерб составляет безвозвратное потери газа 4 256 250 м<sup>3</sup>.

24.08.2015 г. Ташкентское УМГ. Произошел разрыв газопровода с возгоранием газа на 157 км. D-1220мм МГ «Янгиер-Ташкент». Расслоение, наружная и внутренняя коррозия металла труб. Ущерб составляет безвозвратное потери газа 1 758 684 м<sup>3</sup>.

13.11.2015 г. Галляаральское УМГ. Произошло разрушение магистрального газопровода «БГР ТБА-А» II-нитка диаметром 1020мм на 304 км. Наружная и внутренняя коррозия металла труб. Ущерб составляет безвозвратное потери газа 4 545 495 м<sup>3</sup>.

21.02.2014 г. АО «Аммафос-Максам». Произошло разрушение одного резервуара с розливом серной кислоты. Разрушение одного из 13 ленточных фундаментных опор привело к разрушению резервуара серной кислоты.

21.11.2014г. СП ООО «ВУМА» Мирзо-Улугбекский район. В помещении компрессорной станции разорвался сосуд работающий под давлением. Не сработал предохранительный клапан от превышения давления.

13.03.2015г. ООО «Сирдарё-Пропан ГНС». Произошла утечка сжиженного газа и возгорание емкости СУГ объёмом 38м<sup>3</sup> которое привело к разрыву емкости. Причина разрыва плохое качество сварных швов на самой емкости, самодельное изготовление. Ущерб составляет 40 545 747 сум.

За период с 2013 по 2018 г.г. (6 мес.) произошло несчастные случаи на опасных производственных объектах (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели несчастных случаев на опасных производственных объектах за периоды 2013-2018 гг. (6 мес.)

<b>ПРЕДПРИЯТИЯ</b>	<b>2013 г.</b>	<b>2014 г.</b>	<b>2015 г.</b>	<b>2016 г.</b>	<b>2017 г.</b>	<b>2018 г. (6 мес)</b>
АО «Узбекэнерго»	5	3	5	3	2	0
АО «Узбеккумир»	9	8	6	11	3	5
ГП «Навоийский ГМК»	25	20	21	20	16	15
АО «Алмалыкский ГМК»	14	15	12	13	7	6
НХК «Узбекнефтегаз»	13	12	10	9	5	3
АО «Узкимесаноат»	3	6	4	4	3	5
АО «Узметкомбинат»	3	1	0	5	5	0
Госкомгеология	1	0	0	1	2	4
АО «УзКТЖМ»	0	0	0	1	0	0
АК «Уздонмахсулот»	3	3	3	0	2	2
АО «Узавтойул»	0	1	0	1	0	0
АО «Узбекенгилсаноат»	0	1	0	1	0	0
Другие ОПО	10	3	8	3	5	0
<b>Итого</b>	<b>86</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>72</b>	<b>50</b>	<b>40</b>

Изучение обстоятельств аварийности и травматизма в отраслях показало, что наибольший вклад приносят также источники опасности, как средства хранения сжатых газов, токсичных и легковоспламеняющихся жидкостей, подвижное технологическое оборудование.

Наиболее типичной причинной целью происшествия оказались следующие предпосылки: ошибка человека или отказ технологического оборудования, или недопустимое внешнее воздействие, случайное появление опасного фактора в производственной зоне; неисправность (или отсутствие) предусмотренных на этот случай средств защиты или неточные действия людей в данных условиях; воздействие опасных факторов на незащищенные элементы оборудования, человека или окружающую их среду.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Закон Республики Узбекистан «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № ЗРУ-57 от 28.09.2006.
2. Закон Республики Узбекистан об «Охране труда» от 25.08.2016.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении положения о расследовании и учете несчастных случаев и иных повреждений здоровья работников на производстве» № 286 от 06.06. 1997.
4. Доклад Государственной Инспекции «Саноатгеоконтехназорат» «О состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального недропользования и охраны недр Узбекистана». 2018. -Ташкент.

## **К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ ОАО «ГОМЕЛЬТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»**

*Якимович И.В.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

«Белнефтехим» является одним из крупнейших концернов Республики Беларусь. Предприятия концерна работают в различных областях промышленности и осуществляют полный цикл работ, связанных с разведкой и добычей нефти, ее транспортировкой, переработкой и реализацией нефтепродуктов; производят практически весь спектр химической и нефтехимической продукции, включая минеральные удобрения, химические волокна и нити, стеклоткани, автомобильные шины, лакокрасочные изделия, изделия из пластмассы, и т.д. На долю «Белнефтехима» приходится около половины экспорта и треть ВВП страны (до 37 %) [1].

Возникновение пожаров и аварий на объектах концерна приводят к значительному вреду здоровью людей, невосполнимому урону окружающей среде и наносят значительный ущерб экономике страны. Следовательно, обеспечение пожарной безопасности на таких объектах является основной задачей.

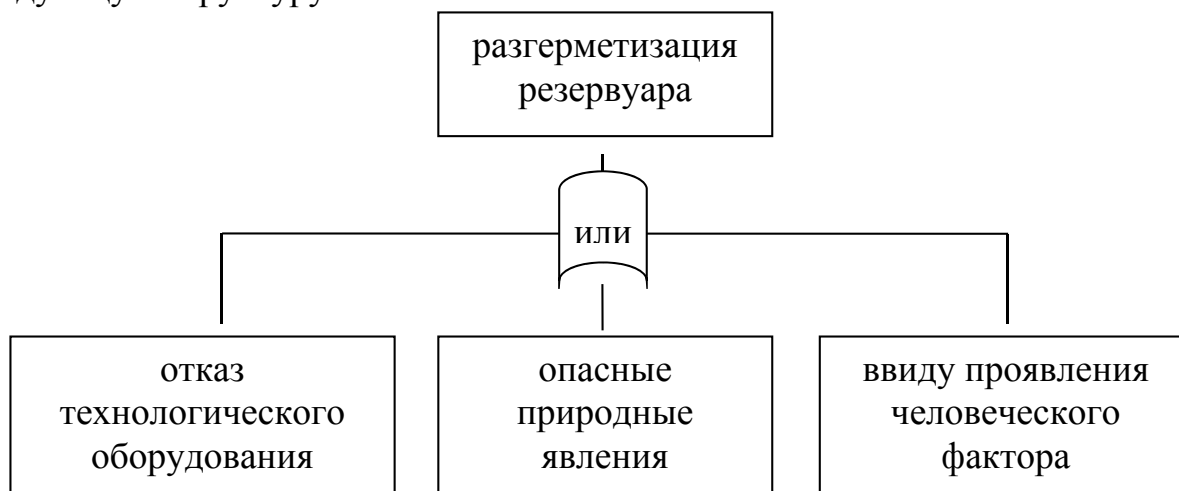
ОАО «Гомельтранснефть Дружба» является составным компонентом концерна «Белнефтехим», которое осуществляет перекачку нефти, поступающей из российской части нефтепровода «Дружба» в направлении стран Западной и Восточной Европы, снабжает углеводородным сырьем белорусскую нефтехимию [2]. Для хранения нефтепродуктов используются резервуарные парки объемом до 75000м<sup>3</sup>.

Анализ статистических данных СССР (так как до 1991 года Республика Беларусь входила в его состав) показывает, что с 1970 по 1990 годы произошло 238 пожаров на объектах добычи, транспорта, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов. Статистика свидетельствует, что в системе Главтранснефти произошло пожаров: на насосных нефтепроводах – 10%, на нефтепромыслах - 14%, на НПЗ - 27,7%, а на распределительных нефтебазах зафиксирована наибольшая доля пожаров - 48,3%.

На наземных резервуарах произошло 93,3% пожаров и аварий из общего их числа. По виду хранимых продуктов эти пожары распределились следующим образом: 32,4% - на резервуарах с сырой нефтью; 53,8 % - на резервуарах с бензином; и 13,8% - на резервуарах с другими видами нефтепродуктов (мазут, керосин, дизельное топливо, масло и др.). Пожары происходили, в основном (222 случая), на действующих резервуарах типа РВС, из них в 194 случаях (81,5%) пожар возникал в резервуарах с бензином и сырой нефтью [3].

Анализ статистических данных стратегического партнера Республики Беларусь Российской Федерации показывает, что за период с 2007 по 2016 г. произошло 126 опасных происшествий, в том числе 65 пожаров (51 % от общего количества чрезвычайных происшествий), 46 взрывов (37 %), 15 выбросов опасных веществ (12%) [4].

С целью снижения вероятности возникновения пожаров и аварий, а также оптимизации затрат на обеспечение пожарной безопасности предлагается оценить риски возникновения данных событий. Оценка проводится с использованием деревьев событий и отказов. Дерево отказов в общем виде имеет следующую структуру.



Для получения численных значений вероятности разгерметизации резервуара необходимо сбор данных по имевшим место и возможным отказам технологического оборудования на ОАО «Гомельтранснефть Дружба».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь – [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://president.gov.by/ru/economy\\_ru/](http://president.gov.by/ru/economy_ru/) – Дата доступа – 25.02.2019;
2. ОАО «Гомельтранснефть Дружба» – [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.transoil.by/about/general/> – Дата доступа – 22.02.2019;
3. ООО «Роспайп» – [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://ros-pipe.ru/clauses/statistika\\_pozharov\\_na\\_neftebazakh/](http://ros-pipe.ru/clauses/statistika_pozharov_na_neftebazakh/) – Дата доступа – 19.02.2019;
4. Сетевое издание «Нефтегазовое дело» – [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6\\_2017/ogbus\\_6\\_2017\\_p179-191\\_KrasnovAV\\_ru.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p179-191_KrasnovAV_ru.pdf) – Дата доступа – 24.02.2019.

## **СЕКЦИЯ № 5 ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ ПО ВОПРОСАМ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **ОБУЧЕНИЕ ОХРАНЕ ТРУДА – НЕ ВТОРОСТЕПЕННАЯ ЗАДАЧА**

*Архипец Н.Н.*

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В Республике Беларусь обеспечение охраны труда является одним из составляющих деятельности любого учреждения или организации независимо от формы собственности. Важность этого вопроса связана не только с сохранением жизни и здоровья человека, но также и с формированием на рабочем месте благоприятной обстановки, ощущением безопасности при выполнении профессиональных задач, что, в свою очередь, сказывается и на производительности труда.

Законодательство Республики Беларусь и локальные нормативные акты в области охраны труда определяют меру ответственности за ее соблюдение на всех уровнях управления того или иного учреждения, при этом значительная ответственность возлагается руководителю. Сосредотачиваясь на выполнении непосредственных производственных задач, руководителю важно не упускать из виду поддержание системы управления охраной труда на должном уровне. Это, в свою очередь, предусматривает организацию системы обучения, которая должна не только предоставлять знания, но и обеспечивать четкими и понятными алгоритмами действиями в различных ситуациях. Простота, и, в какой-то мере, шаблонность выполнения действий по недопущению несчастных случаев и обеспечению эффективной работы позволит не упускать из виду факторы, способствующие возникновению условий, приводящих к несчастным случаям.

Законодательство Республики Беларусь определяет право работодателя организовать обучение охране труда непосредственно в организации и вне нее различными способами:

- направление на обучение по различным образовательным программам;
- организация обучения с помощью компьютерных программ;
- предоставление работникам материалов для самостоятельного обучения и т.д.

Не вызывает сомнения тот факт, что наиболее продуктивным способом является очное обучение. Заложить базовые основы, раскрыть понятийный аппарат охраны труда более эффективно получится при непосредственном участии в процессе обучения преподавателей. Усвоив фундаментальные знания, легче понять и создать успешно действующую систему безопасности в организации. При этом, очное обучение может быть реализовано и в рамках

образовательных программ повышения квалификации, и в рамках обучающих курсов. Вместе с тем, очное обучение должно быть только первым этапом обучения. В дальнейшем приобретение знаний может осуществляться путем самостоятельного изучения учебного материала на информационном ресурсе учреждения образования посредством электронного учебно-методического комплекса (далее – ЭУМК).

Достоинства ЭУМК для образовательного процесса огромны. К ним отнесем: разнообразие форм представления информации (аудио-, фото-, видеоматериалы, графика, схемы, карты и т.п.); разделение заданий по уровню сложности; учет индивидуальных особенностей обучающегося; интенсификация самостоятельной работы обучающихся путем применения систем самоконтроля; усиление мотивации, интереса и познавательной активности обучающихся за счет использования различных форм представления информации и т.д. Благодаря своей мобильности, ЭУМК способен решать огромное количество педагогических задач.

Сам ЭУМК должен быть структурирован с учетом поставленной цели, а не представлять набор разноплановых учебных материалов. Необходимо структурировать его по категориям обучения, по сферам и видам производства. При этом алгоритмизация учебного материала должна стать краеугольным камнем обучения. Особым разделом ЭУМК по охране труда должны стать примеры инструкций по охране труда для определенных профессий, отдельных видов работ (услуг).

Опыт создания аналогичных учебных ресурсов имеется в Университете гражданской защиты МЧС Беларуси. На сайте университета расположены ЭУМК для образовательных программ высшего образования и переподготовки, которые разработаны согласно учебным программам и периодически актуализируются. Аналогичные ЭУМК будут разработаны и при организации в университете курсов повышения квалификации по вопросам охраны труда.

Таким образом, в настоящее время Университет гражданской защиты МЧС Беларуси готов посредством созданной системы обучения обеспечить все заинтересованные организации Республики Беларусь необходимыми знаниями и информацией для создания в них безопасных условий труда.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 № 356-З (ред. от 12.07.2013) «Об охране труда».

2. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 № 176 (ред. от 24.12.2013) «Об утверждении Инструкции о порядке разработки и принятия локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда для профессий и (или) отдельных видов работ (услуг)».

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Петросова Л.И., Турабекова У.М.*

Ташкентский технический университет им. И.Каримова

Первоочередной задачей высшей школы в настоящее время является подготовка высококвалифицированных специалистов. Направление бакалавриата «Безопасность жизнедеятельности» в ТашГТУ готовит специалистов, которые смогут обеспечить защиту, а также производить спасательные работы в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Следует учитывать, что нередко чрезвычайные ситуации возникают как раз из-за того, что невиданная прежде техническая мощь оказывается в руках малоквалифицированных равнодушных людей.

Перед преподавателями кафедры стоит задача формирование у студентов активного, самостоятельного и логического мышления, следовать принципу: «**do or die**», что означает «**сделай или умри**». Поэтому важно, чтобы каждый специалист глубоко познал весь комплекс современных проблем и пути их разрешения, был подготовлен к разработке новых, прогрессивных методов сохранения техносферы. При выборе специальности по направлению безопасность жизнедеятельности необходимо учитывать психологические особенности и способности студента. Наука соционика изучающая психологические типы личности, выделяет у каждого человека такие признаки: экстраверсия- интроверсия; рациональность - иррациональность; логика - этика; интуиция - сенсорика.

Для изучения профессионально важных качеств используют:

- анкетный метод (сами или внешнеоценочный);
- аппаратный метод (установки имитаторы - тренажеры);
- тестовый метод.

Во время проведения практических занятий по курсу безопасность жизнедеятельности в ТашГТУ, для изучения профессионально важных качеств студента, применяем тестовый метод. Студенту предлагается четыре блока теста. В свою очередь тесты делятся на группы, в которых определяются:

- способности, общий уровень интеллекта, пространственное воображение, точности восприятия, психомоторные способности;
- личностные тесты для оценки импульсивности, активности, чувства ответственности, уравновешенности, общительности, осторожности, уверенности в себе, оригинальности мышления;
- тесты определения уровня квалификации, применяемые для проверки профессиональных навыков.

Студенту необходимо выбрать один из приведенных вариантов тестов, более всего присущий ему и обозначить понятие психотипа через первую букву или две, три:

- 1) отношение к окружающему миру (Экс или Интр);
- 2) восприятие информации (С или Инт);
- 3) организованность (П или И);
- 4) принятие решений (Эм или Р).

Соотношения распределяются в процентах. После чего из четырех букв составляется формула психотипа. Ответы должны выглядеть, например, так: ЭксСПР - (90:10; 51:49; 55:45; 40:60).

Применение инновационных информационных технологий позволяет быстро и удобно найти и предоставить информацию о том или ином объекте или субъекте. Для удобства обработки полученных результатов на кафедре БЖД ТашГТУ была создана база данных в программе MS Access. Признаки, определяющие психотип, объединили со списком студентов и составили базу данных, представленную в таблице 1:

Таблица 1

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Взаимодействие	Восприятие	Организованность	Принятие
*	(№)						

Программа облегчает поиск необходимых данных по запросам и благодаря разработанной форме предоставляет эти данные в необходимом виде.

Если формула психотипа студента составила например - ЭксСПР, то используя схему Пола Тайгера (таблица 2) можно видеть, что ему подходит специальность спасателя и специалиста по охране труда.

Таблица 2

Экс	С	П	Р	Интр	С	П	Р
Реалисты, которые принимают практические решения:				Ответственные трудоголики:			
1. Специалист по охране труда				1. Программист			
2. Юрист				2. Врач			
3. Страховой агент				3. Специалист по охране труда			
4. Фармацевт				4. Чиновник			
5. Спасатель				5. Экономист			

Спасатель отличается лидерским характером. Человек волевой, мобилизованный, энергичный. Обладает быстрой реакцией, сочетающейся с хорошей выдержкой. Умеет управлять людьми, быстро ориентируется в изменившихся обстоятельствах. Способен быстро принимать кардинальные решения. Имеет критический склад ума.

Отвечая на вопросы теста, студенты смогут выдвинуть гипотезу, аргументировано изложить свою точку зрения, предложить последовательность в действиях, провести сравнение, выявить причинно-следственные связи и т.д.

Во время занятий также проводим упражнение (тренировку) для совершенствования умений и навыков под влиянием повторяющейся

деятельности, подкрепляемой достижением результата. Разработанная на кафедре программа позволит сформировать компетентность студентов определиться им с выбором специализации.

Для проведения данного тестирования на кафедре необходимо создать компьютерный класс.

Однако итоги психотипа шлифуются жизнью множеством факторов: воспитанием, самовоспитанием, окружающей средой и, наконец, возрастом.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Стимулирование студентов к изучению предмета «Безопасность жизнедеятельности» с использованием ИКТ. XXXVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «European Research: innovation in science, education and technology» February 7-8, 2018 . London, United Kingdom p.18. ISBN978-1-948507-04-2.

## **ОСОБЕННОСТИ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕНИЙ НА МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Тимошков В.Ф.*

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

В статье рассмотрен вариант ситуационного моделирования тактико-специальных учений (далее ТСУ) при авариях на магистральном трубопроводном транспорте на переходах рек.

Энергетическая безопасность – важнейший приоритет национальной стратегии государства. Для качественного функционирования топливно-энергетического комплекса необходимо иметь надежную систему по транспортировке жидких и газообразных углеводородистых энергоносителей. Работу данной системы сегодня обеспечивает магистральный трубопроводный транспорт. Он включает в себя многопрофильный производственно-технологический комплекс, состоящий из подземных, подводных, наземных и надземных магистральных трубопроводов. Трубопроводные конструкции на сегодняшний день занимают важные позиции в инфраструктурах многих стран. Трубопроводный транспорт обладает многими преимуществами по сравнению с другими видами транспорта, однако существуют и отрицательные позиции.

К недостаткам трубопроводного транспорта нефти относится большой расход металла, «жесткость» трассы перевозок, узкая номенклатура перевозимых грузов и опасность тяжёлых экологических последствий при авариях. Причинами нештатных ситуаций могут быть:

- коррозионные разрушения при перекачке агрессивных жидкостей или при нарушении целостности внешнего изоляционного покрытия;
- высокие температурные напряжения, превышающие предел прочности металла труб;

– нагрузки превышающие допустимые (при размыве грунта под трубопроводом на переходах рек, при возникновении оползней и т.п.).

Решение данной проблемы осуществляется по двум основным направлениям:

– повышение надежности объектов магистрального трубопроводного транспорта;

– создание эффективных систем защиты объектов окружающей природной среды при авариях на нефтепроводах.

Для совершенствования успешной работы по данным направлениям возможно рассмотрение варианта ситуационного моделирования ТСУ при авариях на магистральном трубопроводном транспорте на переходах рек. Качественное составление документов и воплощение в реальные действия намеченной цели и задач учений, затем в дальнейшем позволит минимизировать вредные воздействия на окружающую среду выбросов в результате аварий. Ситуационное моделирование ТСУ предлагается рассмотреть на примере взаимодействия сил и средств, предприятий трубопроводного транспорта и МЧС. Определяем ранг учений как «тренировочные», так как это наиболее удобный вариант для заинтересованных сторон. Есть возможность изучить тактические возможности участников ликвидации последствий условной аварии и отработать взаимодействие. Условно данный процесс можно разделить на три этапа:

– включение в планы работы заинтересованных проведение тренировочных ТСУ;

– взаимодействие по определению тактического замысла для сил и средств участвующих сторон в учениях;

– составление, согласование и утверждение теоретической, графической составляющей плана ТСУ. На первом этапе решается вопрос на какой месяц запланировать данное мероприятие и его предварительный тактический замысел (например, размыв грунта под трубопроводом на переходе р. Сож, Гомельский р-н, д. Бобовичи). Второй этап определяет обсуждение конкретного порядка действий сил и средств в прогнозируемой обстановке. Заинтересованные стороны знакомятся с боевыми возможностями, обсуждают и предлагают количественный состав по работникам специальных служб (аварийно-спасательной, водолазной, медицинской, химической и радиационной защиты) и количестве технических средств, оборудования (вездеходы разведки, нефтесборщики, моторные катера, стационарные и переносные боновые ограждения и т.д.). На третьем этапе замысел учений трансформируется в конкретный план с графической частью. Указывается последовательный порядок отработки силами предприятий трубопроводного транспорта и МЧС намеченной цели и учебных задач. Указываются вопросы соблюдения мер охраны труда и техники безопасности для участвующих в тренировочных ТСУ работников. Заканчивается данная работа подписанием соответствующего документа.

Особенности планирования тактико-специальных учений при авариях на магистральном трубопроводном транспорте на переходах рек требует тщательной подготовки. Этот процесс позволяет на высоком уровне

отрабатывать практические навыки, умения для их дальнейшего использования на боевой работе в реальных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Защита водных объектов при аварийных разливах нефти / Д.П. Комаровский [и др.]; под ред. В.К. Липского. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 220 с.
2. Тимошков, В.Ф. Особенности тушения пожаров при наводнениях / В.Ф. Тимошков, Ю.Н. Рубцов // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – № 2. – 2013. – С. 152-159.

Научное издание

## ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА: ПРАКТИКА, ОБУЧЕНИЕ, ИННОВАЦИИ

Сборник материалов  
Международной заочной научно-практической конференции

(29 марта 2019 года)

Ответственный за выпуск Н.В.Зайнудинова  
Компьютерный набор и верстка Н.В.Зайнудинова

Подписано в печать 20.03.2019.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Цифровая печать.  
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 8,07.  
Тираж 9. Заказ 000-2019.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты  
Министерства по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/259 от 14.10.2016.  
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск.