

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА

**МАТЕРИАЛЫ XI НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

слушателей и молодых ученых

15 мая 2019 г.

Москва-2019

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА

МАТЕРИАЛЫ XI НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

слушателей и молодых ученых

15 мая 2019 г.

Москва-2019

УДК 574 “20” (042)
ББК 20.1 ж
Э40

Материалы XI Научно-практической конференции «Экологические
Э 40 проблемы XXI века» / Сост. Т.Г. Грушева, О.В. Наместникова, Л.К.
Исаева, В.А. Сулименко. Под общ. ред. Грушевой Т.Г. – М. :
Академия ГПС МЧС России, 2019. – 90 с.

Издано в авторской редакции.

УДК 574 “20” (042)
ББК 20.1 ж

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Тетерин И.А., Сулименко В.А. Обеспечение безопасности в лесах.....	5
Амтеев Б.Э., Сулименко В.А. Степные пожары в Республике Калмыкия.....	7
Степанов Д.Ю., Сулименко В.А. Человеческий фактор при пожарах.....	9
Уланов М.С., Сулименко В.А. Пожары на строительных рынках.....	12
Макоев А.А., Сулименко В.А. Мамиконянц Граздан – выдающийся специалист по тушению газовых и нефтяных фонтанов.....	14
Баженов И.М., Горячева В.Н., Елисеева Е.А., Карнюшкин А.И. Обеспечение экологической безопасности при использовании аддитивных технологий.....	19
Пчелинцев В.Э., Горячева В.Н., Карнюшкин А.И. Последствия нару- шения правил безопасности при использовании ТВЭЛов.....	24
Данильченко А.Н., Горячева В.Н., Карнюшкин А.И. Способы предотвращения отрицательного воздействия предприятий на окружающую среду.....	29
Кердман Ю.Л., Горячева В.Н., Карнюшкин А.И. Экологический ущерб от продуктов полного и неполного сгорания.....	34
Хрущев Д.В., Сулименко В.А. Удушающий смог в г. Сибай.....	37
Курганов В.А., Грушева Т.Г. Экологическая обстановка Волгоградской области. Состояние, проблемы и решения.....	39
Лопаткина А.А. «Черные дыры» города Дзержинска	44
Романов Д.А. Рекультивация свалок с твёрдыми коммунальными отходами.....	48
Романова А. С. Экологические проблемы Азовского моря....	51
Еланская Т.М., Горячева В.Н., Елисеева Е.А., Карнюшкин А.И. Разновидности ракетных материалов. Достоинства и недостатки.....	54
Неустроев Е.А., Сарычев В.В. Реализация современных подходов к планированию эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы на примере Томской области.....	60
Малинина Д.И., Анисимова А.Г. Прогнозирование параметров цунами в результате землетрясения.....	64
Панова Я.С. Анализ методов утилизации и обезвреживания фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей.....	76
Алексеева Д.Ф., Горячева В.Н., Елисеева Е.А. Карнюшкин А.И. Разработка камеры флотационного аппарата для интенсификации очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ.....	80

Полудкин И.Е., Соколова Д.Ю., Кобец М.В., Горячева В.Н., Карнюшкин А.И. Анализ кислотности молока титриметрическим Методом.....	83
---	----

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ

Тетерин И.А., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

В связи с климатическими изменениями, ухудшением экологической обстановки и интенсивной антропологической деятельностью возникла настоятельная необходимость повышения эффективности управления в области лесозащиты.

Леса Российской Федерации, а особенно Центрального и Приволжского федеральных округов подвержены процессам массового уничтожения лесных насаждений. В первую очередь это связано с участвовавшими климатическими аномалиями, техногенным воздействием на лес и сильными повреждениями вредителями, микроорганизмами и грибковыми заболеваниями. Кроме изменения естественных биогеоценозов, складывающиеся ситуация приводят к изменению качественного и количественного состава горючей нагрузки, что естественно усложняет пожароопасную обстановку в лесах, снижая порог времени наступления пожароопасного периода и вызывает определенные трудности в их ликвидации.

Часть пострадавших деревьев остается на лесной территории и в результате, масса горючего материала может увеличиваться в несколько раз, создавая условия для быстрого развития различных типов лесных пожаров. [1]. Поэтому наиболее актуальной для обеспечения безопасности в лесах в настоящее время является как борьба с источниками опасности для лесных экосистем, так и разработка комплекса превентивных мер по повышению биологической устойчивости леса, а также мер, направленных на снижение пожарной опасности и обеспечения условий для быстрого и эффективного тушения очагов возгораний.

Вспышка численности короеда-типографа, уничтожившего более 10 тыс. гектаров еловых насаждений в Подмосковье, была зафиксирована в 2011 году и продолжается до настоящего времени. Короед-типограф поражает в Подмосковье только еловые насаждения и способен уничтожить дерево в течение месяца.

Вторая проблема лесов Центральных регионов и Поволжья - поражение корневой губкой. Корневая губка (*Heterobasidion annosum*) – дереворазрушающий гриб, вызывающий гниль корней многих хвойных и некоторых лиственных пород, в том числе березы, ольхи, дуба. Это заболевание широко распространено среди хвойных и является для них самым опасным [2].

Катастрофическое распространение болезни является следствием интенсивной вырубki естественных лесов в Европейской части России и выращивания монокультур хвойных пород на нелесных площадях. Кроме того, на протяжении всего периода распространения патогена в пораженных насаждениях не проводились и до сих пор не проводятся эффективные меры защиты насаждений. В настоящее время можно считать доказанным, что патоген участвует в единой эволюционной стратегии биогеоценоза, т. е. в формировании устойчивых структур древостоев [3].

Таким образом, поражение сосны приводит к ее усыханию в незрелом, молодом возрасте, корневая болезнь не приводит к изменению в структуре дерева, а только к ее усыханию и разложению. Очевидно теплота сгорания при этом увеличивается, что в целом меняет энергоемкость леса. Считается, что живые растения всегда способны поддерживать свое высокое влагосодержание, в то время как влагосодержание мертвых лесных горючих материалов зависит от процессов их увлажнения и высыхания под влиянием погодных условий [4].

На основании разработанной системы управления предложен комплект нормативных документов, в основе которых лежит аргументация с точки зрения физических и химических свойств, которыми обладает саморегулирующаяся система лес-огонь-лес. Кроме того, следует в первую очередь устранить причины гибели лесов.

Для успешного противодействия патогенному агенту необходимо разработать и внедрить в лесохозяйственное производство комплекс превентивных мер, направленных на создание устойчивых насаждений [4]. Сплошные санитарные рубки не улучшают состояния пораженных корневой губкой насаждений, а наносят лесохозяйственным предприятиям экономический ущерб, переводя сырораствующую древесину в сухостой.

Целесообразно в связи с этим внести изменения в действующие нормативные документы по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий в лесах России: необходимо увеличить ширину лесосек и изменить сроки проведения санитарных рубок с таким расчетом, чтобы проводить их не допуская усыхания насаждений в пораженных таксационных выделах. В плане борьбы с пожарами в лесах требуется пересмотреть параметры тушения пожаров с учетом изменения общей пожарной нагрузки и тактики тушения, учитывающей опасности, создаваемые сухостоем.

Литература

1. Сулименко В.А., Сулименко С.В. Опасность лесных пожаров на урбанизированных территориях Материалы II международной научно-практической конференции 20 марта 2013 год «Пожаротушение: пробле-

мы, технологии, инновации» – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – С 228 – 239

2. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов в Российской Федерации и прогноз лесопатологической ситуации на 2016 год. Пушкино (по годам). // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 223

3. Высоцкий А.А., Корчагин О.М. Корневая губка в насаждениях сосны. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 224

4. Харченко Н.А., Харченко Н.Н., Кузнецов И.В. Корневая губка и её связь со структурой и развитием корневых систем сосны обыкновенной в условиях ЦЧР. Воронеж, 2010. – 123 с.

СТЕПНЫЕ ПОЖАРЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

Амтеев Б.Э., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Республика Калмыкия располагается на крайнем юго-востоке европейской части России. Протяжённость территории с севера на юг – 448 км, с запада на восток – 423 км. Численность населения: 349,7 тыс. человек.

Регион расположен в зонах степей, полупустынь и пустынь и занимает территорию с общей площадью 75,9 тыс.км², что больше территории таких государств в Западной Европе как Бельгия, Дания, Швейцария и Нидерланды.

Степные пожары представляют собой возникновение одного или нескольких очагов, которые достаточно быстро распространяются на значительные территории. Такие природные катастрофы обладают высокой скоростью распространения, достигающей в определенные моменты 30 км/ч. Этот фактор обусловлен большим количеством сухой растительности, созревших злаков и прочих легковоспламеняющихся материалов. Как правило, степные пожары представляют огромную опасность не только для людей, но и для сельскохозяйственных животных. Огонь, который подступает со всех сторон, оказывает достаточно сильное психологическое давление. Тем самым может спровоцировать массовую панику, которая зачастую приводит к многочисленным жертвам [1].

Как уже говорилось ранее, даже небольшой очаг возгорания может за достаточно короткий срок привести к стихийному бедствию. Следовательно, подобные природные катастрофы необходимо ликвидировать как можно быстрее, чтобы максимально минимизировать величину причинен-

ного ущерба. Тем не менее, перед тем, как узнавать алгоритм действий при тушении обнаруженного очага возгорания, необходимо выяснить основные причины возникновения пожаров. Как правило, зачастую огонь в степи может появиться в результате неосторожных действий человека. Помимо этого, степные пожары могут возникнуть в результате атмосферных явлений, таких как грозовые разряды. Однако не следует исключать из списка и следующий фактор, степные пожары могут возникать из-за самовозгораний сухостоя в жаркую летнюю пору.

В совокупности все мероприятия по ликвидации степных пожаров можно разделить на несколько основных категорий. К первой из них относятся так называемые разведывательные действия. Ко второй - локализация очага возгорания, к третьей - ликвидация пожара. К последней категории, в свою очередь, причисляют окарауливание опасной зоны.

Конечно же, выбор методов и средств устранения неконтролируемого огня следует производить в зависимости от нескольких ключевых факторов. Как правило, это сила и вид пожара, а также скорость его распространения. Помимо этого, обязательно учитывается природная и погодная обстановка, наличие сил для эффективного устранения огня. Одним из наиболее часто применяемых способов тушения можно считать отжиг. Как нестранно, но для устранения неконтролируемого пламени используется контролируемое, которое направляется навстречу пожару. Подобные действия осуществляются следующим образом: от имеющихся природных и искусственных рубежей начинается пуск отжига при помощи специальных зажигательных аппаратов или же, если таковых нет, любых подручных средств. При этом важно помнить, что если вышеописанные мероприятия производятся при помощи особых средств, то необходимо участие квалифицированного персонала, специально обученного для работы с подобной техникой. Тем не менее, при проведении любых операций с огнем следует соблюдать правила техники безопасности.

Степные пожары представляют особую опасность для людей не столько прямым воздействием, сколько губительными для организма последствиями. Ведь при горении возникает достаточно большая вероятность отравления угарным и углекислым газом. Таким образом, в настоящее время выделяют следующие основные способы защиты населения: 1. Эвакуация населения и сельскохозяйственных животных из промышленных объектов и населенных пунктов. 2. Ограничение доступа к пожароопасным регионам. 3. Максимально быстрое тушение очагов возгораний. 4. Обеспечение наиболее безопасных условий для устранения огня.

Причиной возгораний чаще всего становится пал травы, который выходит из-под контроля человека, например, из-за сильного ветра. Продук-

ты горения, которые образуются во время пожара, токсичны. Кроме этого, дым от огня сильно загрязняет атмосферу.

Некоторые владельцы пастбищных угодий намеренно производят пал травы, пытаясь улучшить качество травы, произрастающей на этой территории. Такое поведение приводит только к ослаблению экосистемы на этом участке.

Пепел и зола действительно являются хорошими удобрениями для растений, но эти частицы имеют совсем небольшой вес, поэтому приземной ветер сдувает их намного раньше, чем они начинают приносить пользу. После степного пожара травы не защищают почву от эрозии, к тому же огонь уничтожает степной войлок, который прикрывает землю, что ведёт к опустыниванию [2].

Один из крупнейших степных пожаров был в 120 километрах к юго-востоку от Элисты, который длился около пяти дней, масштаб этого степного пожара действительно поражал, он затронул два федеральных заповедника Черные земли и государственный природный заказник федерального значения Меклетинский, сообщает «Гринпис России». Пожар возник 13 августа 2015 года, и охватил площадь почти в сто пятьдесят тысяч гектаров (это примерно в полтора раза больше Москвы в границах МКАД). Какой ущерб пожар нанес особо охраняемым природным территориям - умалчивается. При этом пожаре достаточно большой урон был нанесен флоре и фауне этого района, погибли такие животные как: степные сайгаки, эти животные занесены в Красную книгу России, их в природе осталось около 2000 особей, степные орлы, лисицы, также пострадал крупнорогатый скот и малый рогатый скот рядом стоящих животноводческих стоянок [3].

После степного пожара травы не защищают почву от эрозии, к тому же огонь уничтожает степной войлок, который прикрывает землю, что ведёт к опустыниванию. Эта одна из главных проблем Республики, опустынивание степной местности. Республика Калмыкия единственная в Европе антропогенная пустыня, имеющая статус заповедника.

Таким образом, степные пожары чрезвычайно опасны для окружающей среды и населения. Главное их предупредить, а это зависит от людей, проживающих в Калмыкии.

Литература

1. Савенко, В.С. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы // Итоги науки и техники: Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов / В.С. Савенко. - Т. 31. - М.: 1991. – 207 с.

2. http://www.rosleshoz.gov.rumediaevent3V.A._Lebedev.pdf

3. http://www.rusnauka.com/28_npm_2013/ecologia/2_145568.doc.htm)

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ ПОЖАРАХ

Степанов Д.Ю., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Мы живём в 21-м веке – веке информационных технологий, наукоёмкого производства, новых материалов и методов строительства, веке, когда сложные технические решения не кажутся такими сложными – словом, человечество развивается здесь и сейчас, на наших глазах.

Большие технологии требуют от нас большей ответственности, и несмотря на развитие систем спасения людей, организации работы спасательных служб, никуда не делся самый страшный и непредсказуемый параметр – человеческий фактор. На фоне больших технических инноваций он остаётся неизменным, то есть у нас, людей менталитет не меняется и ответственности больше не становится, и сейчас это применимо к нашей стране как никогда. Следует разобраться в тех нюансах, которые приводят к тяжелым последствиям, и кто за ними стоит. Целый ряд пожаров, которые характеризуют ментальность каждого этапа пути к катастрофическим событиям. Приведем только крупные и резонансные пожары. Например, 4 ноября 2007 года вспыхнул пожар в доме престарелых в поселке Велье-Никольское в 30 километрах юго-западнее Тулы. На момент пожара в учреждении находились 279 пациентов и 12 человек медицинского персонала. На месте происшествия было обнаружено 32 тела погибших, эвакуированы 247 человек. Обвинён был заместитель директора дома престарелых, сэкономивший на обеспечении пожарной безопасности [2].

Пожар в клубе «Хромая Лошадь» в Перми 5 декабря 2009 года получил горькую славу первого пожара в ночном клубе с массовой гибелью людей за историю современной России. Клуб, рассчитанный на 50 человек, в ночь с пятницы на субботу вместил в себя целых 300, что уже стало грубейшим нарушением. В помещении клуба был организован фейерверк из так называемого холодного огня. Согласно основной версии, возгоранию способствовала небольшая высота потолка и имевшийся на нём декор из ивовых прутьев и холста. Ударившие в потолок искры привели к его возгоранию. Быстрому распространению огня способствовали использованный пенопласт, пластиковая отделка стен, а также скопившаяся на потолке пыль. В результате чрезвычайной ситуации пострадали 238 человек, при этом на месте погиб 101 человек. 137 пострадавших госпитализировали. Выжили 82 пациента. В целом погибло 156 человек. Подавляющее боль-

шинство людей погибло именно из-за отравления продуктами горения – они банально не успели эвакуироваться из-за захламлённости аварийных выходов, отсутствия аварийного освещения, сильной давки.

Стало ли это каким-то уроком для остальных предпринимателей и владельцев подобных заведений? Возможно, но весь положительный итог работы был перечёркнут спустя почти 9 лет, когда 25 марта 2018 года случился страшный пожар в торговом центре «Зимняя вишня» города Кемерово. Площадь пожара составила 1600 квадратных метров. В дальнейшем произошло обрушение кровли и перекрытий между четвёртым и третьим этажами на площади 1500 квадратных метров. К ликвидации чрезвычайной ситуации было привлечено 840 человек и 195 единиц техники, из них от МЧС России 680 человек, свыше 110 единиц техники, в том числе 2 воздушных судна. На пожаре погибли 42 человека, в основном дети. Следствие по определению круга ответственных за трагедию продолжается [2].

Таким образом, в трагических событиях могут быть ответственные и те, кто строит, принимает решения о строительстве и те, кто эксплуатирует и обеспечивает безопасность в зданиях и сооружениях. Не стоит забывать и о тех, кто ликвидирует сложные пожары, назрела необходимость пересмотреть подходы к тактике и технике тушения, изменить требования к предупреждению пожаров, обозначить и повысить персональную ответственность за безопасность на каждом этапе функционирования того или иного объекта.

Литература

1. <https://d.infox.ru>
2. Главному пожарному «Зимней вишни» предъявили окончательное обвинение [Электронный ресурс]: Электронное периодическое издание «МК.ru». – Режим доступа: <https://www.mk.ru/social/2019/07/02/glavnomu-rozharnomu-zimney-vishni-predyavili-okonchatelnoe-obvinienieal.html>
3. Тела 21 сгоревшего старика из дома инвалидов под Тулой захоронят неопознанными. За ними никто не пришел [Электронный ресурс]: [newsru.com](https://www.newsru.com). – Режим доступа: <https://www.newsru.com/russia/15nov2007/neopoznali.html>

ПОЖАРЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ РЫНКАХ

Уланов М.С., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

В ноябре 2018 года в Москве проходила XII ежегодная конференция уполномоченных по защите прав предпринимателей. Отдельная секция конференции была посвящена встрече с первым заместителем министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Александром Чуприным. «Пока Минстрой и МЧС не могут договориться, кто согласовывает строительную документацию, число пожаров продолжает возрастать», – так выразил основную мысль по итогам встречи Уполномоченный при Президенте РФ по защите прав предпринимателей Борис Титов [1]. По статистике МЧС, с начала 2018 года на объектах с массовым пребыванием людей (торговые центры, объекты образования и здравоохранения) произошел 471 пожар [2]. За аналогичный период 2017 года было зафиксировано 364 пожара, таким образом, количество инцидентов увеличилось на 29,4%. В отдельно взятых торгово-развлекательных центрах число пожаров за год выросло на 64% (74 против 45 в 2017 году). В зданиях и помещениях образовательного назначения – на 29% (229 против 177). В зданиях здравоохранения и социального обслуживания – 19,7% (168 против 142).

Начиная с 2000 г. было более 150 тысяч пожаров, жертвами которых стали более 23 тыс. человек, из них погибли более 10 тыс.

Пожары в строительных центрах и строительных рынках происходят с завидной регулярностью. Такие пожары - особые случаи, горение строительных материалов чрезвычайно опасно для человека и окружающей среды.

Пожар в строительном центре «Синдика» - крупнейший пожар с начала XXI века в Москве, который произошел, в воскресенье 8 октября 2017 года в 15 часов 00 минут, в двухэтажном здании крытого комплекса «Синдика», по всей площади, охватив подземную парковку на 5000 машинных мест и здания на площади 55 тысяч квадратных метров и кровле на 65-ом километре МКАД, в Северо-Западном округе Москвы, с внешней стороны кольцевой автодороги, на пересечении с Мякининским шоссе. Произошло обрушение кровли на площади 3000 м² [3].

Возгорание произошло на складе стройматериалов, где также хранились лакокрасочные изделия и газовые баллоны, которые начали взрываться. По вентиляционным шахтам огонь распространился на кровлю и под-

земную стоянку, где были припаркованы сотни автомобилей работников рынка и посетителей. Площадь возгорания составила 55 тыс. м².

Справиться с распространением огня удалось только под утро, когда на месте происшествия работали пожарные не только области, но и пришедшие им на подмогу спасатели из Москвы.

Что же касается проверок, они конечно же были, и не один раз. С 2016 по 2017 год органы госконтроля проверяли компанию «Синдика-О» 24 раза. «Синдика-О» занимается эксплуатацией рынка. Компанию проверили сотрудники ГИБДД, Минприроды, Роспотребнадзора, Росреестра, Ростехнадзора и Ространснадзора. Было выявлено пять нарушений: три обнаружил Ростехнадзор, одно - Роспотребнадзор и одно - Минприроды. В феврале 2017 года соблюдение норм противопожарной безопасности «Синдики» проверяли инспекторы МЧС. Проверка обнаружила в подвале гигантский склад, в котором хранились легковоспламеняющиеся материалы. Инспекторы вынесли предписание об устранении нарушений. Повторная проверка установила, что нарушения так и не были устранены.

Помимо материальных ценностей, ущерб был причинен 3 пострадавшим, и то, это люди, которые пытались спасти свой товар. Значительный урон принесен окружающей среде. Растворенные вредные и токсичные вещества, растворяемые в воде, попали с чрезмерно пролитой водой в ближайшие водоемы и прилегающую территорию.

Строительные центры характеризуются высокой пожарной опасностью, так как в них находится много полимерных строительных и отделочных материалов. Эти материалы при термическом разложении могут стать источником поступления в воздух токсичных продуктов горения и представлять большую опасность для жизни людей. В центре было 120 тысяч квадратных метров только торговых площадей со значительной пожарной нагрузкой. По крайней мере, локальное загрязнение прилегающей территории значительно превысили допустимые уровни.

Во многих странах такой печальной статистики нет. В США, в 2017 году в торговых центрах Нью-Йорк пожары были шесть раз [4]. За все время погиб один человек - пожарный, когда под ним провалился пол. Что же обеспечивает такую статистику? Три важных принципа. Первый - наличие единого госоргана, осуществляющего как выработку стандартов, связанных с безопасностью жизни людей, так и проверку их соблюдения. Всех до единого: строительство, перепланировка, технологии перевода одного типа собственности в другую, противопожарная безопасность, эксплуатация всех типов построек.

Второй – подготовка персонала. Ни на должность охранника, ни на должность сотрудника информслужбы торгового центра документы у претендента даже и не будут принимать, если у него отсутствует сертификат

пожарной безопасности. Получить сертификат можно, пройдя соответствующий подготовительный курс. И только в госведомстве.

И последнее. Ни одна страховая компания в США не выдаст полис магазину, в котором нет противопожарной сигнализации, или просто исключит из договора компенсации убытков, причиненных огненной стихией. Стоит изучить опыт предупреждения пожаров и при необходимости внедрить определенные элементы в отечественную систему противопожарной профилактики.

Таким образом, во многих случаях возникшие в строительных центрах пожары могут иметь более серьезные экологические последствия с нарушением условий жизнедеятельности людей и причинением вреда их здоровью и даже гибелью.

Литература

1. Материалы XII Всероссийская конференция уполномоченных по защите прав предпринимателей. Режим доступа: <http://ombudsmanbiz67.ru/archives/3345>
2. https://www.mchs.gov.ru/activities/results/2018_god
3. <https://www.mk.ru>
4. Как устроена противопожарная безопасность в штатах. Режим доступа: 01@spravka01.ru

МАМИКОНЯНЦ ГРАЗДАН – ВЫДАЮЩИЙСЯ СПЕЦИАЛИСТ ПО ТУШЕНИЮ ГАЗОВЫХ И НЕФТЯНЫХ ФОНТАНОВ

Макоев А.А., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

В процессе проведения работ по бурению скважин или в процессе их эксплуатации имеют место случаи открытого фонтанирования, сопровождающегося пожарами, что в конечном итоге приводит к значительным материальным и трудовым затратам по их ликвидации. Мамиконянец Граздан Мушкетович один из первых начал успешно тушить такие сложные пожары.

Мамиконянец Граздан Мушкетович (1890-1973 гг.), инженер-полковник внутренней службы. Выдающийся специалист-практик по ликвидации пожаров газовых и нефтяных фонтанов.

После окончания Томского технологического института (1914 г.) работал до 1931 года помощником заведующего и заведующим нефтепромыслом, начальником промысловой пожарной дружины, начальни-

ком пожарной охраны нефтепромысла «Азнефть» (Баку), с 1931 года - начальник Военизированной пожарной охраны НКВД по охране нефтепромыслов Баку, с 1938 - старший инженер Наркомата нефтяной промышленности СССР (Москва). С 1943 - заместитель начальника отдела профилактики, отдела госпожнадзора, нормативно-технического отдела ГУПО НКВД СССР. С 1953 года по 1954 год - начальник отделения научного отдела ВНИИПО, с 1954 года до 1968 год работал в УПО МВД России и в ГУПО МВД СССР в должности заместителя начальника нормативно-технического отдела.

Проявив себя в тушении знаменитого Сураханского пожара (1922), возглавил вновь созданный отряд военизированной пожарной охраны, а затем – управление пожарной охраны «Азнефти». Руководил тушением сложных пожаров на промыслах «Бухта Ильича» (1924) и «Бибиэйбата» (1925), керосиновой станции нефтеперерабатывающего завода (1928), газонефтяных фонтанов объединения «Майкопнефть» (1930, 1936) и др. Более 20 лет работал в нормативно-техническом и других отделах Главного управления пожарной охраны, воплощая в нормах противопожарного проектирования свои идеи по рассредоточению резервуаров на складах хранения нефти и нефтепродуктов, внедрил ряд технических решений по противопожарной защите резервуаров сжиженных газов.

Впервые в мировой практике предложил использовать для тушения газовых и нефтяных фонтанов силу взрыва, а также железнодорожный способ доставки огнетушащих веществ к устью фонтанов. Являлся основоположником школы тактики тушения газовых и нефтяных фонтанов.

Большой вклад внёс в обоснование противопожарных норм для складов нефтепродуктов, резервуарных парков сжиженных газов. Являясь автором способа тушения газонефтяных пожаров методом взрыва, принимал участие в ликвидации крупнейших пожаров в нашей стране и ряде зарубежных стран (в Болгарии, Венгрии, ГДР, Польше и др.).

В 8 часов 30 минут местного времени 27 ноября 1955 г. на буровой № 1 треста «Нефтеразведка» объединения «Куйбышевнефть» в Красноярском районе, в 2 километрах от деревни Киндяково, в результате прорыва газов произошел взрыв и пожар.

После неудачных попыток подавления огненного фонтана водяными струями было решено организовать его тушение с помощью надземного взрыва. Этот метод борьбы с пылающими газовыми и газонефтяными фонтанами в те годы считался наиболее эффективным. Взрыв производился у самого основания факела – между устьем скважины и пламенем. При этом образующаяся ударная волна разрывала струю огня, и под ее воздействием пламя отрывалось от горючей смеси, как бы отбрасываясь вверх. Для организации таких работ в начале декабря 1955 года в Куйбышев прибыл ав-

тор взрывного метода ликвидации пожаров на газовых и газонефтяных месторождениях, старейший работник советской пожарной охраны, доктор технических наук, инженер-полковник Граздан Мушегович Мамиконянц.

Еще в начале 20-х годов он стал одним из организаторов современной пожарной службы на Бакинских нефтепромыслах, и тогда же начал разрабатывать собственный оригинальный метод тушения нефтяных и газовых факелов. В результате 7 апреля 1931 г. по предложенному Мамиконянцем плану впервые в отечественной практике при помощи взрыва был остановлен пожар на газовом месторождении под Майкопом, не прекращавшийся в течение восьми с половиной месяцев. За эту работу пятеро работников пожарной охраны, в том числе и Мамиконянц, в числе первых в нашей стране были удостоены высшей награды СССР – учрежденного всего за год до этого ордена Ленина.

В дальнейшем Граздан Мушегович сосредоточился в основном на научной и преподавательской работе. Он воспитывал молодых офицеров в Высшей пожарной академии, читал лекции в московских и других вузах, но в то же время не раз бывал руководителем и непосредственным участником тушения многих сложных пожаров на нефтепромыслах в нашей стране и за рубежом, а также написал монографию «Тушение нефтяных открытых фонтанов». В общей сложности заслуги ученого в пожарном деле были оценены двумя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени и Красной Звезды, несколькими медалями СССР, а также орденами и медалями социалистических стран.

К 20 декабря 1955 года на уровне МВД РСФСР и Миннефтепрома СССР был утвержден разработанный Мамиконянцем план тушения пожара на буровой № 1 с помощью направленного взрыва. При этом перед четвертой, решающей атакой неподалеку от пожарища нефтяники вырыли третий водоем емкостью 1500 кубометров, а около него установили стационарный насос, от которого был проложен трубопровод для гидромонитора. На первом водоеме поставили дополнительные насосы, а для отвода нефти от устья скважины проложили три трубопровода диаметром 150 мм.

Кроме того, рабочие в защитных костюмах и под прикрытием водяных струй в течение нескольких дней соорудили около скважины земляную насыпь длиной около 70 метров, на которую уложили звенья рельсовых путей.

По этим рельсам в огонь должна была пойти тележка с укусиной, а на крюк к ней предполагалось подвесить тротиловый заряд. А чтобы от высокой температуры заряд не взорвался раньше времени, его со всех сторон надежно укрыли асбестовыми щитами и накидками. В асбест также завернули и электрические провода, которые шли от пускового механизма к взрывателю.

Четвертую атаку решено было произвести ранним морозным утром 23 декабря, когда солнце еще не встало. Перед этим Мамиконянц объяснил руководителям штаба пожаротушения, почему подобные работы он рекомендует всегда проводить на рассвете. Оказывается, именно в это время суток перед взрывом легче всего бывает определить направление ветра, а после взрыва – оценить состояние уже укрощенного фонтана и немедленно принять меры, чтобы он не вспыхнул снова. Выслушав все аргументы профессора-взрывника, руководители борьбы с огнем, а с ними – и рядовые пожарные сразу же поверили, что уже вскоре пожар будет укрощен, и что готовящаяся четвертая атака на пылающий нефтегазовый фонтан будет последней и решающей.

В ночь на 23 декабря в районе горящей нефтяной скважины опять разыгралась метель, а столбик термометра упал ниже 30-градусной отметки. Несмотря на мороз, в полосе шириной несколько сот метров вокруг режущего пламени зима ощущалась очень слабо: снега почти не было, из-под земли бодро пробивалась зеленая травка, а холодный ветер, дующий с периферии пожара к его центру, под воздействием мощного теплового излучения моментально согревался. К тому же из-за яркого пламени даже после полуночи вокруг было светло, как днем.

Инженер-полковник Мамиконянц, к тому моменту назначенный руководителем взрывных работ, в 0 часов 50 минут провел последнее совещание перед решающим штурмом, после чего дал распоряжение на развертывание вокруг пылающей скважины всех необходимых сил и средств.

Перед проведением четвертой атаки на огонь зона пожара была разбита на два сектора и шесть боевых участков. Для подкатывания тележки с зарядом к фонтану из числа пожарных-добровольцев была сформирована особая группа из 16 рядовых и сержантов под руководством двоих опытных офицеров. Согласно плану, для охлаждения территории вокруг фонтана и создания водяной завесы над добровольцами пожарные подготовили 8 лафетных стволов и 16 ручных стволов «А». Еще пять стволов «Б» были поставлены во второе кольцо вокруг зоны огня - для защиты ствольщиков первой линии.

Охлаждение подступов к горящему фонтану началось в 1 час 40 минут, а к двум часам ночи у скважины работали уже все имеющиеся лафетные и ручные стволы, а также четыре гидромонитора. Около 3 часов 30 минут ночи инженер-полковник Мамиконянц лично осмотрел территорию вокруг скважины и еще не разрушенное оборудование бывшей буровой, после чего сделал вывод, что в результате обильного полива все объекты уже достаточно охладились. Можно было приступать непосредственно к взрывным работам, а пока в целях экономии воды были отключены гидромониторы. Дальнейшее охлаждение зоны пожара продолжалось лишь ла-

фетными и ручными стволами.

В 4 часа 30 минут начался самый ответственный этап тушения - подготовка к взрыву. На видных местах были вывешены красные флажки, а всех непосредственно не занятых в операции людей и лишнюю технику отвели за пределы 300-метровой запретной зоны. Непосредственно перед взрывом из зоны огня ушли и ствольщики, в течение нескольких часов охлаждавшие скважину.

В 5 часов 45 минут утра Мамиконянц дал команду пожарным, и специально тренировавшееся в течение нескольких дней подразделение добровольцев стремительно покатило тележку с зарядом прямо в огненный ад. Разогнав смертоносную «посылку», примерно за 50 метров до устья скважины бойцы быстро укрылись в специально подготовленном для этого окопчике. А когда двигавшаяся по инерции тележка скрылась в пламени, техник-подрывник повернул рукоятку пускового механизма.

Мощный взрыв тротилового заряда весом в 320 килограммов в долю секунду оторвал пламя от нефтегазовой струи. В то же мгновение в устье скважины со всех сторон вновь ударили струи воды из восьми лафетных и 27 ручных стволов, а также из четырех гидромониторов. К тому моменту охлаждавшиеся в течение нескольких часов стенки скважины еще не успели как следует нагреться снова, и в итоге огню так и не удалось снова накинуться на легкую добычу – бьющую из-под земли сырую нефть.

Лишь к 8 часам 30 минутам утра, на исходе третьего часа непрерывного охлаждения скважины после взрыва людям удалось справиться с огненным зверем. В общей сложности нефтегазовый пожар на берегу реки Сок бушевал в течение 26 суток.

За тушение газонефтяного фонтана в районе г. Куйбышева, Мамиконянц был удостоен высшей правительственной награды СССР-орденом Ленина.

Разработанная новая методика и техника тушения газонефтяных струй была в дальнейшем успешно применена Мамиконянцем при тушении пожаров на ряде нефтяных скважин в СССР (в Грозном, Оренбурге, Саратове и др.) и в некоторых зарубежных странах.

Уйдя в отставку, Мамиконянц Г.М. работал главным специалистом ВНИИПИ нефти.

Литература

1. Ерофеев В. Пламя фонтана «Второго Баку» [Электронный ресурс] / Историческая Самара – Режим доступа: <http://историческая-самара.рф/каталог/самарская-служба-го-и-чс/пожары-и-пожарная-служба/пламя-фонтана-«второго-баку»> (дата обращения: 29.03.19)

2. Энциклопедия пожарной безопасности / ПОРТАЛ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «СПРАВКА 01» – Режим доступа: <https://xn--01-6kcaj2сбайh.xn--p1ai/encyclopedia/m/mamikonyanc-grazdan-mushetovich> (дата обращения: 29.03.19)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Баженов¹ И.М., Горячева¹ В.Н., Елисева¹ Е.А., Карнюшкин² А.И.
¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва

²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва

Без внедрения аддитивных технологий невозможно представить современное ракетостроение. Аддитивные технологии (прототипирование, 3D-printing) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3D технологий [1].

Организация ASTM (ASTM International (American Society for Testing and Materials) - американская международная организация, разрабатывающая и издающая добровольные стандарты для материалов, продуктов, систем и услуг, занимающаяся разработкой отраслевых стандартов.

Согласно ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 существуют следующие типы аддитивных процессов (АП):

1. Выдавливание материала.

Эта технология реализована под марками MJS – Multiphase Jet Solidification (многофазное отверждение струи); FDM – Fused Deposition Modeling (моделирование методом послойного наплавления); FFF – Fused Filament Fabrication (способ наплавления нитей).

2. Струйное нанесение материала (material jetting) – это АП, в котором изготовление объекта осуществляют нанесением капель строительного материала.

Примером может служить разбрызгивание материала по технологии Multi Jetting Material.

3. Струйное нанесение связующего (binder jetting) – это АП, в котором порошковые материалы соединяются выборочным нанесением жидкого связующего.

Используются струйные Ink-Jet-технологии впрыскивания в зону построения не модельных материалов, а связующего реагента (технология аддитивного производства ExOne).

4. Листовая ламинация (sheet lamination) – это АП, в котором изготовление детали осуществляется послойным соединением листовых материалов.

Примером может служить соединение листовых материалов по технологии Fabrisonik.

5. Фотополимеризация в ванне (vat photopolymerization) – это АП, в котором жидкий фотополимер выборочно отверждается (полимеризуется) в ванне световым излучением.

Примером могут служить SLA – технология компании 3D Systems и DLP – технология компаний Envisiontec, Digital Light Procession.

6. Синтез на подложке (powder bed fusion) – это АП, в котором энергия от внешнего источника используется для избирательного спекания/сплавления предварительно нанесенного слоя порошкового материала, т.е. плавка материала в заранее сформированном слое.

Применяется в SLS-технологиях, использующих в качестве источника энергии лазер или термоголовку (SHS – компании Blueprinter).

7. Прямой подвод энергии и материала (directed energy deposition) – это АП, в котором энергия от внешнего источника используется для соединения материалов путем их сплавления в процессе нанесения.

Материал и энергия для его плавления поступают в точку построения модели – одновременно. Энергия направляется в виде сконцентрированного пучка электронов (Sciaky) или луча лазера (POM, Optomek) [2].

Разработка новых видов изделий ракетно-космической техники – длительный и трудоемкий процесс, требующий проведения большого объема научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ. Современные системы компьютерного проектирования позволяют сократить затраты времени и средств на их разработку и конструирование. Неразрывность и целостность всего процесса способствует сокращению технологических операций. Аддитивное производство намного чище, более рационально и универсально, чем традиционные технологии машиностроения.

Исследования и разработки в космической отрасли с использованием аддитивных технологий ведутся с начала 2000-х годов [3].

Компания Made In Space разработала принтер для 3D-печати в космосе – The Zero-Gravity. Два таких принтера уже год функционируют на борту МКС.

В 2014 году в ФГУП Конструкторское бюро химического машиностроения им. А.М. Исаева (КБХМ им. А.М. Исаева, КБ ХимМаш, филиале «Государственного космического научно-производственный центра имени М.В. Хруничева» в ведении Федерального космического агентства - занимается проектированием, экспериментальной отработкой,

исследованиями и изготовлением двигателей космических аппаратов и ракет.) применена аддитивная технология 3D-печати пластиковыми материалами для изготовления конструкторского макета бортового источника питания ракеты-носителя «Ангара» [4].

Американская компания Planetary Resources, используя технологии 3D Systems, разрабатывает аппараты серии Arkud для низкочастотных исследований космического пространства на ближайших к Земле астероидах. Первый аппарат A3R был выведен на орбиту в 2015 году, второй аппарат A6 состоялся в январе 2018 года.

В 2017 году с борта Международной космической станции запущен спутник «Томск-ТПУ-120» (ИФПМ СО РАН и РКК «Энергия») - первый российский космический аппарат, созданный с использованием 3D-технологий.

Исследователи из Бирмингемского университета разработали технологию 3D-печати металлами в космосе, что в перспективе позволит производить космические аппараты прямо на орбите. Из-за невесомости для печати используются не порошковые материалы, а металлическая проволока. В конце прошлого года начались испытания принтера, после которых его также доставят на МКС.

NASA (NASA - National Aeronautics and Space Administration) спонсирует разработки в области пищевой 3D-печати, а также провела эксперимент по печати человеческих органов и тканей в условиях микрогравитации на специально спроектированном самолете. Эта технология повысит шансы космонавтов на выживание.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана для создания легких и надежных композитных конструкций, узлов и деталей космических аппаратов нанокласса, также используются аддитивные технологии. (проект «Ярило» - система наноспутников для перманентного исследования Солнца) [5].

Развитая 3D-печать должна стать основой космического строительства. Проект Spider Fab предусматривает использование специальных принтеров для печати крупных несущих структур в космическом пространстве [6].

Основная проблема всех подобных идей – поиск строительного материала в космосе. Поэтому NASA финансирует проект компании Made In Space: превращение астероидов в беспилотные корабли, начиненные 3D-печатной электронной «начинкой». Она будет создаваться из материала астероида, после чего тот отправится в ближайший пункт добычи для дальнейшей разработки. В настоящее время ведутся разработки специальных материалов, имитирующих лунный и марсианский реголит (реголит (от др.-греч. ῥήγος - одеяло и др.-греч. λίθος - камень) - остаточный грунт, являющийся продуктом космического выветривания породы на

месте. В настоящее время этим термином чаще всего называют поверхностный слой сыпучего лунного грунта) [7].

Также одной из серьезных проблем являются долговременность печати и небольшие размеры деталей, разработанных с помощью аддитивных технологий.

Благодаря появлению инновационных материалов человечество сможет создавать объекты, способные по команде осуществлять самосборку, изменять свои форму и свойства. Это можно сделать двумя способами:

- первый заключается в том, чтобы изготавливать отдельные блоки, которые могли бы, самостоятельно, объединяясь друг с другом или разъединяясь, формировать программируемые структуры более высокого уровня;

- второй подход заключается в создании монолитных объектов, которые при определенном внешнем воздействии изменяют свою форму и функции, благодаря тому, что в них запрограммированы определенные свойства, т.е. заранее определены линии перегиба, обозначены участки концентрации напряжения и вставлены электронные схемы (четырёхмерная (или 4D) печать).

В России технологии 3D-печати для космоса разрабатывает «Сколково» и ряд стартапов. В настоящее время ведутся разработки аддитивных технологий в «Росатоме», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Университете ИТМО и др.

К сожалению, 3D-принтеры промышленного класса в России не выпускаются. Подобная ситуация и с расходными материалами. Ведутся разработки по материалам в ФГУП «ВИАМ» и других научных организациях, но все они пока не способны удовлетворить спрос отечественных потребителей.

В 2018 году на четвертой конференции «Аддитивные технологии: настоящее и будущее», проходившей ФГУП «ВИАМ», было принято решение подготовить «Комплексный план мероприятий по развитию и внедрению аддитивных технологий в Российской Федерации на период 2018–2025 гг.».

В решении конференции отмечены следующие направления внедрения аддитивных технологий в российскую промышленность:

- создание единой информационной среды на базе цифровых технологий;

- создание отечественных материалов нового поколения и аддитивных технологий изготовления деталей;

- разработка отечественного оборудования на базе отечественного программного обеспечения;

- разработка национальных стандартов и нормативной документации;
- совершенствование системы подготовки кадров по базовым инженерным специальностям;
- создание цифровых аддитивных производств [8].

Очень важным направлением применения аддитивных технологий является изготовление узлов, агрегатов и комплектующих для военно-промышленного комплекса (ВПК) нашей страны.

Особое внимание уделяется обеспечению экологической безопасности при применении аддитивных технологий.

- создание замкнутого цикла аддитивного производства деталей сложных технических систем включает производство расходоуемой шихтовой заготовки, получение мелкодисперсных металлических порошков отечественных сплавов, таких как титан Ti, никель Ni, ниобий Nb и разработку технологий селективного лазерного спекания (SLS) деталей из этих порошков с последующей газостатической обработкой;

- обеспечение персонала индивидуальными и коллективные средствами защиты;

- создание на производстве систем очистки воздуха от вредных примесей;

- обеспечение очистки производственных вод перед их сбросов в общую систему канализации [9].

В девяносто пяти процентах, аддитивное производство облегчает, удешевляет и позволяет быстрее вступает в проект, вместо того, чтобы пытаться постоянно улучшать базовые показатели посредством глубоких исследований будущих решений.

Быстрая разработка продуктов

Одним из примеров производственных возможностей аддитивного производства являются сами машины, такие как LBM мощностью 250 Вт (250 × 250 × 280 мм), лазеры мощностью 400 Вт / 1 кВт (до 800 × 400 × 500 мм), которые будет укрепляться полностью новыми типами мультилазерных систем в ближайшие 10 лет.

Бизнес-примеры также будут осуществимы для недорогих продуктов в среднесрочной перспективе (начиная с 2020 года) для различных компаний. Ключевой урок, извлеченный после семи лет, с более чем 250 проектами по аддитивному металлическому производству, заключается в том, что аддитивное производство позволит использовать высокоинтегрированные и многофункциональные продукты с большими возможностями в будущем с точки зрения минимальности влияния на экологию и на окружающую среду.

Литература

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии. Состояние и перспективы.– СПб.: Университет ИТМО. – 2015. – 63 с.
2. Волегжанин И.А., Макаров В.Н., Холодников Ю.В. Аддитивные Технологии использования композитов при производстве горных машин. – Режим доступа: <http://www.giab-online.ru/>
3. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технология аддитивного производства. М.: Техносфера, 2016. – 656 с.
4. 3D-печать в космосе: реальный опыт и перспективы, от которых захватывает дух/Информационный портал «3D Print Expo». – Режим доступа: <https://3d-expo.ru/>
5. Емельянов А.В. Статья Звезда по имени Солнце/ Вестник Бауманского университета «Инженер». - август 2018. – Режим доступа: http://www.bmstu.ru/content/image/files/engineer_2018_aug.pdf
6. Литунов С.Н., Слободенюк В.С., Мельников Д.В. Обзор и анализ аддитивных технологий. Часть 1 // Омский научный вестник. – 2016. – № 1 (145). –122 с.
7. Попадюк С.А. Бублики в космосе/ Журнал «Аддитивные технологии – 2018. - №3. – Режим доступа: <https://additiv-tehttps://ch.ru/publications/>
8. Применение аддитивных технологий при проектировании и прототипировании узлов и блоков для ракетно-космических систем/пресс – центр ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и КБхиммаш им. А. М. Исаева. – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>
9. Яковлев А.Н. Аддитивные технологии для космической отрасли. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/>

ПОСЛЕДСТВИЯ НАРУШЕНИЯ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВЭЛОВ

Пчелинцев¹ В.Э., Горячева¹ В.Н., Карнюшкин² А.И.

¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва

²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва

Катастрофа (от др.-греч. Катастроφή «переворот, ниспровержение; смерть») - крупное неблагоприятное событие (авария, стихийное бедствие и др.), влекущее за собой трагические последствия (разрушения, гибель людей, животных, растительного мира). Наиболее опасны и разрушитель-

ны аварии на производствах, связанных с опасными веществами. Такие происшествия разделяются специалистами на 2 типа: аварии с выбросами ХОВ (химически опасных веществ) и с выбросами РВ (радиоактивных веществ), причины возникновения которых представлены на рис. 1:



Рис. 1. Классификация аварий с выбросами химически опасных и радиоактивных веществ.

В современном мире всё чаще стали применяться ядерные и атомные реакторы, представляющие большую угрозу в случае нарушения техники безопасности и правил эксплуатации. Объектами повышенной опасности являются АЭС, ТЭЦ (с использованием реакторов), а так же военные полигоны и базы, на территории которых может храниться ядерное оружие.

Основной и наиболее опасной частью реактора являются тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы) - основные элементы, в которых находится ядерное топливо, ядерное горючее и генерируется тепло за счёт деления ядер. Обычно в ТВЭЛах используется металлический U (уран-235) для повышения стабильности или окислы U с добавкой PU (плутоний-239). Альфа-частицы данных веществ обладают относительно малой проникающей способностью (например, для ^{239}Pu пробег α -частиц в воздухе составляет 3,7 см, а в мягкой биологической ткани 43 мкм), но в совокупности с высокой полной ионизацией ($1,47 \times 10^7$ пар ионов на одну α -частицу) небольшая величина пробега обуславливает значительную величину плотности ионизации; а чем выше ее плотность, тем выше воздействие на организм В свя-

зи с тем, что α -излучение приводит к необратимым изменениям в скелете, печени, селезёнке и почках, все изотопы элементов относят к группе элементов с особо высокой радиоактивностью (группа А токсичности), что делает их особо опасными на производстве) [1].

Особый интерес вызывает инцидент, произошедший в 1985 году в бухте Чажма и вызванный грубейшим нарушением техники безопасности при использовании ТВЭЛов: при замене активных зон двух реакторов, проводившейся на подводной лодке К-431, произошла ядерная катастрофа, приведшая к загрязнению обширных территорий (рис. 2).



Рис. 2. Схема радиационной аварии в бухте Чажма.

Необходимо указать, что береговая техническая база, которая проводила замену, нуждалась в ремонте, её сложнейшие и дорогостоящие сооружения пребывали в аварийном состоянии. Под хранилищем ТВЭЛов лопнул фундамент, и высокорadioактивная вода, просачиваясь в трещины, стекала в океан. Данной проблемы можно было бы избежать, если бы на береговой технической базе (БТБ) оказались не просто бетонные модули, а герметичные пеналы для ядерного топлива, заполненные азотно-гелиевой смесью, повышающей безопасность хранения.

В ходе перегрузки второго реактора случилось ЧП: в кормовом реакторе электрод попал на уплотнительное кольцо, не давая установить крышку на место. Было решено поднять крышку реактора (что было категорически запрещено техникой безопасности!), после чего очистить медное кольцо, и вернуть крышку на место. В момент снятия крышки специалисты не заметили, что вместе с ней начала подниматься и компенсирующая решётка и поглотители. Из-за волны крышку реактора выдернуло со всей системой на недопустимую высоту и реактор вышел на пусковой уро-

вень, произошёл взрыв и выброс радиоактивных веществ и ядерного топлива за пределы атомной подводной лодки (АПЛ), возникли сильные разрушения. Анализ ядерных аварий с самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР) и расчётные оценки показали, что время единичного энергетического всплеска могло составлять 1–4 мс, а пиковая мощность достигать $1,5 \cdot 10^9$ Вт ($5 \cdot 10^{19}$ делений). Второй энергетический всплеск был меньше – $2 \cdot 10^8$ Вт ($6 \cdot 10^{18}$ делений) [2].

Во время взрыва из реактора была выброшена часть ядерного топлива, которое стало выпадать вокруг АПЛ, – его наблюдали в виде серого порошка в радиусе 50–100 м от лодки. Кроме этого, мелкие высокоактивные фрагменты разрушенной АЗ разлетелись по площади радиусом до 150–200 м от места аварии. Далее сформировалось серо-чёрное облако, содержавшее радиоактивные вещества, которое поднялось на 20–25 м над АПЛ и, расширившись до 20–30 м, стало медленно перемещаться по ветру в сторону судоремонтного завода.

Исходная альфа-активность «свежего» ядерного топлива в реакторах типа ВМ-А составляет $\sim 6 \cdot 10^9$ Бк (230–240 кг ^{235}U и ^{238}U). Расчёты, выполненные по результатам мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды, показали, что на береговом радиоактивном следе могло оказаться 3–3,5% от общей загрузки ядерного топлива (7–8 кг) суммарной альфа-активностью около $2 \cdot 10^8$ Бк (для сравнения: при аварии на Чернобыльской АЭС выброс составил $\sim 3,5\%$, или ~ 6500 кг ^{235}U и ^{238}U). Уровень гамма-излучения в разных местах в десятки и сотни раз превысили санитарную норму. В центре же взрыва уровень радиации, который впоследствии смогли определить по уцелевшему обручальному кольцу погибшего офицера, составлял 90000 рентген в час. Большая часть топлива (60–70%) в виде расплава в смеси с металлоконструкциями активной зоны (АЗ) осталась в корпусе реактора и в реакторном отсеке. Остальное выпало вокруг АПЛ на корабли и суда, пирсы, прибрежную полосу и акваторию бухты Чажма. В береговой полосе, на пирсах и судах практически всё было собрано и захоронено, но это невозможно было сделать на акватории бухты. До настоящего времени радиоактивные вещества находятся в донных отложениях под илом между пирсами № 2 и № 3.

В период борьбы с аварией руководством флота был установлен режим полной информационной блокады. Завод быстро оцепили, усилили пропускной режим. Вечером отключили связь пос. Шкотово-22 с внешним миром. Население поселка об аварии и ее последствиях не уведомили, вследствие чего население подверглось излишнему риску получения радиоактивного облучения, которого могло избежать.

Всего для ликвидации последствий аварии было привлечено около 2 тыс. человек. Индивидуальная доза облучения в основном не превышала 5

бэр, но повышенное облучение получили 290 человек. Острая лучевая болезнь развилась у 7 человек, лучевая реакция отмечена у 39 человек. Всего пострадавшими признано более 950 человек.

Во избежание повторения утечек топлива в океан, в 1992 г. было ликвидировано временное хранилище радиоактивных отходов (~2000 м³), которое создали на радиоактивном следе в 2 км от завода в первые дни после аварии в целях экстренной дезактивации СРЗ-30. Для сбора отходов, накопившихся в течение 9 месяцев в результате дезактивации завода и прилегающих территорий, на 375-й береговой технической базе, которая располагалась в 7 км от посёлка Дунай, было создано пять траншейных хранилищ общей вместимостью ~8000 м³, которые заполнили полностью [3].

Хотя основная причина случившейся трагедии заключается в неправильной эксплуатации и ремонте ТВЭЛов (использовались нештатные подъёмные устройства) а так же, грубейшем нарушении правил техники безопасности, в дальнейшем в лодках проекта 675 были добавлены электродвигатели для запуска реакторов во избежание повторения подобных ситуаций. Кроме того, была добавлена биологическая защита на место прокладки под крышку, сама же крышка стала заменяться, а не устанавливаться обратно на место.

Таким образом, следует в очередной раз обратить внимание на то, что большинство аварий и катастроф возникает именно из-за нарушения мер безопасности и порядка выполнения технологических операций.

Литература

1. Осипенко Л.М. и др. В преддверии Чернобыля на флоте была Чажма //Атомная подводная эпопея. Подвиги, неудачи, катастрофы. М.: Боргес, 1994. – С. 282-286.
2. Вестник Российской Академии наук, том 88, № 7, 2018. – С. 599–618.
3. Черкашин Н.А. Чажма: как взорвался ядерный реактор // Чрезвычайные происшествия на советском флоте. М.: Вече, 2010. – С. 52-56.

СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Данильченко¹ А.Н., Горячева¹ В.Н., Карнюшкин² А.И.

¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва

²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва

Окружающая среда постоянно загрязняется вредными химическими веществами с предприятий. В данной статье показаны способы предотвращения загрязнений, в том числе на примере крупного промышленного завода. В настоящее время загрязнение окружающей среды представляет собой глобальную проблему.

Именно поэтому, необходимо постоянно отслеживать степень отрицательного влияния, а помочь может специальная система экологического мониторинга. Данная система обращает внимание специалистов на наиболее важные и опасные моменты в экологической обстановке, обозначая пространство, где необходимо уменьшение вредного воздействия.

В России функционирует разветвленная общегосударственная служба наблюдения по всем ступеням мониторинга – локальном, региональном и глобальном. Обобщая результаты наблюдения на всех трех уровнях мониторинга, получают объективную картину антропогенных и природных процессов в различных регионах страны. С этой целью на многочисленных станциях, створах контроля, стационарных постах, в химических лабораториях, на самолетах, вертолетах и космических аппаратах наблюдают за загрязнением атмосферы, вод, почв, донных отложений, околоземного пространства, организуют слежение за состоянием земель, минерально-сырьевых ресурсов недр, сохранностью животного и растительного мира и т.д. [1]

Среди основных целей экологического мониторинга следует выделить:

- контроль состояния природной среды и происходящими в ней процессами вследствие влияния антропогенных факторов;
- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за антропогенными факторами;
- отслеживание фактического состояния окружающей среды;
- прогнозирование изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка состояния природной среды.

Проблема отходов должна решаться на месте их образования с помощью внедрения необходимых ресурсозобновляющих технологий (РВТ). Данные технологии, так или иначе, смогут обеспечить минимизацию количества промышленных выбросов и выхода вторичных отходов с промышленных объектов.

В основе приведенного выше метода РВТ лежит теория трофо-энергетического функционирования экосистем и круговорота веществ (т.е. то, что является для одних отходом, одновременно, служит продуктом питания и источником энергии для других).

Необходимо отметить плюсы данного метода:

- используются экологически безопасные технологические процессы;
- исключается прямое сжигание органических веществ;
- обеспечивается совместимость конечных продуктов с биосферой, что позволяет включить данные продукты в природный круговорот веществ;
- возмещаются издержки производства за счет использования вторичных ресурсов, предотвращающих нанесение ущерба окружающей природе.

Деятельность любого предприятия обязательно сопровождается проектом нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) суть которого заключается:

- в установлении норматива образования отходов для действующего предприятия, исходя из анализа технологии производства и источников образования отходов;
- в формировании лимитов размещения отходов;
- в выборе и обосновании методов обращения с отходами, которые обеспечивают достижение установленных нормативов их образования и лимитов размещения.

Одним из широко используемых методов экономического регулирования в области охраны окружающей среды является плата за негативное воздействие на окружающую среду. Названный экономический инструмент введен в природоохранную практику на основе принципа, устанавливающего, что любая хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти и органов местного самоуправления, а также юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе платности природопользования и возмещения вреда окружающей среде (статья 3 №7-ФЗ).

Экологический мониторинг является важнейшим фактором природоохранной деятельности для любого предприятия.

Для того чтобы точнее разобраться в данном вопросе, изучим ПАО «Машиностроительный завод» и его способы борьбы с загрязнением ок-

ружающей среды. ПАО «МСЗ» является одним из ведущих мировых производителей и поставщиков ядерного топлива для атомных электростанций, а также входит в структуру топливной компании «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом».

К основным объектам экологического мониторинга в ПАО «Машиностроительный завод» необходимо отнести:

- природные ресурсы (в т.ч сырье, материалы, реагенты, используемые в производстве) и места их хранения (склады);
- источники образования отходов в подразделениях предприятия (технологические процессы, оборудование и т.д.);
- источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (можно отметить организованные источники (например, воздухопроводы вентиляционных систем), а также неорганизованные источники (площадки резки металла, посты зарядки аккумуляторов и т. д.));
- источники сбросов загрязняющих веществ в системы канализации;
- объекты размещения и обезвреживания отходов;
- газопылеулавливающие установки;
- системы оборотного водоснабжения;

В специально оборудованных лабораториях используются современные приборы и средства измерения, которые постоянно совершенствуются и обновляются: спектрофотометры, фотоэлектрокалориметры, альфа-бета-радиометры и радиометры радона, и др.[2].

На предприятии действует автоматическая информационно-измерительная система контроля радиационной и химической обстановки (ИИСК РХО). Осуществляются непрерывные (со специально установленной периодичностью в одну минуту) круглосуточные измерения мощности дозы гамма-излучения и объемной активности альфа-излучающих радионуклидов. Кроме того, на предприятии отслеживаются уровни концентраций опасных химических веществ, используемых на предприятии (в основном: паров фтористого и хлористого водорода, диоксид азота, аммиака, сернистого ангидрида) и окиси углерода, которая при природных пожарах может образовываться в воздухе на территории площадки предприятия.

Диапазоны измерения концентраций контролируемых веществ в пределах от 0,5 ПДК (предельно допустимая концентрация) для населения до 5,0 ПДК рабочей зоны.

ИИСК РХО включает в себя девять постов контроля радиационной и химической обстановки на территории завода и два поста контроля на прилегающей к ПАО «МСЗ» территории [3].

Созданная система позволяет на современном программно-техническом уровне контролировать параметры химической, радиационной и метеорологической обстановки на территории ПАО «МСЗ» и выпол-

нять функции предупреждения в случае превышения установленных ограничений.

Выполнение проводимого контроля позволяет:

- получать систематические оценки экологической обстановки на контролируемых объектах;
- обеспечивать выполнение норм и требований действующего природоохранительного законодательства;
- вырабатывать своевременные рекомендации по оптимальной корректировке производственной деятельности, обеспечивающие допустимый уровень воздействия на окружающую природную среду;
- оценить техногенную нагрузку на основные компоненты окружающей природной среды в течение эксплуатации предприятия;
- создать базы данных экологического состояния территории, охваченной наблюдениями.

Как показывают многолетние наблюдения, радиоэкологическая обстановка в районе расположения предприятия характеризуется как стабильная.

Гамма-фон не превышает естественный природный фон для Московской области, а загрязнение атмосферного воздуха и воды радионуклидами в районе расположения предприятия много ниже установленных уровней.

Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах с территории промплощадки не превышает и, как правило, ниже их содержания в водах рек Марьинка и Ходца, являющихся водоприемниками сточных вод ПАО «МСЗ». Загрязнение почвы, растительности и донных отложений радионуклидами не выявлено. А в рамках ведения объектового мониторинга состояния недр не выявлены изменения в сторону ухудшения состояния недр.

Таким образом, воздействие выбросов, сбросов, отходов производства и потребления ПАО «МСЗ» на окружающую среду ограничивается территорией промплощадки предприятия и находится в пределах установленных нормативов выбросов, сбросов, лимитов образования отходов [4].

С 2011 года в цехе запущена система производства сжатого воздуха, за счёт которой снижаются энергозатраты завода – устраняются потери при передаче сжатого воздуха по уличным трубопроводам. Освещение в цехе на 95 % переведено с люминесцентных ламп на светодиодные энерго-сберегающие светильники. Они более экономно расходуют электроэнергию, их внедрение снижает образование отхода 1-го класса опасности – ртутных (люминесцентных) ламп. Возвращаясь к проблеме выбросов, представляющих собой пыль от шлифования металлов, необходимо отметить внедрение специальных пылеулавливающих агрегатов, установленных на заточном и шлифовальном участках, на 1-м и 2-м пролётах цеха, в

ряде производственных корпусов, а также на установке лазерной резки. Эти агрегаты очищают воздух от графитовой и абразивной пыли. В цехе также внедрена установка очистки воды обратного осмоса, позволяющая отказаться от использования пара, что также благоприятно влияет на экологическую обстановку.

Чтобы снизить влияние на окружающую среду, ведутся работы по программам экологического менеджмента. Отходы, связанные со спецификой производства, собираются отдельно при строгом контроле лимита образования, накапливаются в специально оборудованных местах и выводятся на обезвреживание, переработку или реализацию [5].

В заключение хотелось бы отметить, если каждое крупное предприятие, находящееся в нашей стране, будет использовать современные системы защиты окружающей среды, то количество выбросов вредных химических веществ и реагентов, загрязняющих природу, минимизируется.

Литература

1. Гридэл, Т.Е. Промышленная экология: [Учеб. пособие для вузов / Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. / Пер. с англ. под ред. проф. Э.В. Гирусова.] – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2004. – 513 с.

2. Экологическая энциклопедия. [В 6-и т. Т. 5. П - С / Гл. ред. В.И. Данилов-Данильян; Ред. коллегия К.С. Лосев, П.А. Игнатов.] – М.: Энциклопедия, 2011. – 448 с.

3. Программа комплексного исследования загрязнений наземных экосистем (Введение в проблему мониторинга природной среды) / Ю.А. Буйволов, А.С. Боголюбов, М.: Экосистема, 1997.

4. Охрана окружающей среды [Официальный сайт ПАО «МСЗ»]// URL: <http://elemash.ru/sotsotvetstvennost/environmental-protection/> (дата обращения: 14.04.19).

5. Отчёт по экологической безопасности ПАО «МСЗ» за 2016 г. // URL: <https://rosatom.ru/upload/iblock/712/7124e2d03fc5780f..> (дата обращения 14.04.19).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ПРОДУКТОВ ПОЛНОГО И НЕПОЛНОГО СГОРАНИЯ

Кердман² Ю.Л., Горячева¹ В.Н., Карнюшкин² А.И.

¹*ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет),
г. Москва*

²*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Одним из печальных последствий пожара являются продукты горения, наносящие огромный вред экологии Земли. В данной статье рассматривается проблема экологического ущерба от продуктов полного и неполного сгорания. Представлена информация по массе токсичных веществ, попадающих в атмосферу в следствии пожаров.

При пожарах независимо где, на нефтескважинах, на предприятиях лесной промышленности, на каких – либо ещё предприятиях химической промышленности, да даже простая мусорка, если горит, то уже приносит вред окружающей среде. При горении выделяются продукты горения и продукты неполного сгорания, что не есть хорошо. Например, при горении дерева, продуктом неполного сгорания является угарный газ (СО), являющийся очень ядовитым для человеческого организма, достаточно пару вдохов для достижения летального исхода. Но это всего лишь дерево, натуральный продукт, который подарила нам природа, а если горит не дерево, а какой-нибудь результат деятельности человек, продукт химической промышленности? Например, бензин, это один из самых распространенных в нашем мире продуктов химической деятельности человека, который ко всему является топливом, а значит чтобы использовать его по назначению, его нужно жечь, то есть бензин постоянно выделяет при сгорании продукты горения и неполного сгорания. Один из основных продуктов полного сгорания является диоксид азота. В городских условиях диоксид азота содержится в выхлопных газах автомобилей и выбросах теплоэлектростанций (причем использующих не только ископаемые виды топлива). Кроме того, диоксид азота образуется при сжигании твердых отходов, так как этот процесс происходит при высоких температурах горения. Также NO₂ играет не последнюю роль при образовании фотохимического смога в приземном слое атмосферы. В значительных концентрациях диоксид азота имеет резкий сладковатый запах. В отличие от сернистого ангидрида, он раздражает нижний отдел дыхательной системы, особенно легочную ткань, ухудшая тем самым состояние людей, страдающих астмой, хроническими бронхитами и эмфиземой легких. Диоксид азота повышает пред-

расположенность к острым респираторным заболеваниям, например, пневмонии. При растворении окислов азота в воде образуются кислоты, которые являются одной из главных причин выпадения так называемых кислых дождей, приводящих к гибели лесов.

Колоссальный экологический ущерб от воздействия продуктов полного и неполного сгорания необходимо контролировать, и принимать меры к устранению данной проблемы, или снижению ущерба от нее до минимально возможного, иначе людей начнут преследовать бесконечные болезни, которые связаны не только с дыхательными путями, но со всем организмом в целом, будет погибать флора и фауна.

Для того чтобы примерно оценить экологический ущерб от пожаров, возьмём за образец один из субъектов Российской Федерации – Иркутскую область. На её примере рассмотрим, сколько примерно сгорает веществ и материалов, какие продукты горения и в каком объёме выделяется в атмосферу, представленные данные являются лишь приблизительные к реальным и в достаточной мере показывают реальную экологическую обстановку в стране. В таблице 1 представлены данные о средних значениях массы сгоревших материалов при пожарах на объектах техносферы в Иркутской области за 2000–2015 гг.

Таблица 1 – Среднее значение массы сгоревших материалов при пожарах на объектах техносферы в Иркутской области за 2000–2015 гг.

Сгоревшие материалы	Масса сгоревших материалов, т/год
Древесина, конструкционные материалы: круглый лес, брус, доска, бруски	223161,77
Отделочные строительные материалы на основе древесины: древесно-волоконистые, стружечные плиты, фанера, древесные пластики	15486,18
Каменный, бурый уголь, антрацит	8270,60
Поливинилхлорид: конструкционные и отделочные материалы	4597,28
Отходы древесины: дрова, опилки, стружки, щепа и др.	3981,20
Шерсть: ткани, изделия	3824,70
Полистирол, пенополистирол: конструкционные, отделочные, теплоизоляционные материалы	2401,38
Целлюлоза: бумага, обои, картон	1971,64
Хлопок: ткани, изделия	1921,17
Нефтепродукты: нефть, бензин, дизельное топливо, битум, мазут, масла	1168,85
Синтетические материалы: ткани, изделия	789,82
Продукция, отходы сельскохозяйственного производства	401,25
Пенополиуретан: конструкционные, теплоизоляционные материалы	69,39
Резинотехнические изделия и материалы	52,31

Кровельные и гидроизоляционные материалы: толь, рубероид, пергамин и др.	28,92
Лакокрасочные материалы	15,54
Горючие газы	9,37
Изделия из натуральной и искусственной кожи: обувь, одежда, мебель и др	8,68
Итого	264232,56

По представленным данным можно сделать вывод, что в относительно короткий период сгорело очень много материалов, которые при горении выделяют большое количество опасных продуктов горения в атмосферный воздух. К счастью лидирующие позиции занимают, древесина [3].

В Российской Федерации существует налог, за загрязнение атмосферного воздуха объектами техносферы. По данным расчета, в год примерно необходимо выплачивать около 6 млн. рублей.

Таблица 2 – Среднее значение массы токсичных веществ, попавших в атмосферу в результате пожаров на объектах техносферы в Иркутской области за 2000–2015 гг.

Токсичные вещества	Масса выброса, т, год ⁻¹	Токсичные вещества	Масса выброса, т, год ⁻¹
Диоксид углерода	30843,61	Оксид серы	7,78
Диоксид кремния	11560,46	Аммиак	7,60
Аэрозоль (взвешенные частицы), сажа	2928,53	Стирол	3,19
Оксид азота	665,5	Формальдегид	1,97
Ацетон	628,47	Уксусная кислота	1,91
Оксид углерода	578,56	Пиридин	1,76
Ацетальдегид	389,17	Винилхлорид	1,28
Диоксид азота	189,88	Толуол	1,09
Ацетилен	184,02	Ксилол	$9,65 \cdot 10^{-1}$
Бензол	126,82	Крезол	$8,93 \cdot 10^{-1}$
Хлористый водород	88,16	Пропилен	$7,97 \cdot 10^{-1}$
Фенол	46,95	Пропенол	$7,82 \cdot 10^{-1}$
Толуиленидиизоцианат	33,73	Бутилен	$7,76 \cdot 10^{-1}$
Цианистый водород	19,88	Бенз(а)пирен	$1,58 \cdot 10^{-1}$
Нафталин	10,42	Пятиокись ванадия	$2,81 \cdot 10^{-2}$
Пропиловый спирт	7,69	Диоксид серы	$1,86 \cdot 10^{-2}$
Сероводород	4,85	Фосген	$3,88 \cdot 10^{-3}$

В приведенном выше списке, каждый пункт – это яд для нашего организма, который медленно, но верно губит здоровье людей. Некоторые

яды накапливаются в нас, и отражаются только лишь в потомстве, а какие-то убивают нас сразу, достаточно лишь одного вдоха.

Научно-технический прогресс привёл к росту техносферной промышленности, деятельности, тающей в себе огромную экологическую беду, вследствие безответственного обращения с нею.

Литература

1. Даценко И.И. Воздушная среда и здоровье. Львов, 1981. – 103 с.
2. Пинигин М.А. Охрана атмосферного воздуха. М., 1989. – 364 с.
3. Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Кузьмичева Е.А., Черных А.И. Эколого-экономическая оценка загрязнения атмосферы в результате пожаров на объектах техносферы Иркутской области [Текст] / XXI Век. Техносферная безопасность №3. – 2017. – С. 57 – 66

УДУШАЮЩИЙ СМОГ В Г.СИБАЙ

Хрущев Д.В., Сулименко В.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Сибай - промышленный, культурный и образовательный центр Башкирского Зауралья, неофициально носящий статус его столицы.

Часто жители этого города подвергаются негативному воздействию вредных и токсичных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. Причин несколько, но все их объединяют то, что источник вредных веществ – пожары.

Последнее чрезвычайное происшествие произошло в начале декабря 2018 года [1]. Жалобы на опустившийся смог и ухудшение состояния здоровья от жителей Сибая начали поступать 9 декабря 2018 года. Предположений было много: горение торфа в районе поселка Золотой, горение руды в шахте, где добывают полезные ископаемые или тление пород в сибайском карьере. Тем временем горожане жаловались на кашель и головные боли. Министерством экологии и Управления гражданской защиты проведены дополнительные лабораторные испытания, забор воздуха с карьера города Сибай, на предприятии «Сибайский завод буровых реагентов», на шахте по добыче угля. Превышение ПДК вредных и токсичных веществ в воздухе не обнаружено. Только по решению ГУ МЧС России по Республике Башкирия на место выехала передвижная лаборатория из Уфы, которая выявила незначительное превышение содержания сероводорода. Режим ЧС не был введен. Одна из версий подтвердилась – на местном карьере

тлеет рудная порода. Установлено два очага тления рудной породы на южном и северном бортах Камаганского карьера на глубине около 400-450 метров. Причины возникновения тления явилось самовозгорание. Разработка данного карьера была прекращена 10 лет назад. Глубина карьера составляет около 585 метров, предстоит заполнить водой порядка 185 метров. Для этого потребуется более 380 тыс. кубометров воды.

Попадание диоксида серы в Сибай связано с изменением розы ветров- сообщили председатели комиссии. Карьер активно заливают смесью из воды и глины, как с южной стороны карьера, так и с северной. Ликвидировать такие загорания сложно, до настоящего времени действует режим повышенной готовности из-за смога и запаха серы, причиной которых стало тление руды вследствие окислительных процессов на недействующем карьере, специалисты ведут проливку очага илистой массой и водой. С 8 февраля 2019 года начато подтопление чаши карьера и подземных выработок с горизонта 549 метров, по проекту в сутки подается 10 тыс. кубометров воды. Предстоит заполнить водой порядка 185 метров. Для этого потребуется более 380 тыс. кубометров воды.

Осуществляется мониторинга процессов внутри породы и атмосферного воздуха. После ликвидации горения будет необходимо откачать обратно воду, а это остальное закроют глиняными замками, чтобы не было доступа воздуха.

Также следует оценить последствия токсического смога для населения. ПДК сероводорода (H_2S) в воздухе населенных мест - $0,008 \text{ мг/м}^3$ [2]. Очень токсичен. Вдыхание воздуха с небольшим содержанием сероводорода вызывает головокружение, головную боль, тошноту, а со значительной концентрацией приводит к коме, судорогам, отёку лёгких и даже к летальному исходу. При высокой концентрации однократное вдыхание может вызвать мгновенную смерть. При вдыхании воздуха с небольшими концентрациями у человека довольно быстро возникает адаптация к неприятному запаху «тухлых яиц», и он перестаёт ощущаться. Во рту возникает сладковатый металлический привкус. При вдыхании воздуха с большой концентрацией, из-за паралича обонятельного нерва, запах сероводорода почти сразу перестаёт чувствоваться. Экологи бьют тревогу: в Зауралье отмечается рост врожденных аномалий и онкологических заболеваний. В Сибайе показатели врожденных аномалий, заболеваний нервной системы, болезней крови и онкозаболеваний крови в последние годы превышает общереспубликанские и общероссийские значения. Для решения экологических проблем Зауралья необходимо разработать мероприятия по снижению неблагоприятной химической нагрузки на организм человека, планы обеспечения экологической безопасности населённых пунктов, включая обеспечение питьевой водой, поэтапный отказ от депонирования твердых

бытовых отходов. Как часто происходит тление руды? Не так часто, как показывает статистика. Из-за чего возникают трудности при ее ликвидации? Из-за малого опыта ее тушения и трудностей воздействия на зону горения..

Росприроднадзор периодически называет новые сроки ликвидации последствий тлеющего карьера, но результат по-прежнему не виден. Специалисты до сих пор периодически фиксируют превышенное содержание ядовитых веществ в воздухе. Жители города активно взялись за ситуацию, за свой счет они закупают газометры, пытаются рассказать об этой ситуации жителям других городов, самостоятельно ведут профилактические работы. При этом, карьер практически уже затоплен, но из-за смога в Сибее продолжает действовать режим повышенной готовности, который введен в конце прошлого года. Концентрация H_2S в городе до сих пор превышена в 1,4-1,5 раза.

14 июня 2019 г Верховный суд республики Башкортостан вынес приговор, что ответственность за загрязнением атмосферы лежит на Учалинском горнообогатительном комбинате, который обязан нести затраты по ликвидации чрезвычайного происшествия и восстановления здоровья населения г. Сибай.

Литература

1. Удушающий смог в Сибее: с чего все началось и что происходит сейчас [Электронный ресурс] / Независимая уральская газета – Режим доступа: <https://proural.info/society/udushayushchiy-smog-v-sibae-s-chego-vse-nachalos-i-chto-proiskhodit-seychas/>

2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (с изменениями на 31 мая 2018 года)» Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 № 165.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Курганов В.А., Грушева Т.Г.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Волгоградская область является одним из наиболее активно развивающихся регионов страны. В области, как и в большинстве других, идет

процесс урбанизации – роста городского населения на фоне спада сельского. На территории области объекты инфраструктуры, которые неблагоприятно влияют на экологическое состояние, расположены, в основном, в городах. При этом неблагоприятное влияние на состояние окружающей среды оказывают не только растущие производственные мощности, которые объективно приводят к росту объемов отходов производства, но и сопровождающее их расширение социальной инфраструктуры, приводящее к росту объемов отходов социально-бытовой сферы [1].

Волгоградская область расположена в Южном федеральном округе РФ. Площадь ее составляет почти 113 тысяч квадратных километров, а население – чуть более двух с половиной миллиона человек. Административно область состоит из 6 городских округов, 33 муниципальных районов, в которых расположены 437 поселений, из которых 408 сельских и 29 городских. Плотность населения составляет 22 человека на 1 квадратный километр, при этом городское население составляет 77% общей численности.

Контрольно-мониторинговая деятельность осуществляется 15 контрольными экологическими постами, которые ведут мониторинговую работу в местах, непосредственно находящихся на наиболее неблагоприятных территориях региона.

Территориально опасные в экологическом отношении производства по территории области размещены неравномерно, что приводит к разной степени влиянию на экологическую обстановку. Так объекты металлургии расположены в Краснооктябрьском районе Волгограда, в городе-спутнике Волжском, городе Фролово. Объекты химической и нефтяной промышленности развернуты на территории Красноармейского и Кировского районов Волгограда, в городе Волжском, Котельниковском, Жирновском и Камышинском муниципальных районах области. В городе Михайловка расположен крупнейший в стране комбинат асбесто-цементного производства, включающий в себя не только цементный завод, но и шиферный и кирпичный заводы. Кроме того на территории области расположен еще целый ряд предприятия металлообработки и машиностроения, предприятий легкой и перерабатывающей промышленности. Каждому из этих предприятий и производственных комплексов соответствует определенный ряд неблагоприятных экологических факторов, специфичный для каждого вида производства.

Общий объем выбросов в атмосферу стационарных источников составляет около 138 тысяч тонн в год, при этом твердых веществ выбрасывается около 9 тысяч тонн, а жидких и газообразных – 129 тысяч тонн. Сопоставление статистических данных за последние пять лет показывают значительное снижение как общего объема выбросов (со 172 тысяч тонн

до 138), так и основного компонента – жидких и газообразных (со 160 тысяч тонн до 129).

Таблица 1 – Динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [1]

Показатели выброса	2014	2015	2016	2017	2018
всего, тыс. т/год	153,5	159,9	161,4	138,0	141,5
в том числе:					
твердые	9,95	10,0	8,9	8,7	6,6
газообразные и жидкие, из них:	143,6	149,9	152,5	129,3	134,9
диоксид серы	7,2	7,6	12,1	7,4	7,5
оксид углерода	56,7	60,8	54,5	54,3	58,1
оксиды азота	25,4	27,3	26,2	25,4	20,5
углеводороды (без ЛОС)	28,6	28,1	39,0	22,7	31,4
ЛОС	22,5	23,1	17,4	17,8	16,3
прочие газообразные и жидкие	3,1	3,2	3,2	1,6	1,1

В настоящее время состояние атмосферного воздуха в пределах городов Волгограда и Волжского характеризуется как удовлетворительное и составляет 0,7 ПДК (предельно допустимых концентраций по неблагоприятным составляющим).

По территории Волгоградской области протекает 190 водотоков протяженностью от 10 до 200 км и 9 рек длиной более 200 км (Иловля, Чир, Хопер, Бузулук, Медведица, Терса, Елань, Еруслан, Аксай). Из них 158 принадлежат бассейну реки Дон. Общая протяженность их составляет 8182 км, общий среднемноголетний сток - около 4 км³. Режим всех мелких рек и их притоков примерно одинаков. Весной они многоводны, летом сильно мелеют, иногда пересыхают.

Службами экологического мониторинга, а также отраслевыми (рыбоводческими и лесоохранными) службами проводятся работы по выявлению неблагоприятных факторов ухудшения состояния объектов водного и лесного хозяйства.

Таблица – 2. Динамика изменения качества воды за период 2014-2018 гг. [1] (УКИЗВ/класс и разряд качества воды)

Год	Река Волга				Волгоградское водохранилище			рукав Ахтуба 0,9 км ниже п. Солодовка	Цимлянское водохранилище	
	0,5 км ниже ГЭС	20,8 км ниже ГЭС	47,1 км ниже ГЭС	64,9 км ниже ГЭС	2,5 км выше ГЭС г. Волжский	3,0 км ниже г. Камышин	1,5 км выше г. Камышин		х. Красноярский	ст. Ложки
2014	3,04/ЗБ	3,02/ЗБ	3,15/ЗБ	3,15/ЗБ	3,35/ЗБ	2,96/ЗА	2,67/ЗА	3,06/ЗБ	4,53/4А	4,09/4А
2015	2,83/ЗА	2,57/ЗА	2,98/ЗА	2,77/ЗА	2,75/ЗА	2,71/ЗА	2,42/ЗА	3,19/ЗБ	3,42/ЗБ	3,86/ЗБ
2016	3,03/ЗБ	2,85/ЗА	2,95/ЗА	2,94/ЗА	2,92/ЗА	2,83/ЗА	2,43/ЗА	2,59/ЗА	3,68/ЗБ	3,86/ЗБ
2017	3,25/ЗБ	3,54/ЗБ	3,75/4А	3,31/ЗБ	2,50/ЗА	2,60/ЗА	2,06/ЗА	2,76/ЗА	3,30/ЗБ	3,19/ЗБ
2018	2,49/ЗА	3,09/ЗБ	3,17/ЗБ	2,14/ЗА	2,51/ЗА	2,38/ЗА	2,09/ЗА	2,74/ЗА	3,68/ЗБ	3,46/ЗБ

Особое внимание уделено сбросу ливневых и сточных вод. Общий годовой объем сточных вод составляет 118, 5 миллионов кубометров, из которых 12,6 миллионов – нормативно чистые; 16,7 миллиона – нормативно очищенные; 89, 2 миллиона – загрязненных.

Для наибольшей части территорий – 55% - самой острой признана проблема нарушения земель в процессе хозяйственной деятельности и невыполнения обязательных работ по их рекультивации, причем для 30% эта проблема оценена как имеющая приоритетный характер для значительной части территории. Это регионы с развитой добывающей промышленностью и северные регионы с низким потенциалом самовосстановления экосистем на нарушенных землях.

Следующая по значимости проблема – загрязнение и захламление земель – 54% территории страны, как имеющая приоритетный характер на значительной части региона оценена для 24% и как приобретающая характер экологического кризиса на части территории региона для 4% территории страны. Это регионы с развитой перерабатывающей промышленностью (химическая и нефтехимическая, цветная металлургия), высокой плотностью населения.

Таблица 3 – Потери земель Волгоградской области [1]

Наименование муниципального района	Потери земли 1980–2010 гг., га		Прогнозируемые потери земель 2010–2020 гг., га	
	Общие	Сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбище)	Общие	Сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбище)
Чернышковский	101,6	83,2	33,9	27,7
Суровикинский	374,1	285,9	124,7	95,3
Иловлинский	83,2	44,4	27,7	14,8
Городищенский	219,1	131,6	73,0	43,9
Калачевский	915,3	657,8	305,1	219,3
Октябрьский	327,2	265,0	109,1	88,3
Котельниковский	1333,7	1219,3	444,6	406,5
ИТОГО	3354,0	2687,2	1118	895,7

Площадь земель сельскохозяйственного назначения в общей структуре составляют около 78%. Наряду с площадями, занятыми под выращивание сельскохозяйственных культур, в состав отрасли входят также целый ряд объектов и комплексов по выращиванию, содержанию и откорму животных, объектов переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, которые также представляют экологическую опасность.

Одной из актуальных проблем, связанных с ухудшением состояния окружающей среды является нерациональное и экологически опасное размещение отходов, образующихся в процессе производственной и иной деятельности человека. Существующая система учета и контроля в области обращения с отходами не позволяет из-за своей децентрализации получить достоверную информацию о фактических объёмах образования отходов, а также исключить их несанкционированное размещение.

В современных условиях на рынке использования вторичного сырья в Волгоградском регионе наблюдается следующая ситуация [2]:

- в регионе отсутствует единая база данных об организациях, предлагающих свои услуги в сфере работы с вторичным сырьем;
- не все организации, работающие в области обращения с отходами и оказывающие коммерческие услуги по работе с вторичным сырьем, имеют лицензии на деятельность по обращению с отходами;
- предприятия с незначительным объемом образования отходов не имеют возможности селективного сбора в местах первичного образования;
- региональный рынок услуг по переработке отходов не развит и представлен малым бизнесом, оказывающим посреднические услуги по сбору и транспортировке вторичного сырья в другие регионы РФ;
- в стране в целом и в регионе в частности не разработан механизм экономического стимулирования природоохранной деятельности в области обращения с отходами.

Региональная система управления отходами требует комплексного подхода и должна включать технологические, экономические, юридические и социальные аспекты управления отходами, учитывать особенности управления отходами, связанные с масштабом территории, её географическим положением, климатическими условиями, уровнем развития и специализацией производства товаров и работ, оказанием услуг, связанных с образованием и движением отходов [2].

Учитывая динамику изменения показателей качества окружающей среды, природная среда в пределах Волгоградской агломерации подвергается масштабному негативному воздействию со стороны различных источников загрязнения.

Литература

1. Доклад « О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2018 году» / Ред. Колл.: В.Е. Сазонова [и др.]; комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. – Ижевск: ООО «Принт», 2019. – 300 с.

2. Арутюнян А.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ / Экология региона: проблемы и пути их решения: сборник научных статей (материалы региональной научно-практической конференции) / под ред. С.В. Косенковой. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2015 – С. 20 - 22

«ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ» ГОРОДА ДЗЕРЖИНСКА

Лопаткина А.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Проблема техногенного загрязнения окружающей среды является одной из наиболее острых и обсуждаемых в кругу ученых и различных специалистов, обеспечивающих экологическую безопасность городов.

Дзержинск – второй по численности и промышленному значению город Нижегородской области с населением 262 тыс. человек. Он располагается на левом берегу реки Оки в 40 километрах от Нижнего Новгорода, включает в себя территории 16 населенных пунктов [1].

Промышленное развитие города начинается с 1872 года, когда был построен завод по обжигу гипса. В годы первой мировой войны быстрыми темпами развивается химическая промышленность – строятся крупные заводы и предприятия по производству суперфосфата, серной и азотной кислот. В период Великой Отечественной войны резко увеличились объемы различных боеприпасов. Дзержинск постепенно стал крупным промышленным центром всесоюзного масштаба с различным спектром химического производства. Сейчас на его территории сосредоточено около 46 больших и средних промышленных предприятий [2].

Наиболее активно производства создавались в 1930 – 1970 годах на которых производились следующие токсичные вещества [3]:

- химическое оружие: иприт, люизит фосген (в настоящее время производство ликвидировано);
- синильная кислота и цианиды;
- пестициды: гранозан (на основе ртути) и симазин (в настоящее время производство ликвидировано);
- тетраэтилсвинец (антидетонационная присадка к топливу) (в настоящее время производство ликвидировано);
- взрывчатые вещества и ракетные топлива (в т.ч производство несимметричного диметилгидразина);
- хлор, оргстекло, окись этилена, ацетилен, соединения бора и др.

На сегодняшний момент основную проблему города представляют десятки полигонов хранения отходов химических предприятий. Самый

большой из них – «Черная дыра» (рис.1). Несколько десятилетий назад в образовавшуюся карстовую воронку стали сбрасываться жидкие и пастообразные отходы различных химических производств. Свалка не получила законного статуса полигона, поэтому строгого контроля за ее состоянием не производится и количество токсичных веществ до сих пор не оценено.

Другой крупнейший на территории России и Европы шламонакопитель – «Белое море» (рис.2) появился в результате деятельности завода «Капролактам» с 1973 года. По мнению экспертов, здесь хранится около 7 млн.т самых различных отходов, большую часть которых составляют химикаты [4]. После проливных дождей здесь скапливается жидкость, представляющая собой концентрированный щелочной раствор. Поверхность и периметр шламонакопителя усыпаны трупами птиц, которые попытались нырнуть в «Белое море».



Рис. 1. «Черная дыра» – свалка химических отходов г. Дзержинска.



Рис. 2. «Белое море» – шламонакопитель химических отходов г. Дзержинска.

В восточной промышленной зоне Дзержинска, в двух километрах юго-западной поселка Лесная Поляна, справа от дороги Москва-Нижний Новгород, расположен крупнейший по площади (111,5 га) в Европе межмуниципальный полигон твердых коммунальных отходов «Игумновский» [1]. Ежегодно на свалке добавляется около 4 млн. м³ отходов. Практически непрерывающиеся на протяжении нескольких лет пожары на территории свалки выделяют в атмосферный воздух огромные объемы токсичных продуктов горения.

Ликвидация экологических последствий, вызванных крайне опасными для окружающей среды объектами «Белое море», «Черная дыра» и полигоном ТКО «Игумново», проводится в соответствии с Федеральной целевой программой «Ликвидация накопленного экологического ущерба на 2014-2015 годы».

Кроме того, наиболее общими экологическими проблемами г. Дзержинска Нижегородской области являются:

- загрязнение атмосферного воздуха;
- загрязнение поверхностных и подземных вод;
- неправильная утилизация и хранение промышленных и твёрдых коммунальных отходов;
- зона повышенной карстовой опасности;
- повышение уровня Чебоксарского водохранилища.

Для решения вышеуказанных экологических проблем необходимо:

- внедрить высокоэффективную технологию переработки отходов производства и потребления в полезную продукцию;
- осуществить переход на экологически безопасное топливо;
- использовать комплексную переработку сырья;
- внедрить экологически эффективные и ресурсосберегающие технологии;
- осуществлять рациональное использование природных ресурсов;
- ликвидировать несанкционированные свалки;
- проводить своевременную утилизацию вредных и опасных отходов;
- сократить объем вывозимых на захоронение отходов;

Способы решения экологических проблем:

- сформировать современное экологическое законодательство;
- осуществлять жесткий контроль за состоянием окружающей среды;
- ввести действенные экономические механизмы регулирования охраны окружающей среды;
- привлечь к природоохранной деятельности широкие слои населения;
- проводить масштабное озеленение территорий.

Литература

1. Князев В. Экологическая ситуация в городе Черноречья – Дзержинске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/dzerzhinsk.html> – Загл. с экрана. (дата обращения 20.06.2019).

2. Чеховская К. Город для людей, а не для отчетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gttp.ru/MP/mp_133.htm – Загл. с экрана. (дата обращения 20.06.2019).

3. Дзержинск и экологи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://saiga20k.livejournal.com/28037.html> – Загл. с экрана. (дата обращения 20.06.2019).

4. Белое море (Дзержинск, Нижегородская область): история, описание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/351307/beloe-more-dzerzhinsk-nijegorodskaya-oblast-istoriya-opisanie> – Загл. с экрана. (дата обращения 20.06.2019).

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СВАЛОК С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Романов Д.А.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Проблема загрязнения природы мусором на сегодняшний день уже не просто трудность, а глобальная экологическая задача каждого государства, которая требует немедленного решения. Современное общество потребляет намного больше, чем предыдущие поколения. Объемы потребления сырья и продукции ежегодно растут, а с ними увеличиваются и объемы утильсырья и мусора.

Технический прогресс дал человечеству неисчислимо много, но и ситуация с утильсырьем в мире ухудшилась. Разработаны новые виды материалов (например, пластик, мелинекс и др.), которые разлагаются сотни лет или не разлагаются вообще.

В некоторых странах уже довольно давно пришло осознание всей опасности загрязнения твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) (Япония, Америка, Швейцария), а где-то ситуация держится на прежнем уровне (Россия и бывшие страны СССР).

ТКО – это отходы, постоянно образующиеся в жилых домах в результате использования каких-либо товаров жильцами. Также к ТКО относят предметы, пришедшие в негодность в процессе их потребления жильцами домов в личных и бытовых целях. Помимо отходов, накапливающихся в ходе жизнедеятельности физических лиц, группу ТКО составляет мусор, возникающий в работе организаций и лиц, зарегистрированных как ИП, который по своему компонентному содержанию близок к отходам жилых помещений[1].

В настоящее время практикуется 4 способа утилизации ТКО: сжигание, вторичное использование, компостирование ТКО и вывоз ТКО для захоронения[2, 3].

При утилизации ТКО путем сжигания формируется дым, который содержит в себе тяжелые металлы, разрушающие озоновый слой планеты и вызывающие кислотные дожди.

Вывоз ТКО мусора должен осуществляться в строго отведенные места на специально оборудованные полигоны. Полигон для захоронения представляет собой ограниченную территорию, подготовленную для длительного хранения бытовых или промышленных отходов и строительного мусора. Полигон обустраивается таким образом, чтобы исключить или свести к минимуму вредное влияние отходов на окружающую среду и че-

ловека. Но даже на правильно организованном полигоне, ТКО представляют собой источник ряда опасностей: болезнетворные бактерии могут стать причиной инфекций и целых эпидемий, свалки являются питательной средой для вредных насекомых и грызунов, жидкие продукты разложения попадают в почву и подземные воды, вызывая сильное загрязнение. Разложение мусора приводит к образованию газа – метана, который с воздухом образует взрывопожароопасную горючую смесь.

Использование захоронения ТКО в качестве способа утилизации является самым экономически выгодным. Но этот метод имеет ряд недостатков:

1. Полигон, на котором складывается мусор, занимает большие площади земли.
2. Площадки, на которые будет свозиться мусор, должны быть далеко за пределами жилой зоны, заповедной зоны, мест отдыха.
3. Отходы, содержащиеся на этих площадках, должны иметь низкий класс опасности [1].

Метод компостирования подходит только для органического мусора. В основе этого метода – разложение веществ под действием микроорганизмов. Из преимуществ этого метода – простота, финансовая доступность, возможность использования компоста в качестве удобрения (применяется в сельском хозяйстве). Из недостатков – неприятный запах, который неизбежно сопутствует процессу гниения.

Но для того чтобы его можно было безопасно применять, мусор предварительно должен быть рассортирован. Для этого во многих дворах стали устанавливаться отдельные контейнеры для пластиковых бутылок, стекла, бумажных отходов [4].

Использование ТКО в качестве вторсырья позволяет производить некоторую часть продукции, не затрачивая при этом природных ресурсов. Кроме того, это позволяет снизить количество утилизируемых отходов [5]

Стоит отметить еще один новый вид утилизации ТКО – плазменная утилизация [6]. Это технология считается самой перспективной. Утилизация проходит в 3 этапа. Поступившие на завод отходы тщательно перемалываются и попадают под пресс, где превращаются в гранулы. При необходимости сырье проходит дополнительную сушку. Полученная масса отправляется в топку, где под воздействие потока плазмы она превращается в газ. Полученный продукт очень похож на природный газ, но его энергетическая ценность значительно ниже. Его закачивают в специальные емкости и отправляют потребителю. Он служит дешевым топливом для турбин, котлов обогрева и электрогенераторов.

Этот способ переработки уже завоевал популярность в США и Канаде. В Европе эта технология только начинает внедряться, но в планах её

повсеместное использование. На данный момент данное оборудование не поставляется в Россию.

Главная проблема отходов в России – низкая экологическая культура населения. К сожалению, государство практически не воспитывает население в сфере обращения с отходами. У нас неразвита сфера переработки отходов (малое количество заводов, но большое количество свалок), редко можно встретить контейнеры для сортировки мусора.

Решением проблемы мусора можно решить путем:

- воспитания в будущих поколениях уважения к природе и понимания проблемы загрязнения окружающей среды;
- выделение из государственного бюджета финансовых средств на проведение агитации «О проблемах окружающей среды».
- покупка оборудования и подготовка специалистов по переработке отходов.

Литература

1. «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. дан. – М., 2018. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (дата обращения 01.05.2019)

2. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 29 декабря 2014 г. № 458-ФЗ // // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. дан. – М., 2018. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (дата обращения 01.05.2019)

3. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 31 декабря 2017 г. № 503-ФЗ // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. дан. – М., 2018. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России (дата обращения 01.05.2019)

4. Способы утилизации твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс]: О переработке и утилизации отходов. – Режим доступа: <https://vtothod.ru/utilizatsiya/sposoby-utilizatsii-tverdyh-kommunalnyh-othodov> (дата обращения 03.05.2019)

5. Вторичная переработка и использование битовых отходов [Электронный ресурс]: О переработке и утилизации отходов. – Режим доступа:

<https://vtothod.ru/pererabotka/vtorichnaya-pererabotka-i-ispolzovanie-bytovyh-othodov> (дата обращения 03.05.2019)

6. Преимущества плазменной переработки мусора [Электронный ресурс]: Промышленный портал. – Режим доступа: <https://promzn.ru/utilizatsiya-i-pererabotka/musora-plazmennym-metodom.html#i-3> (дата обращения 03.05.2019)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ

Романова А. С.

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Азовское море представляет собой уникальный объект окружающей среды. Каждый человек понимает важность сохранения его в чистоте как источника не только материального, но и духовного богатства. Этот некогда замечательный природный объект нуждается в серьезной защите.

Азовское море, проблемы которого – плохое экологическое состояние как результат экономической деятельности прибрежных стран (Украины и России), переживает не лучшие времена. В последнее десятилетие существенно снизился объем природоохранной деятельности, что, без преувеличения, грозит катастрофой.

Азовское море – это внутренний водоем, омывающий восточные берега Крыма, побережье Запорожской, Донецкой, Ростовской областей и часть западных границ Краснодарского края. Через Керченский пролив оно связано с Чёрным морем. Площадь Азовского моря составляет всего 37 800 км². Наибольшая глубина не превышает 14 м, а средняя глубина около 8 м. Объём его также невелик и равен 320 км³. В Азовское море впадают две крупные реки: Дон и Кубань, а также около 20 небольших речек, значительная часть которых стекает с северного берега. Дон, впадающий с северо-востока, в нижнем течении образует небольшую многорукавную дельту, площадь которой 540 км². Устье Кубани, расположенное в юго-восточной части моря, представляет собой обширную двухрукавную дельту, площадь которой равна 4 300 км². Средний суммарный сток Дона и Кубани после его зарегулирования составляет 28 км³/год. В Азовское море впадает 28 рек длиной более 10 км [1].

Солёность Азовского моря достаточно низка. В среднем она втрое меньше обычной солёности вод океана. Эта величина составляет около 1 промилле в районе впадения Дона и возрастает до 10,5 промилле ближе к центральной части. В области Керченского пролива солёность Азовского моря достигает максимума – 12,5 промилле.

Температурный режим моря характеризуется большой сезонной изменчивостью, свойственной неглубоким водоёмам. Минимальная температура близкая к температуре замерзания отмечается зимой (январь-февраль). Летом почти по всему морю устанавливается довольно однородная поверхностная температура +24...+26 °С. Годовая амплитуда температуры воды составляет около 28 °С.

Азовское море, биологические ресурсы которого изначально были достаточно велики, сейчас насчитывает 103 вида рыб. Некогда мировой лидер по рыбному промыслу, это море утратило в настоящее время всё свое значение. Здесь водится значительная часть промысловых видов рыб: сом, судак, сельдь, лещ, кефаль, а так же бычки и некоторые представители осетровых. На все эти виды рыб, да и на другие тоже, ведется охота [2, 3].

Основными негативно действующими техногенными факторами являются попадающие из рек неочищенные стоки, содержащие бытовые отходы. Сейчас содержание фенолов превышает ПДК в 7 раз, роданидов – в 12,6. Основные источники загрязнения моря – порты и промышленные предприятия Мариуполя. Металлургический комбинат «Азовсталь» ежегодно выбрасывает в его воды более 800 млн. кубометров загрязненных стоков. В них выявлено превышение ПДК по азоту, железу, меди, цинку, нефтепродуктам [3].

Другой крупный загрязнитель – торговый порт Мариуполя. Его очистные сооружения совершенно неэффективны – в акватории показатели загрязнения выше, чем где-либо.

Загрязнение морской акватории нефтепродуктами из-за грузоперевозок и портовой деятельности приняло катастрофический характер. Концентрация их в Азовском море местами превышает все мыслимые пределы. Из-за разлитой нефти ухудшен кислородный обмен, водные организмы отравлены пестицидами. Происходит массовый замор рыбы.

Содержание нефтепродуктов в Таганрогском заливе Азовского моря значительно повысилось по сравнению с предыдущими годами наблюдений. Из 34 пунктов наблюдения в 31-ом среднегодовые концентрации нефтепродуктов выше ПДК. Так, максимальные разовые концентрации отмечались в июне – 0,47 мг/дм³ (9,4 ПДК) вблизи свалки морского грунта г. Таганрога и в районе выпуска очистных г. Таганрога – 0,46 мг/дм³ (9,2 ПДК). Также в июне отмечено превышение норм ПДК в устье рук. Песчаный – 0,43 мг/дм³ (8,6 ПДК). Превышения допустимых норм наблюдались в июне в 7,6 ПДК (0,38 мг/дм³) – в 6 км от берега г. Таганрога; в 6,4 ПДК (0,32 мг/дм³) – в устье р. Большая Черепаха, в 6,0 ПДК (0,3 мг/дм³) в устье р. Малая Черепаха. В среднем, содержание по ингредиенту в 2017 г. находилось выше уровня ПДК – 0,101 мг/дм³ (2 ПДК) [4].

Другие экологические проблемы Азовского моря связаны с его обитателями. Донное траление давно уже официально запрещено, но, тем не менее, применяется практически повсюду. В результате разрушаются придонные места рыбного обитания, погибают моллюски-фильтраторы – кормовая база рыбы. Поднявшаяся муть на протяжении нескольких километров снижает прозрачность воды. Лишь часть промысловых судов имеет разрешение на работу неводом с ограничением улова. Но по факту объемы его скрываются. К тому же зачастую вместо неводов применяют тралы, в результате чего уничтожаются не только запасы рыбы, но и места ее нереста и кормления.

Браконьерский вылов за последние годы привел к снижению добычи в 5 раз. Браконьеры – это экологическая проблема, которая превращается в глобальную, за счет технического прогресса и неадекватного поведения человека.

К другим экологическим проблемам Азовского моря также можно отнести строительство водохранилищ на Дону и Кубани (основные реки Азовского моря), постепенно превращающихся в гигантские отстойники [3].

Кроме того, отрицательно влияют на Азовское море проблемы интенсивного строительства на побережье множества баз отдыха и пансионатов, которое ведется без соблюдения каких-либо санитарных и экологических норм. При этом нарушается природное состояние пляжей и снижается их потенциал. На побережье Азовского моря расположено более 200 детских лагерей и десятки курортных комплексов, рассчитанных более чем на 300 000 человек [3].

Также серьезная проблема – дампинг, т. е. захоронение отходов судов и самолетов в море или их плановое уничтожение. При этом происходит загрязнение морской воды ртутью и свинцом, которые имеют свойство накапливаться в ее верхних слоях.

Единственным возможным способом решения наболевших вопросов ученые-экологи считают коренную смену приоритетов для региона. Заключаться она должна в минимизации производства и переходе к рыбному хозяйству и рекреации. В портовой и транспортной инфраструктуре требуется жесткий контроль деятельности портов и судоходства, снижение объемов перевозок вредных и опасных грузов, модернизация очистных сооружений и строительство новых.

В прибрежных регионах требуется пересмотр принципов земледелия, отказ от культур, которые выращивают с применением пестицидов и опасных удобрений, восстановление мест нереста рыбы и ее миграционных путей. Необходимы меры по ужесточению законов в части охраны береговой зоны и регулярный мониторинг экологического состояния при-

брежной и морской среды, категорический запрет на сброс в воды моря неочищенных стоков и дренажных вод.

Подводя итоги, можно сделать вывод: чтобы избежать экологической катастрофы, требуется четкая государственная политика защиты морской экосистемы. Если не начать сейчас спасать Азовское море, проблемы могут принять необратимый характер.

Литература

1. Азовское море [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (www.wikipedia.ru).

2. Промысел рыбы и основные причины колебаний уловов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aqualib.ru/books/item/f00/s00/z0000009/st016.shtml> – Загл. с экрана (дата обращения 20.06.2019).

3. Азовское море: проблемы и интересные факты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/173781/azovskoe-more-problemyi-i-interesnyie-faktyi-ekologicheskie-problemyi-azovskogo-morya-i-ego-poberejya> – Загл. с экрана (дата обращения 20.06.2019).

4. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2017 году». – Ростов-на-Дону, 2018.

РАЗНОВИДНОСТИ РАКЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Еланская¹ Т.М., Горячева¹ В.Н., Елисеева¹ Е.А., Карнюшкин² А.И.
¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва

²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва

В XX веке перед человечеством стал вопрос конструирования ракет, как для космической отрасли, так и для военной, то есть от ракет малой и средней дальности, до, межконтинентальных. Имея за плечами опыт в авиации, инженеры думали, что создание ракет будет мало чем отличаться от конструирования самолетов, но как выяснилось со временем - разница колоссальна. В данном реферате рассмотрены основные различия между применением одних и тех же материалов в космической и авиационной отрасли, необходимые свойства металлов для полета на дальние расстояния

и за пределы атмосферы, а также возможность постройки действующей ракеты из другого материала, например, из пластика.

Итак, самый распространённый металл в авиации - алюминий. Его так и называют “крылатый металл”. Он очень пластичен и имеет достаточно малую массу (втрое легче стали), но сложность работы с ним заключалась в том, что он обладает не самой высокой прочностью. Поэтому ученые начали экспериментировать с его сплавами, для достижения нужных показателей прочности. Исторически первым был дуралюмин (дюралюминий, дюраль) - такое имя дала сплаву немецкая фирма, впервые его предложившая в 1909 году (от названия города Дюрен). Этот сплав, кроме алюминия (93,5 %), содержит небольшие количества меди (4,5 %), магния (1,5 %) и марганца (0,5 %), резко повышающие его прочность и жесткость. Но есть у дюралья и недостатки: его нельзя сваривать и сложно штамповать (нужна термообработка). Полную прочность он набирает со временем, этот процесс назвали «старением», а после термообработки состаривать сплав нужно заново. В 1903 году Альфред Вильм установил, что сплав алюминия с добавкой 4 % меди после резкого охлаждения (температура закалки 500 °С), находясь при комнатной температуре в течение 4-5 суток, постепенно становится более твёрдым и прочным, не теряя при этом пластичности. Обнаруженное Вильмом явление старения алюминиевых сплавов позволило повысить прочность дюралюминия до 350-370 МПа по сравнению с 70-80 МПа у чистого алюминия. Но и это не позволило сваривать металл, делая соединения герметичными под большим давлением, поэтому детали из него соединяют клепкой и болтами. Это стало недостатком для создания ракет, и алюминий используют только для «сухих» отсеков. Но позже было выяснено, что сплавы, содержащие магний (обычно не больше 6%), можно деформировать и сваривать. Именно их больше всего на ракете Р-7 (в частности, из них изготовлены все баки).

В последней четверти XX века прогресс в металлургии привел к появлению алюминий-литиевых сплавов. Если до этого добавки в алюминий были направлены только на увеличение прочности, то литий позволял сделать сплав заметно более легким. Из алюминий-литиевого сплава был сделан бак для водорода ракеты “Энергия”, из него же делают сейчас и баки «Шаттлов».

Наконец, самый экзотический материал на основе алюминия - боралюминиевый композит, где алюминию отведена та же роль, что и эпоксидной смоле в стеклопластике: он удерживает вместе высокопрочные волокна бора. Этот материал только-только начал внедряться в отечественную космонавтику - из него сделана ферма между баками последней модификации разгонного блока «ДМ-SL», задействованного в проекте «Морской

старт». Выбор конструктора за прошедшие 50 лет стал намного богаче. Тем не менее, как тогда, так и сейчас алюминий - металл №1 в ракете.

Ракету только из алюминия не построить, поэтому применяют и другие металлы.

Вторым по распространённости в ракете металлом является железо в виде разнообразных высокопрочных нержавеющей сталей. Незаменимый элемент любых инженерных конструкций. Везде, где нагрузка не распределена по большой конструкции, а сосредоточена в точке или нескольких точках, сталь выигрывает у алюминия. Сталь жестче - конструкция из стали, размеры которой не должны «плыть» под нагрузкой, получается почти всегда компактнее и иногда даже легче алюминиевой. Сталь гораздо лучше переносит вибрацию, более терпима к нагреву, сталь дешевле, за исключением самых экзотических сортов, сталь [1].

Также из стали можно делать баки для топлива. Первая американская межконтинентальная ракета Atlas использовала баки именно из тонкостенной нержавеющей стали. Для того чтобы стальная ракета выиграла у алюминиевой, многое пришлось радикально изменить. Толщина стенок баков у двигательного отсека достигала 1,27 миллиметра (1/20 дюйма), выше использовались более тонкие листы, и у самого верха керосинового бака толщина составляла всего 0,254 миллиметра (0,01 дюйма). А водородный разгонный блок Centaur, сделанный по такому же принципу, имеет стенку толщиной всего лишь с лезвие бритвы - 0,127 миллиметра.

Столь тонкая стенка сомнется даже под собственной тяжестью, поэтому форму она держит исключительно за счет внутреннего давления: с момента изготовления баки герметизируются, надуваются и хранятся при повышенном внутреннем давлении. В процессе изготовления стенки подпираются специальными держателями изнутри. Самая сложная стадия этого процесса - приварка днища к цилиндрической части. Ее обязательно нужно было выполнить за один проход.

Это очень сложная работа, но зато на этой ракете американец Джон Гленн впервые вышел на орбиту, а блок Centaur летает и по сей день. У «Фау-2» корпус тоже был стальным - от стали полностью отказались только на ракете Р-5, там стальной корпус оказался ненужным благодаря отделяющейся головной части [2].

Основной металл электро- и тепловой техники - медь. Довольно тяжелый, не слишком прочный, по сравнению со сталью - легкоплавкий, мягкий, по сравнению с алюминием - дорогой, но, тем не менее, незаменимый металл.

Все дело в чудовищной теплопроводности меди - она больше в десять раз по сравнению с дешевой сталью и в сорок раз по сравнению с дорогой нержавеющей. Алюминий тоже проигрывает меди по теплопровод-

ности, а заодно и по температуре плавления. Эта огромная теплопроводность необходима в самом «сердце» ракеты – в ее двигателе. Из меди делают внутреннюю стенку ракетного двигателя, ту, которая сдерживает 3000°C жар ракетного двигателя. Чтобы стенка не расплавилась, ее делают составной - наружная, стальная, держит механические нагрузки, а внутренняя, медная, принимает на себя тепло.

В тоненьком зазоре между стенками идет поток горючего, направляющегося из бака в двигатель, и выясняется, что медь выигрывает у стали: дело в том, что температуры плавления отличаются на какую-то треть (1085°C у меди против 1300-1500°C у стали), а вот теплопроводность (401 Вт/(м*К) меди, 47 Вт/(м*К) стали) - в десятки раз. Так что стальная стенка прогорит раньше медной.

В двигателях ракеты Р-7 внутренняя, «огневая», стенка сделана не из чистой меди, а из хромистой бронзы, содержащей всего 0,8% хрома. Это несколько снижает теплопроводность, но одновременно повышает максимальную рабочую температуру (жаростойкость) и облегчает жизнь технологам - чистая медь очень вязкая, ее тяжело обрабатывать резанием, а на внутренней рубашке нужно выфрезеровать ребра, которыми она прикрепляется к наружной. Толщина оставшейся бронзовой стенки - всего миллиметр, такой же толщины и ребра, а расстояние между ними - около 4 миллиметров.

Чем меньше тяга двигателя, тем хуже условия охлаждения - расход топлива меньше, а относительная поверхность соответственно больше. Поэтому на двигателях малой тяги, применяемых на космических аппаратах, приходится использовать для охлаждения не только горючее, но и окислитель - азотную кислоту или четырехокись азота. В таких случаях медную стенку для защиты нужно покрывать хромом с той стороны, где течет кислота.

Двигатели со стальной внутренней стенкой тоже существуют, но их параметры, к сожалению, значительно хуже. И дело не только в мощности или тяге, нет, основной параметр совершенства двигателя - удельный импульс - в этом случае становится меньше на четверть, если не на треть. У «средних» двигателей он составляет 220 секунд, у хороших - 300 секунд, а у самых передовых, тех, которых на «Шаттле» три штуки, - 440 секунд. Правда, этим двигателям с медной стенкой обязаны не столько совершенству конструкции, сколько жидкому водороду. Керосиновый двигатель даже теоретически таким сделать невозможно. Однако медные сплавы позволили «выжать» из ракетного топлива до 98% его теоретической эффективности.

Но интереснее всего узнать, где же в конструировании ракет применяют один из драгоценных металлов – серебро.

Драгоценный металл, известный человечеству с древности. Металл, без которого не обойтись нигде. Именно он связывает медь со сталью в жидкостном ракетном двигателе. Со времен ГИРДа и до сих пор единственным способом соединения частей камеры сгорания ракетных двигателей остается пайка серебряными припоями в вакуумной печи или в инертном газе. Попытки найти бессеребряные припои для этой цели ни к чему пока не привели. В отдельных узких областях эту задачу иногда удается решить, например, холодильники сейчас чинят с помощью медно-фосфорного припоя – но в ЖРД замены серебру нет. В камере сгорания большого ЖРД его содержание достигает сотен граммов, а иногда доходит до килограмма.

Главным недостатком этого металла была дороговизна, из-за чего его всегда приходилось расходовать экономно, точнее, разумно. Драгоценным металлом серебро называют скорее по многотысячелетней привычке, есть металлы, которые не считаются драгоценными, но стоят намного дороже серебра. Взять хотя бы бериллий. Этот металл втрое дороже серебра, но и он находит применение в космических аппаратах (правда, не в ракетах). Главным образом он получил известность благодаря способности замедлять и отражать нейтроны в ядерных реакторах. В качестве конструкционного материала его стали использовать позже.

Конечно, невозможно перечислить все металлы, применяемые в космической промышленности. Монополия металлов, существовавшая в начале 1950-х годов, давно уже нарушена стекло- и углепластиковыми материалами. Дороговизна этих материалов замедляет их распространение в одноразовых ракетах, а вот в самолетах они внедряются гораздо шире. Углепластиковые обтекатели, прикрывающие полезную нагрузку, и углепластиковые сопла двигателей верхних ступеней уже существуют и постепенно начинают составлять конкуренцию металлическим деталям. Но с металлами, как известно из истории, люди работают уже приблизительно десять тысяч лет, и не так-то просто найти равноценную замену этим материалам.

Но можно ли построить ракету не из металла, а, например, из пластика?

Твердотопливные ракеты стали «пластиковыми» почти целиком — из композитов уже давно изготавливают корпуса двигателей, причем в космосе стеклопластик появился на третьей ступени первых американских ракет-носителей «Тор-Эйбл» и «Авангард» в конце 50-х. Хотя «Авангард-1» был запущен ракетой с металлической третьей ступенью, последний спутник этой серии полетел уже на стеклопластиковом двигателе. Чтобы получить максимальный выигрыш от замены металла композитом, корпус двигателя делают одной неразъемной конструкцией, которая за очевидное сходство с продукцией гусениц шелкопряда была названа «коконом». Для

намотки «кокона» используются специальные крупногабаритные станки, причем прямо в процессе намотки кокон пропитывается смолами, которые полимеризуются в специальных автоклавах. Кроме стеклопластика используются и углепластики, и даже органопластики (кевлар и др.) [3].

Если говорить о жидкостных ракетах, то пока дело ограничивается межбаковыми отсеками - например, на ракете Falcon-1 переходник между ступенями сделан из углепластика. И в Америке, и у нас разработчики пытаются построить из углепластика баки для горючего и для окислителя, но задача пока не решена - из-за этого, например, был закрыт проект одноступенчатого многоразового носителя X-33. Ключевым местом конструкции должен был стать композитный бак для жидкого водорода, но оказалось, что под воздействием криотемператур композит растрескивался. Тем не менее, попытки будут продолжаться, потому что выигрыш может составить не менее 25% массы конструкции, даже с учетом увеличения толщины.

Подводя итоги, можно прийти к выводу, что прогресс не стоит на месте и ученые ищут способ усовершенствования ракетных материалов. Это связано со стоимостью, сложностью обработки, процессом добычи материала, а также с его влиянием на окружающую среду. Создание передовых ракет на данный момент является одной из приоритетных задач в каждой стране, поэтому разработки новых технологий ведутся полным ходом, и через пару десятков лет могут появиться совершенно новые ракетные материалы с более высокими показателями, которые займут место нынешних алюминиевых сплавов и сплавов железа.

Литература

1. Ракетные металлы: как закалялась сталь [Электронный ресурс] / Популярная механика – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/6230-raketnye-metally-kak-zakalyalas-stal-i-drugie-metally/#part0> (дата обращения: 29.03.19).

2. Германский патент № 244554 Verfahren zum Veredeln von magnesiumhaltigen Aluminiumlegierungen. 20 марта 1909 года.

3. Редакция ПМ Пластиковые ракеты: Ракетные материалы, часть 2 / Популярная механика – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/7411-plastikovye-rakety-raketnye-materialy-chast-2/#part0> (дата обращения: 29.03.19).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦУНАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Малинина¹ Д.И., Анисимова² А.Г.

*¹ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет, г. Москва*

*²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Цунами – это крупные волны, возникающие в результате подводных землетрясений, извержений подводных вулканов и ряда других причин. Цунами вызывают гибель людей, разрушают инженерные сооружения и здания, особенно в низменной местности, изменяют рельеф береговой линии, изменяют численность, видовой состав и губят флору и фауну в воде и на суше. Вследствие разрушения опасных объектов может быть загрязнение окружающей среды вредными токсичными и радиоактивными веществами [1].

28 сентября 2018 года произошло сильное землетрясение в Индонезии, которое впоследствии вызвало цунами, высотой 0,5 до 3 м на острове Сулавеси. В результате, жертвами стихийного бедствия стали более 1400 человек, еще 2500 пострадали. Около 60 тысяч человек переселились в палатки и временные убежища, также, во время землетрясения и цунами было разрушено почти 70 тыс. домов и местных объектов инфраструктуры.

Одно из сильнейших землетрясений с магнитудой 8,9-9,1 произошло 11 марта 2011 года у берегов Японии. Землетрясение вызвало мощнейшее цунами, которое накрыло территорию 561 квадратный километр, где высота волны достигала 40 м. В результате от цунами пострадали деревни и 62 города. Были разрушены 126 тысяч строений и частично повреждены — 260 тысяч. По официальным данным погибло 15894 человека и 2562 человека считаются без вести пропавшими. Также данное землетрясение и удар цунами по АЭС Фукусима-1 привело к радиоактивному заражению местности [2, 3].

Применение методов численного моделирования позволяет спрогнозировать параметры цунами и, основываясь на полученных данных, определить необходимые инженерно-технические мероприятия для снижения / предотвращения уровня ЧС.

Для прогнозирования длинных гравитационных волн, длина которых превышает глубину соответствующей морской акватории, можно использовать уравнения гидродинамики в приближении мелкой воды.

Были приняты допущения, что у воды нет внутреннего трения и трения о стенки (твердые границы), и уровень возвышения над уровнем сво-

бодной поверхности ΔH является малой величиной по сравнению с характерной глубиной акватории, и размерами неровности дна пренебрегаем. Будем считать, что давление в жидкости подчиняется законам гидростатики, длина волны существенно больше, чем характерная глубина акватории, глубина по акватории принимается постоянной.

На основе законов сохранения массы и импульса составлена система уравнений [4]:

$$\begin{cases} \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial Hu_x}{\partial x} + \frac{\partial Hu_y}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial Hu_x}{\partial t} + \frac{\partial (p + Hu_x^2)}{\partial x} + \frac{\partial Hu_x u_y}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial Hu_y}{\partial t} + \frac{\partial Hu_x u_y}{\partial x} + \frac{\partial (p + Hu_y^2)}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для численного решения системы дифференциальных уравнений (1) применялась явная разностная схема, которая решалась в системе MATLAB. На рисунке 1 представлена акватория длиной 1000 км и шириной 750 км, место поднятия и опускания дна, и точки измерения значений параметров волны.

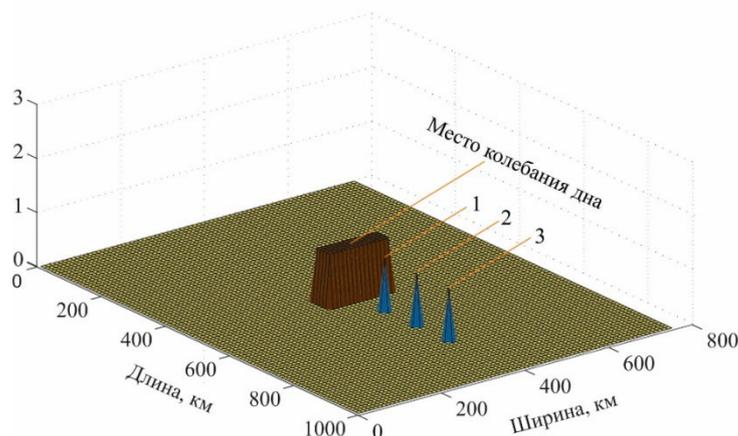


Рисунок 1 – Рассматриваемая акватория распространения цунами при землетрясении:

1 – расстояние от эпицентра землетрясения 80 км; 2 – расстояние от эпицентра землетрясения 180 км; 3 – расстояние от эпицентра землетрясения 280 км.

На рисунке 2 (а, б, в) представлены распространения длинных гравитационных волн по поверхности воды в зависимости от времени. Глубина принималась постоянность и равнялась 1000 метров.

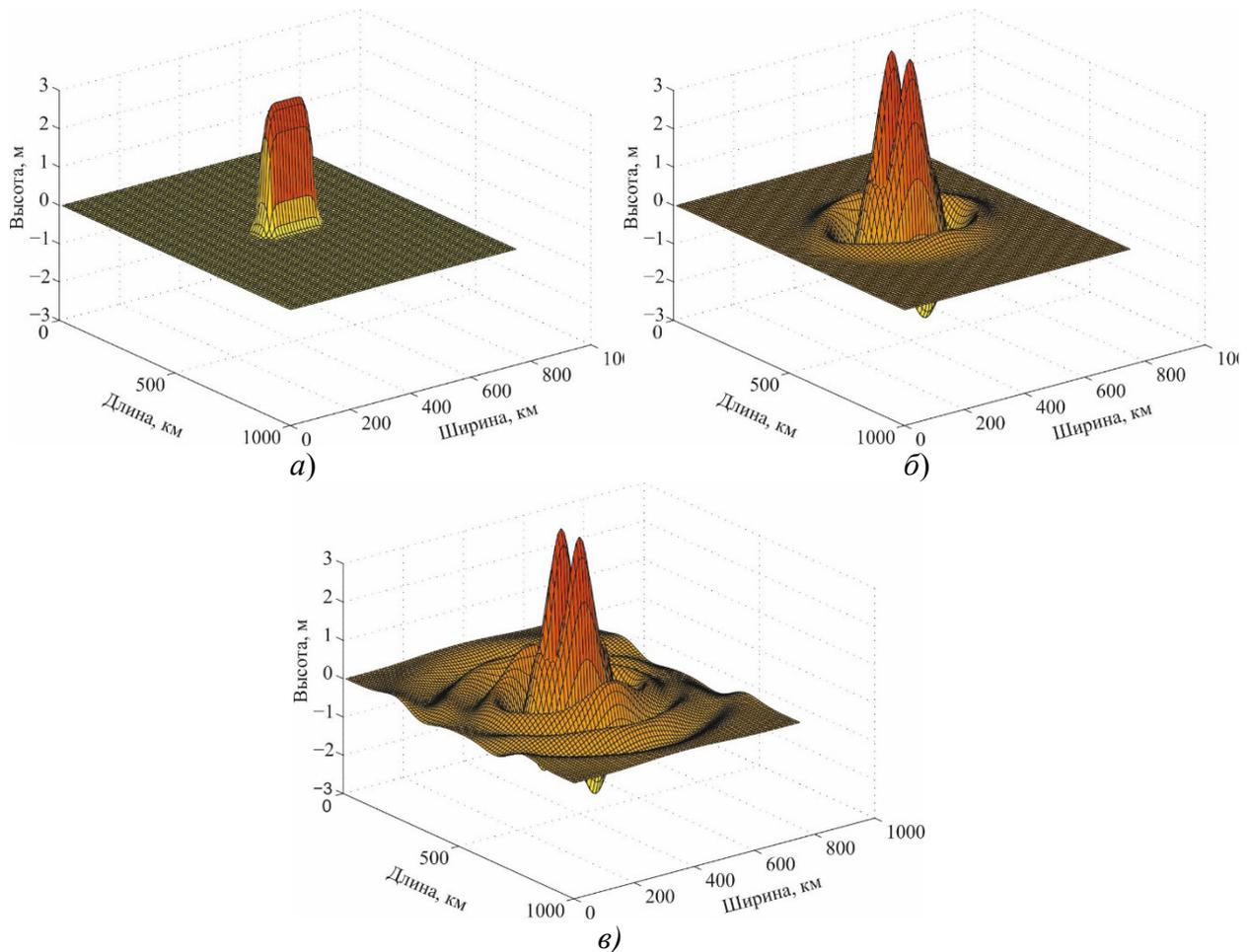


Рисунок 2 – Распространение волн по поверхности акватории в результате землетрясения:

a – 150 секунда после начала землетрясения; *б* – 1650 секунда после начала землетрясения; *в* – 4050 секунда после начала землетрясения.

Скорость распространения гравитационных волн в океане определяется, как $c = \sqrt{gH}$ (g – ускорение свободного падения, H – глубина акватории). Тогда скорость распространения цунами по поверхности акватории составляет $c = \sqrt{9,81 * 1000} = 99$ м/с (356 км/ч).

На рисунке 3 представлены графики изменения высоты волны и скорость движения воды (перенос массы) во времени на различных расстояниях от эпицентра землетрясения. По данным графикам видно, что с увеличением расстояния от очага землетрясения происходит уменьшение значений высоты волны и скорости движения жидкости. Таким образом, можно сказать, что данная тестируемая модель в полном объёме описывает физические процессы при распространении волн на глубоководной акватории.

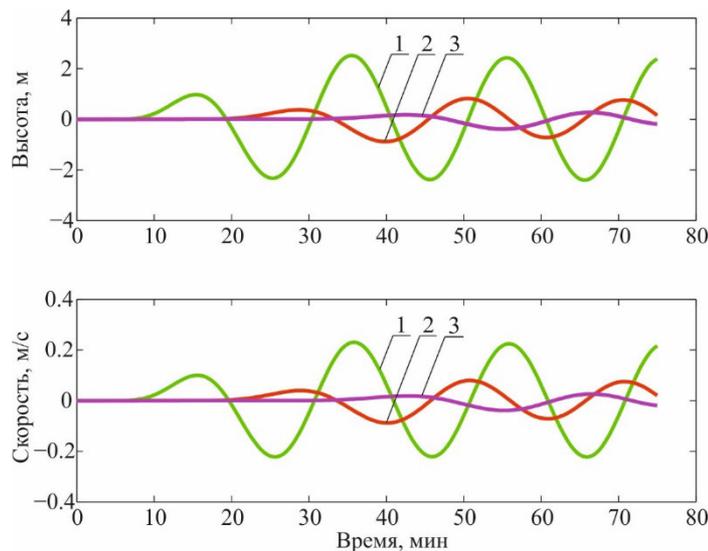


Рисунок 3 – Графики значений изменения высоты волны и скорости движения воды в акватории океана:

1 – расстояние от эпицентра землетрясения 80 км; 2 – расстояние от эпицентра землетрясения 180 км; 3 – расстояние от эпицентра землетрясения 280 км.

Как видно из графика, в точке 1 – скорость движения жидкости составляет 0,23 м/с и высота волны равняется 2,52 м, волна достигает данную точку через 13,5 минут после начала землетрясения. В точке 2 скорость движения воды составила 0,08 м/с, а высота волны составила 0,81 м. В точке 3 скорость движения воды равнялось 0,026 м/с и высота волны 0,26 м.

Данные параметры в дальнейшем необходимы для определения значений высоты волны и скорости движения жидкости при выходе на берег.

ВЫВОДЫ

1. Составлена система дифференциальных уравнений двумерной модели распространения длинных гравитационных волн на основе гидродинамики в приближении теории мелкой воды.

2. Разработана численная модель, описывающая физически правильно распространение цунами с учетом землетрясения.

3. Совершенствование математической модели в дальнейшем позволит предсказывать надежные, оперативные и долгосрочные прогнозы, для планирования защиты населенных пунктов от природных катастроф в виде цунами.

Литература

1. Исаева, Л. К. Экологическая безопасность : учеб. пособие : в 3 ч. Ч. 2. Экологическая безопасность природно-техногенной среды при пожа-

рах и чрезвычайных ситуациях. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – 392 с.

2. Землетрясение в Японии 11 марта 2011 года: хроника событий [Электронный ресурс] / РИА Новости – Режим доступа: <https://ria.ru/20130311/926334197.html> (дата обращения: 04.05.2019)

3. В Японии почтили память погибших при цунами 11 марта 2011 года [Электронный ресурс] / РИА Новости – Режим доступа: <https://ria.ru/20160311/1388099724.html> (дата обращения: 04.05.2019)

4. Стокер Дж. Волны на воде. Математическая теория и приложения. – М.: Изд. иностр. литературы, 1959. – 617 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПЛАНИРОВАНИЮ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ, МАТЕРИАЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ ЦЕННОСТЕЙ В БЕЗОПАСНЫЕ РАЙОНЫ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Неустроев¹ Е.А., Сарычев² В.В.

¹Главное управление МЧС России по Томской области

²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

В статье представлена информация о способе определения зон возможных опасностей на региональном уровне, установление которых является необходимым при организации планирования, подготовки и проведения эвакуации органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также приведены основные этапы исполнения полномочий органами исполнительной власти Томской области по решению задачи эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы.

Ключевые слова: гражданская оборона, эвакуация, зоны возможных опасностей, безопасный район.

В соответствии с Военной доктриной Российской Федерации (утвержденной Президентом Российской Федерации, Пр -2976 от 25 декабря 2014 г.) ядерное оружие будет оставаться важным фактором предотвращения возникновения ядерных военных конфликтов и военных конфликтов с применением обычных современных средств поражения [2].

Однако, в случае возникновения военного конфликта с применением обычных современных средств поражения, ставящего под угрозу само существование государства, обладание ядерным оружием может привести к перерастанию такого военного конфликта в ядерный военный конфликт.

Тем не менее, вероятность глобальной войны ядерных держав друг против друга и применение оружия массового уничтожения другими государствами невысока. Кроме того, последствия применения ядерного оружия могут носить катастрофичный характер, не совместимый с существованием человечества.

Поэтому, в качестве исходного положения при прогнозировании обстановки принято, что целенаправленные удары по уничтожению мирного населения Российской Федерации потенциальным противником не наносятся. Применение оружия массового уничтожения, в том числе и ядерного, маловероятно [7].

Исходя из этого, в настоящее время проводится работа по формированию новых подходов к подготовке и ведению гражданской обороны. Данные подходы, учитывающие современные военно-политические и социально-экономические условия, направлены на снижение административных и экономических барьеров, исключение избыточных требований в области гражданской обороны, а также на повышение эффективности мероприятий гражданской обороны.

В рамках проводимой работы значительно изменилось содержание способов защиты населения, в том числе и правил эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы [8].

Ключевым изменением явилось изменение территорий, с которых требуется проведение эвакуации населения, материальных и культурных ценностей, путем введения новых определений «эвакуация» и «зона возможных опасностей».

Эвакуация населения, материальных и культурных ценностей – это комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) населения, материальных и культурных ценностей из зон возможных опасностей и его размещения в безопасных районах.

Зона возможных опасностей – зона возможных сильных разрушений, возможного радиоактивного загрязнения, химического и биологического загрязнения, возможного катастрофического затопления при разрушении гидротехнических сооружений в пределах 4-часового добегания волны прорыва [3].

Кроме того:

введено понятие «Рассредоточение». Рассредоточение – это комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из зон возможных опасностей и размещению в безопасных районах для проживания и отдыха рабочих смен организаций, продолжающих производственную деятельность в этих зонах, не занятых непосредственно в производственной деятельности;

исключено понятие «загородная зона», основные параметры определения которой основывались на показателях поражающих факторов нанесения ядерного удара;

сформулирована обязанность руководителей гражданской обороны всех уровней по организации планирования, подготовки и общему руководству проведению эвакуации, а также подготовки безопасных районов для размещения эвакуированного населения и его жизнеобеспечения, хранения материальных и культурных ценностей;

особо следует отметить предоставление возможности руководителям органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления принимать решение о рассредоточении работников организаций и размещении населения в зонах возможных разрушений вне зон возможных опасностей.

В соответствии с Федеральным законом от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»: органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации планируют мероприятия по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению, развертыванию лечебных и других учреждений, необходимых для первоочередного обеспечения пострадавшего населения [1].

В соответствии с Положением о гражданской обороне в Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 основными мероприятиями по гражданской обороне, осуществляемыми в целях решения задачи, связанной с эвакуацией населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, являются:

- организация планирования, подготовки и проведения эвакуации;
- подготовка безопасных районов для размещения населения, материальных и культурных ценностей, подлежащих эвакуации;
- создание и организация деятельности эвакуационных органов, а также подготовка их личного состава [4].

Следует отметить, что российские учёные неоднократно обращали внимание на «нежизнеспособность» действовавшего порядка планирования и проведения защиты населения с применением эвакуации из-за ряда взаимосвязанных проблем [9,10]. Среди которых особенно отмечались:

- большая численность планируемого к эвакуации населения, что предполагает огромные организационные трудности и материальные затраты;
- в десятки раз увеличившееся количество личного легкового транспорта, с одновременным кардинальным сокращением пассажирского и грузового транспорта, находящегося в государственной и муниципальной

собственности, что, соответственно, при не организованном использовании этого транспорта, однозначно, приведёт к фактической не возможности движения как эвакуационных колон, так и любого иного движения по существующим транспортным артериям из городов, отнесенных к группам по гражданской обороне;

- недостаток мест для размещения. Ёмкость спланированных ранее районов для эвакуируемого населения значительно меньше, чем несколько десятков лет назад. И даже личное загородное жильё не даёт существенного полезного эффекта в перекрытии колоссальной убыли жилых площадей в прежней «загородной зоне», связанной с сокращением или полным исчезновением сельских населённых пунктов;

- проблемы по основным видам обеспечения эвакуируемого населения и коммунально-бытового обслуживания населения в населённых пунктах прежней «загородной зоны», в первую очередь медицинским обеспечением, обеспечением водой, предметами первой необходимости, удовлетворение минимальных потребностей населения в тепле, освещении, банно-прачечных услугах.

В рамках работы по оценке возможности и целесообразности внедрения новых подходов к подготовке и ведению гражданской обороны экспертной группой, состоящей из представителей профильных департаментов Администрации области, органов, осуществляющих управление гражданской обороной, органов местного самоуправления территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне, Главного управления МЧС России по Томской области с привлечением представителей территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, таких, как Управление МВД России по Томской области, Межрегиональное управление № 81 ФМБА России, Управление Роспотребнадзора по Томской области, Военный комиссариат Томской области и ряда других исходя из показателей численности эвакуируемого населения проведена оценка:

- состояния транспортной сети, в том числе доступности территории возможной для размещения эвакуируемого населения, в различное время года;

- оценка районов области по степени возможности размещения эвакуируемого населения.

Оценка проводилась на основе статистических данных, знаниях, интуиции, личном опыте и профессионализме членов экспертной группы путём сравнительной оценки возможностей городских и сельских поселений по удовлетворению потребностей населения по установленным нормам в продуктах питания, предметах первой необходимости, воде, жилых помещениях, других видах первоочередного жизнеобеспечения.

Проведенный анализ текущего состояния инфраструктуры муниципальных образований, ранее утвержденных для размещения эвакуируемого населения, и анализ финансовых возможностей органов местного самоуправления поселений показал не возможность проведения эвакуационных мероприятий в установленные сроки и главное сомнительную эффективность проведения эвакуации, если придерживаться устоявшимся за последние десятилетия методам. Инфраструктура населенных пунктов муниципальных районов области, как и предполагалось, не способна обеспечить население, эвакуируемое с территорий городов, отнесенных к группам по гражданской обороне ни по площадям мест размещения, ни по продовольственному обеспечению и обеспечению водой, ни по медицинскому обеспечению, ни по санитарно-гигиеническому обеспечению, ни по энергоснабжению исходя из возможностей Томской энергосистемы, не говоря уже о фактическом отсутствии необходимых складов (мест хранения), способных обеспечить сохранность эвакуируемых материальных ценностей.

Как следствие, органы исполнительной власти и органы местного самоуправления признали что существовавшие подходы к эвакуации не приемлемы и фактически не возможны в реализации и приняли решения о внедрении новых подходов к планированию, подготовке и проведению эвакуации с учётом фактически имеющихся на территории области зон возможных опасностей.

Необходимо отметить, что для решения задачи зонирования территории области были проанализированы риски возникновения и масштабы возможных зон загрязнения (заражения) при авариях по наиболее опасному сценарию развития на всех опасных производственных объектов области.

Результаты проведенной работы были нормативно регламентированы соответствующим постановлением Администрации Томской области «Об утверждении зон возможных опасностей на территории Томской области».

Зоны возможных опасностей на территории Томской области включили в себя зоны:

1) возможных сильных разрушений – территории, в пределах которых в результате воздействия обычных средств поражения здания и сооружения могут получить полные и сильные разрушения:

в пределах границ проектной застройки организаций (объектов), отнесенных к категории по гражданской обороне, и примыкающих к ним санитарно-защитных зон;

в пределах границ проектной застройки радиационно опасных объектов и примыкающих к ним санитарно-защитных зон (АО «СХК», «Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т» НИИ ТПУ);

2) возможного радиоактивного загрязнения – территории, на которых возможно присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010:

в пределах границ проектной застройки «Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т» НИ ТПУ и примыкающая к нему санитарно-защитная зона;

в пределах санитарно-защитной зоны АО «СХК» и примыкающей к ней территории ЗАТО Северск и муниципального образования «Город Томск» в радиусе α^1 км. от здания №780/1 площадки №16 Радиохимического завода.

3) возможного химического заражения – территории, в пределах которых в результате повреждения или разрушения емкостей (технологического оборудования) с аварийно химически опасными веществами возможно распространение этих веществ в концентрациях или количествах, создающих угрозу для жизни и здоровья людей:

в пределах санитарно-защитной зоны АО «СХК» и примыкающая к ней территория ЗАТО Северск в радиусе β^2 км. от корпуса №3 Сублиматного завода АО «СХК»;

территория ООО «Томскнефтехим» и примыкающая к ней территория в радиусе γ^2 км. от емкости Е-20/1 установки подготовки жидких продуктов пиролиза углеводородов нефти;

отдельные территории возможного химического заражения в пределах санитарно-защитной зоны АО «СХК»;

отдельные территории возможного химического заражения в пределах границ территории ОАО «Томское пиво»;

отдельные территории возможного химического заражения в пределах границ организаций (предприятий), хранящих, перерабатывающих, использующих или транспортирующих опасные химические вещества, заражение которых возможно в результате повреждения или разрушения емкостей (технологического оборудования) с опасными химическими веществами.

При этом в постановлении учтены нормы Федерального закона от 09.01.1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности» и нормы радиационной безопасности «НРБ-99/2009», согласно которым, если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, не превосходит установленные «НРБ-99/2009» критерии, - нет необходимости в выполнении мер за-

¹ числовые показатели глубин зон возможного радиоактивного загрязнения и химического заражения в тексте статьи заменены на условные обозначения α , β , γ

² числовые показатели глубин зон возможного радиоактивного загрязнения и химического заражения в тексте статьи заменены на условные обозначения α , β , γ

щиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории. Соответственно, определено, что на территории возможного радиоактивного загрязнения, где расчётная годовая эффективная доза облучения не должна превысить 1 мЗв (на удалении с ϵ км. до μ км. от здания №780/1 площадки №16 Радиохимического завода)³ на первоначальном этапе:

производится обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции;

проживание и хозяйственная деятельность населения по радиационному фактору не ограничивается;

планирование и проведение эвакуации (рассредоточение работников) не осуществляется;

население радиозащитными лекарственными препаратами не обеспечивается.

Руководителям исполнительных органов государственной власти Томской области и организаций (независимо от их организационно-правовой формы и вида собственности), главам муниципальных образований Томской области, в пределах предоставленных полномочий рекомендовано осуществлять планирование, подготовку и проведение эвакуации (рассредоточение работников) из определенных зон возможных опасностей.

Для наглядности в приложениях к указанному постановлению Администрации Томской области приведено картографическое описание характеристик зон возможных опасностей [6]. Пример представлен на рисунке 1.

³ числовые показатели глубин зон возможного радиоактивного загрязнения в тексте статьи заменены на условные обозначения ϵ , μ

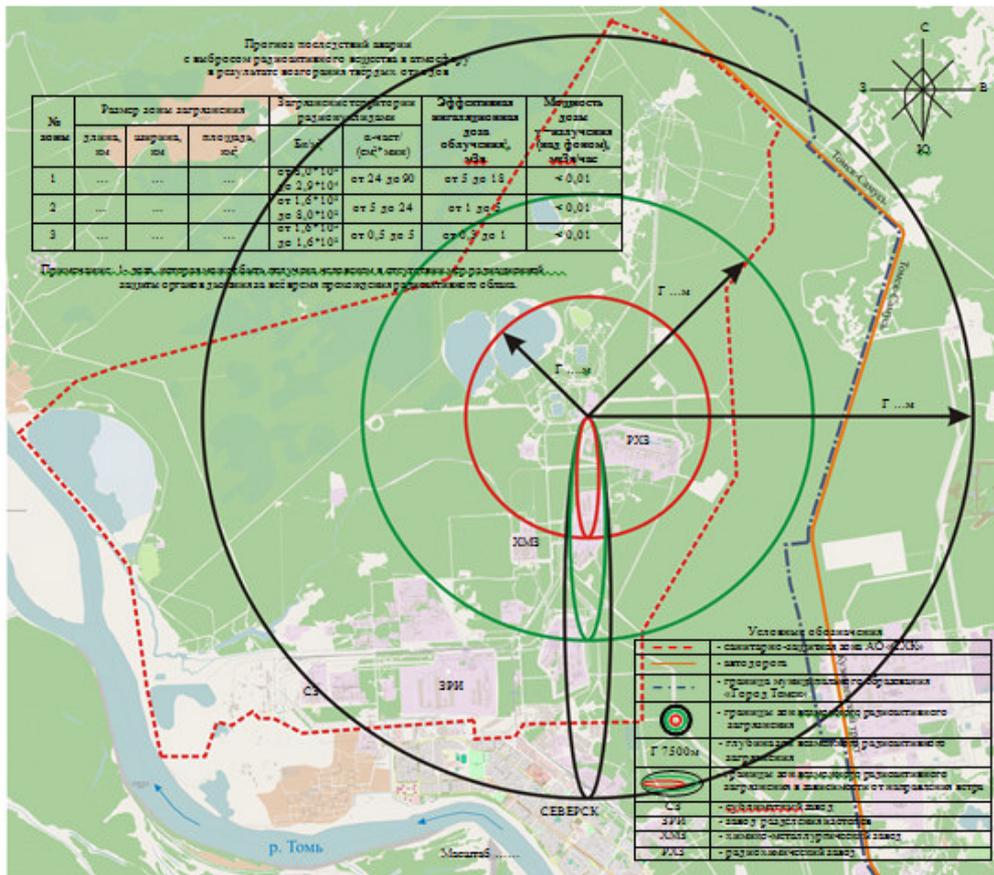


Рисунок 1 - Зоны возможного радиоактивного загрязнения по наиболее опасному сценарию развития аварии на АО «СХК»⁴

На последующих этапах в рамках реализации современных подходов к эвакуации населения были:

проанализированы условия и факторы, влияющие на управление эвакуацией (в том числе: укомплектованность органов, осуществляющих управление, состояние и оснащенность пунктов управления областного и муниципального уровней, наличие и исправность технических средств, обеспечивающих управление, в том числе эвакуацией и т.д.);

определены объекты экономики области подлежащие эвакуации (рассредоточению), количественные и качественные характеристики населения и материальных ценностей, подлежащих эвакуации.

Исходя из возможных угроз различного характера было принято решение о эвакуации (рассредоточению) в обязательном порядке только предприятий (учреждений) отнесенных к категориям по гражданской обороне или являющихся вероятными целями поражения противником.

⁴ числовые показатели характеристик зон возможного радиоактивного загрязнения в текст статьи не включены

Принятые новые методы и способы проведению эвакуации легли в основу разработанных и утвержденных соответствующими постановлениями Администрации Томской области:

- «Положения об организации эвакуации населения Томской области, материальных и культурных ценностей в безопасные районы на территории Томской области»;

- «Положения о заблаговременной подготовке безопасных районов для проведения эвакуационных мероприятий на территории Томской области»;

- «Положения об эвакуационной комиссии Томской области».

Следующим этапом стало определение (уточнение) территорий муниципальных образований Томской области, расположенных вне зон возможных опасностей, зон возможных разрушений и зон возможного образования завалов от зданий (сооружений) в результате воздействия обычных средств поражения по объектам. Результатом работы явился утвержденный постановлением Администрации Томской области «Перечень безопасных районов для эвакуации населения, материальных и культурных ценностей, рассредоточения работников организаций на территории».

Руководствуясь нормами, приведенными в пункте 18 Правил эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы [3], основываясь на здравом смысле и принимая во внимание организационную и экономическую эффективность Губернатором Томской области – руководителем гражданской обороны Томской области было принято решение о возможности размещения рассредоточиваемых работников организаций и эвакуируемого населения в зонах возможных разрушений вне зон возможных опасностей на территории Томской области.

Оформление данного решения предусматривается отдельным правовым актом Томской области в ходе ведения гражданской обороны на основании предложений Главы муниципального образования Томской области – руководителя гражданской обороны муниципального образования Томской области (с территории которого планируется эвакуация).

В целях определения количества эвакуируемого (рассредоточиваемого) населения и его состава:

- уточнена численность работников и наибольших работающих смен организаций, отнесенных в установленном порядке к категориям по гражданской обороне (независимо от их организационно-правовой формы и вида собственности);

- во взаимодействии с органами местного самоуправления Томской области, Пенсионным фондом Российской Федерации уточнена текущая численность:

- зарегистрированного неработающего населения, проживающего в зонах возможного радиоактивного и химического загрязнения (заражения);
- неработающих получателей страховых пенсий, проживающих в зонах возможного радиоактивного и химического загрязнения (инвалидов I группы, неработающих инвалидов II, III группы, неработающих инвалидов с детства);
- неработающих студентов очной формы обучения (до 23 лет), проживающих в зонах возможного радиоактивного и химического загрязнения (заражения);
- детей до 1,5 лет, от 1,5 до 7 лет, от 7 до 17 лет, проживающих в зонах возможного радиоактивного и химического загрязнения (заражения).

Полученные показатели, в том числе, были применены для планирования частичной эвакуации населения при которой эвакуируется нетрудоспособное и не занятое в производстве население [3] и проведения расчётов по определению номенклатуры и объёма запасов (резервов) средств индивидуальной защиты, накапливаемых в целях гражданской обороны, для сотрудников исполнительных органов государственной власти Томской области, органов местного самоуправления Томской области и работников организаций, находящихся в их ведении, а также категорий неработающего населения Томской области.

Постановлением Администрации Томской области организовано ежегодное уточнение численности указанных категорий населения к 1 декабря.

Результаты проведенной работы легли в основу при уточнении Планов эвакуации и рассредоточения населения, материальных и культурных ценностей Томской области (муниципальных образований).

В результате перехода на новые методы и способы проведения эвакуационных мероприятий численность населения подлежащего эвакуации и работников организаций, подлежащих рассредоточению, уменьшилась в 11,5 раз, оптимизированы маршруты эвакуации с учётом наиболее подготовленных населенных пунктов в безопасных районах, позволяющих обеспечить эвакуируемое население жильём, услугами (объектами) здравоохранения, объектами торговли, питания, образовательными учреждениями и т.д.

Исходя из численности и готовности системы управления гражданской обороной удалось спланировать размещение 90 % эвакуированного и рассредоточиваемого населения в безопасных районах в пределах ЗАТО Северск и городского округа Город Томск, остальное в безопасных районах на территории области, что позволило:

- сократить расчётное время проведения частичной и общей эвакуации и уложиться в регламентированные сроки;

– обеспечить возможность размещения 100% эвакуируемого (рассредоточиваемого) населения по нормам полагаемой площади;

– обеспечить возможность снабжения эвакуируемого населения в местах его размещения: водой – на 100%, продовольствием – на 100%, предметами первой необходимости – на 100%, медицинским обслуживанием – на 100%;

– не задействовать под маршруты организованной эвакуации дороги федерального значения, задействованные для передислокации сил и средств вооруженных сил.

Принятые решения о применении новых подходов к планированию, подготовке и проведению эвакуации, с установлением зон возможных опасностей отдельным нормативным актом с последующим включением характеристик зон в документы территориального планирования области и муниципальных образований:

– показали правовую эффективность управленческого решения – органы исполнительной власти Томской области первыми среди субъектов Сибирского федерального округа установили зоны возможных опасностей и приступили к планированию эвакуационных мероприятий в соответствии с измененными постановлением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 2016 г. № 61 правилами эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы [5];

– показали организационную эффективность – в связи с возможностью организации и проведения эвакуации за счет меньших усилий, меньшего числа работников эвакуационных органов и меньшего времени эвакуации;

– априори покажут экономическую эффективность (что уже нашло отражение в сметах чрезвычайных расходов), значительно сократив затраты на функционирование эвакуационных органов, транспортное обеспечение эвакуационных мероприятий, инженерное обеспечение маршрутов эвакуации, организацию жизнеобеспечения эвакуированного населения в пунктах размещения.

В ходе дальнейшей работы по планированию мероприятий эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы предстоит решить ряд не урегулированных вопросов, из которых следует отметить отсутствие:

– возможного к фактической реализации порядка использования личного транспорта для эвакуации;

– «жизнеспособного» порядка использования эвакуируемым населением собственных объектов недвижимости в безопасных районах;

– полномочий у глав высших органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по самостоятельному принятию решения о начале эвакуации населения, исходя из складывающейся обстановки.

Литература

1. Федеральный закон от 12.02. 1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (с изменениями и дополнениями).

2. Военная доктрина Российской Федерации (утв. Президентом Российской Федерации 25 декабря 2014 г. № Пр-2976);

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июня 2004 г. № 303 «О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы» (с изменениями и дополнениями);

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 «Об утверждении положения о гражданской обороне в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 февраля 2016 г. № 61 «О внесении изменений в Правила эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы»;

6. Постановление Администрации Томской области (Суженное заседание) от 25.05.2016 №10 «Об утверждении зон возможных опасностей на территории Томской области»;

7. Методические рекомендации по определению приоритетов поражения объектов тыла и оценки обстановки, которая может сложиться в результате применения потенциальным противником обычных современных средств поражения для планирования мероприятий гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований от 09.03.2015 г. № 2-4-84-17-11

8. Основные направления совершенствования гражданской обороны Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/document/2522333> (дата обращения: 18.03.2019).

9. Кузьмин, А.И. Современные взгляды на эвакуацию населения / А.И.Кузьмин, Д.И.Иванченко // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2014 – №1. – С. –103 – 106.

10. Чириков, А.Г. Новые подходы к эвакуации / А.Г. Чириков //Гражданская защита. – 2015 – №10. – С. 10 – 11.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Панова Я.С

*ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России*

Аннотация: В статье представлены результаты исследования методов утилизации и обезвреживания фторсинтетических пенообразователей для тушения пожаров.

Ключевые слова: фторсодержащие поверхностно-активные вещества, пленкообразующие пенообразователи, биоразлагаемость.

Наиболее эффективными для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов являются фторсинтетические пленкообразующие пенообразователи типа АFFF. В отличие от пенообразователей типа S (синтетических) на основе углеводородных поверхностно-активных веществ (УПАВ), они содержат в своем составе несколько процентов фторированных поверхностно-активных веществ (ФПАВ), коренным образом меняющие поведение пены при пожаротушении. ФПАВ отличаются низким поверхностным натяжением водных растворов, благодаря чему на поверхности горящего нефтепродукта быстро формируется водная пленка, которая препятствует попаданию паров горючей жидкости в зону горения. ФПАВ обладают химической и термической стойкостью, что обуславливает их инертность к воздействию углеводородов нефти и нефтепродуктов. Данные свойства препятствуют насыщению пены парами углеводородов, что позволяет использовать современные альтернативные способы подачи пены в зону горения, например под слой горючего.

Несмотря на все преимущества, содержание фтора оказывает негативное влияние на окружающую среду и наносит ущерб экосистемам. Все фторированные поверхностно-активные вещества, входящие в состав пенообразователей, биологически не разлагаемые продукты, которые попадают в почву и водоемы и, не подвергаясь биораспаду бактериями на очистных сооружениях, способны нанести вред окружающей среде.

В настоящее время в России ведутся работы по развитию производства ФПАВ. В 2017 году была запущена опытная установка по производству перфторированных кислот. Метод базируется на взаимодействии тетрафторэтилена с метиловым спиртом при повышенных температурах и давлении в присутствии пероксидного инициатора. Получают фторсодержащие первичные спирты с 1-6 звеньями $-CF_2-$. Выход реакции близок к количественному. Данная технология производства спиртов-теломеров позволяет получать продукты с сравнительно низкой себестоимостью, кото-

рые используются как смазочные материалы с высокой термической и коррозионной стойкостью и высокими теплофизическими и диэлектрическими характеристиками. Окисление фторированных спиртов позволяет развивать технологию производства перфторкарбоновых кислот, которые перспективны как продукты, обладающие поверхностно-активными свойствами. Установлено, что данный метод производства ФПАВ является предпочтительным с точки зрения экологии, поскольку продукты реакции не содержат в своем составе перфтороктансульфоната и не разлагаются в природе с его образованием.

В связи с развитием данного направления в России необходимо уделить особое внимание изучению современных методов утилизации и обезвреживания фторсинтетических пленкообразующих пенообразователей.

Следует отметить разницу используемых определений: утилизация - применение пришедших в негодность пенообразователей по другому назначению; обезвреживание - разрушение составных компонентов пенообразователей до продуктов, не загрязняющих окружающую среду.

В настоящее время используются следующие методы [1]:

1. Пенообразователи, свойства которых нельзя вернуть до первоначального состояния, можно использовать в виде смачивателей для тушения твердых горючих материалов.

Такие пенообразователи можно также применять в качестве водных растворов моющего (обезжиривающего) средства при очистке загрязненных металлических поверхностей, в частности железнодорожных нефтеналивных цистерн на промылопропарочных станциях Министерства путей сообщения.

2. Сбрасывать в производственные сточные воды разрешается биологически "мягкие" пенообразователи, не подлежащие регенерации и утилизации, при предварительном разбавлении их водой до предельно допустимой концентрации ПАВ, равной $20 \text{ мг} \times \text{л}^{-1}$ по активному веществу (содержание ПАВ в этих пенообразователях составляет 25 %).

3. Запрещается сбрасывать производственные сточные воды, содержащие биологически "жесткие" пенообразователи, в систему канализации населенных пунктов. Обезвреживание производится путем сжигания концентрата в специальных печах, имеющихся на химзаводах, либо захоронения на полигоне химических отходов.

4. В литературе обсуждается возможность окисления перфтор-ПАВ с помощью каталитических систем Раффа/Фентона, представляющих собой смеси солей железа (III)/(II) с пероксидом водорода, а также с использованием других модифицированных каталитических систем. В работах показана возможность разрушения перфтороктанкарбоновой кислоты в ходе

взаимодействия с 1 М Н₂О₂ и 0,5 мМ Fe(III) за 150 мин. на 85–89 %. Одним из конечных продуктов минерализации является фторид-ион [2].

5. Изобретение относится к способам удаления и/или восстановления фторсодержащих поверхностно-активных веществ из сточных вод, содержащих частицы фторсодержащего полимера.

Способ подразумевает добавление не фторированного поверхностно-активного вещества к сточным водам. В них происходит взаимодействие адсорбента с фторсодержащим поверхностно-активным веществом. После чего можно отделить отработанный адсорбент из сточной воды с дальнейшей его регенерацией. В роли адсорбента используют технический углерод, силикагель, глину или цеолит. Нефторированное поверхностно-активное вещество соответствует формуле: R¹-O-[CH₂CH₂O]_n-[R²O]_m-R³,

где R¹ - ароматическая или алифатическая углеводородная группа длиной, по меньшей мере, 8 атомов углерода;

R² - алкилен, содержащий 3 атома углерода;

R³ - водород или C₁-C₃ алкильная группа;

n - величина от 0 до 40; m - величина от 0 до 40, причем сумма n+m составляет, по меньшей мере, 2.

Способ обеспечивает эффективное извлечение из сточных вод и восстановление из частиц адсорбента фторированных поверхностно-активных веществ. Которые в дальнейшем можно использовать в отрасли производства фторсодержащих полимеров [3].

6. Способ регенерации поверхностно-активных веществ, имеющих фторированную углеводородную группу и кислотную группу, или их солей с адсорбирующего материала. Данный способ включает смешивание адсорбента, на котором адсорбировано поверхностно-активное вещество на основе фторированной кислоты или ее соли, со спиртом и с кислотой. Указанная смесь обычно нагревается с целью вызвать этерификацию, чтобы получить эфирное производное поверхностно-активного вещества на основе фторированной кислоты. Далее способ включает перегонку указанной смеси для получения дистиллята, отделение эфирного производного от дистиллята и, возврат оставшегося дистиллята в указанную смесь.

Лучшим адсорбентом оказались анионообменные смолы так, как процесс регенерации не оказывает на них негативного воздействия. Следовательно, появляется возможность повторного применения.

Этот способ, может применяться для удаления из сточных вод таких фторсодержащих поверхностно-активных веществ, которые соответствуют следующей формуле: Q-R_f-Z-M^a, где Q представляет водород, хлор или фтор, причем Q может находиться как в конечном положении, так и не в конечном положении, R_f представляет линейный или разветвленный перфторированный алкилен, содержащий от 4 до 15 атомов углерода, Z пред-

ставляет COO^- , M^a представляет катион, включая H^+ , ион щелочного металла или ион аммония.

Используемый адсорбент предполагает возможность нескольких циклов регенерации. Кроме того, этот процесс является высокоэффективным потому, что при утилизации отработанного адсорбента оставшееся в нем количество фторсодержащего поверхностно-активного вещества остается достаточно низкими [4].

7. Метод получения искусственной крови на основе перфторорганических соединений, используется в медицине для создания раствора, обладающего газотранспортной функцией, который используется в качестве кровезаменителя, до создания мазей.

Для получения перфторуглеродных эмульсий смешивают два типа перфторорганических соединений, которые выбирают из групп (C8-C10) и (C11-C12). Они хорошо растворяют кислород и углекислый газ при давлении равном 760 мм. рт. ст. Благодаря таким качествам их используют, как главный компонент - газоносителя при создании искусственной крови [5].

На данный момент российскими учеными ведутся разработки по созданию перфторуглеродных эмульсий на основе перфтороктансульфонатов и фторированных поверхностно-активных веществ, полученных методом теломеризации.

На основе представленных выше данных можно сказать, что предложено большое количество способов для снижения негативного экологического воздействия ФПАВ, входящих в состав фторсинтетических пенообразующих пенообразователей. Тем не менее, при проектировании систем защиты объектов необходимо соблюдать баланс между эффективностью и целесообразностью применения пенообразователей. Высокоэффективные фторсодержащие пенообразователи следует применять на тех объектах, где нельзя без них обойтись. Израсходованный на тушение пожара пенообразователь должен быть собран и отправлен на завод для переработки или на полигон химических отходов.

Литература

1. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации. Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России (С.Н.Копылов, С.Г.Цариченко, В.А.Былинкин, В.В.Пешков, Е.Е.Архипов) и ГУ УОП МЧС России (В.В.Жидовленков) Утверждены МЧС России 27 августа 2007 г.

2. Mitchell S.M., Ahmad M., Teel Amy L., Watts Richard J. Degradation of Perfluorooctanoic Acid by Reactive Species Generated through Cat-alyzed

H₂O₂ Propagation Reactions // Environ. Sci. Technol. Lett , 2014. № 1., 117–121.

3. Патент РФ № 2397148. Удаление фторсодержащих поверхностно-активных веществ из сточных вод. ЗМ Инновейтив Пропертиз Компани (US)/ ХИНТЦЕР Клаус (DE), Обермариер Эгон (DE), Шверфегер Вернер (DE).// заявл. 2005-01-12, опубл. 20.08.2010.

4. Патент РФ № 2382762. Способ регенерации поверхностно-активных веществ на основе фторированных кислот с частиц адсорбента, насыщенных указанными ПАВ. ЗМ Инновейтив Пропертиз Компани (US)/ Фуерер (DE), Стефан Хинтцер (DE), Клаус Лер (DE), Гернот (DE), и др.// заявл. 2005-01-14, опубл. 27.02.2010.

5. Патент РФ № 2200544. Состав перфторуглеродного кровезаменителя на основе эмульсии перфторорганических соединений для медико-биологических целей. Воробьев С.И.// заявл. 2001-04-26, опубл. 27.02.2003.

РАЗРАБОТКА КАМЕРЫ ФЛОТАЦИОННОГО АППАРАТА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПО- ВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Алексеева¹ Д.Ф., Горячева¹ В.Н., Елисеева¹ Е.А. Карнюшкин² А.И.
¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет),
г. Москва*

*²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

Рост технически развитых стран влечет за собой и рост применения и сброса СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества) [1]. Очистка стоков, загрязнённых СПАВ, осложнено при применении стандартных физико-химических и биохимических методов.

Затруднения в очистке СПАВ вызваны специфическими свойствами соединений. Эти вещества способны накапливаться на поверхности раздела фаз и увеличивать свою концентрацию, тем самым снижая поверхностное натяжение [2].

Помимо явного усложнения технологического процесса очистки воды, ПАВ (поверхностно-активные вещества) влияют на физико-биологическое состояние водоема. К примеру, содержание в СВ (сточные воды) ВВ (взвешенные вещества) интенсифицирует процесс очистки вод от ПАВ, а вот анаэробные условия могут служить вторичным источником загрязнения водоемов ПАВ [3].

При биохимическом окислении в результате распада молекул СПАВ образуются спирты, альдегиды, органические кислоты, фенолы [4].

Один из наиболее часто применяемых методов физико-химической очистки – флотация, поэтому актуальными являются исследования, направленные на снижение эксплуатационных и капитальных затрат на ремонт при увеличении степени очистки воды. Один из способов интенсификации очистки со снижением затрат на расходные материалы - это совмещение в одном флотационном аппарате ряда иных способов очистки.

Исходя из выше изложенного, было решено интенсифицировать очистку СВ добавлением в флотационный аппарат камеры озонирования. Озон – сильнейший окислитель, занимающий второе место после фтора. Следует отметить, что применение фтора – не экологично и затрудняет процесс обслуживания, есть риски возникновения реакций с бурным выделением газа.

Исходя из уникальных свойств озона, а именно, быстрого разложения при определённых значениях рН и в присутствии солей, был проведен ряд экспериментов.

Разбавлением 20 мл шампуня от компании GRASS для мытья кузова автомобиля литром водопроводной воды получали исходную смесь для проведения экспериментов.

Озонирование без изменения рН проводилось с помощью озонатора АМ-1 с подачей озона 1 г/час (без применения аэратора) в контрольном объеме жидкости 100 мл; фото и графики первой серии экспериментов представлены ниже (рис. 1, 2).

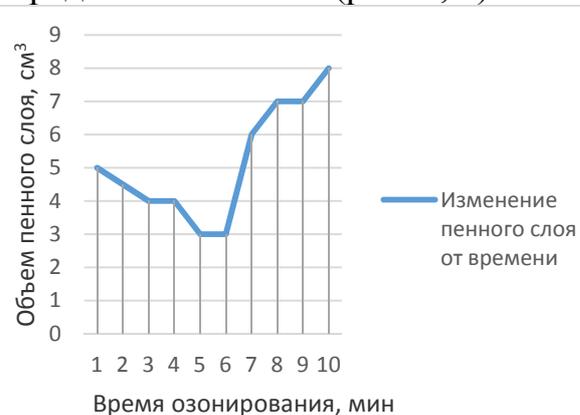


Рис.1. Зависимость объема пенного слоя от времени озонирования



Рис. 2. Наглядное изображение результатов озонирования колб

Неоднозначные результаты получились вследствие проведения экспериментов при рН = 12,8. Далее проводили озонирование при разных значениях рН, измеренных с помощью рН-метра METTLER TOLDEO.

Для смещения рН в кислотную сторону использовалась серная кислота с концентрацией 50%, данная концентрация позволяет сместить рН до такого показателя, при котором наблюдается растворимость озона 80%.

В следующей серии экспериментов в зависимости от рН проводилось озонирование при контрольном времени 120 с в контрольном объеме 100 мл (рис. 3, 4).

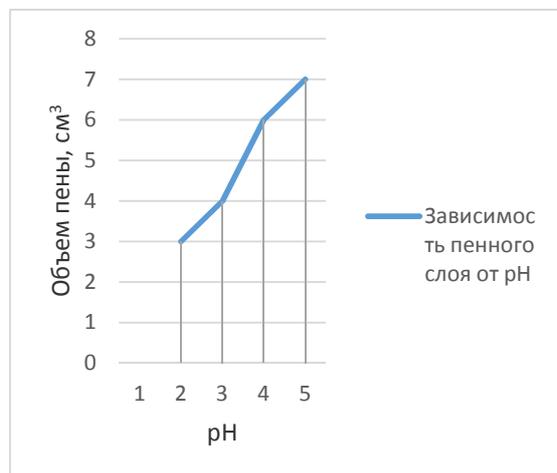


Рис. 3. Зависимость пенного слоя от рН озонируемого раствора



Рис. 4. Наглядное отображение результатов озонирования при различных рН.

Поскольку с уменьшением рН наблюдалось снижение пенного слоя, то было решено использовать значение рН = 5. Смещение рН в сильно кислотную среду приводит к снижению количества ПАВ благодаря большому растворению озона в колбе. Однако для сброса стока необходимо довести среду до нейтрального значения рН, что потребует лишних затрат на реагенты.

В связи с полученными результатами было решено провести серию экспериментов по озонированию при рН = 5 в не изменяющемся объеме с увеличением времени озонирования (рис. 5, 6).

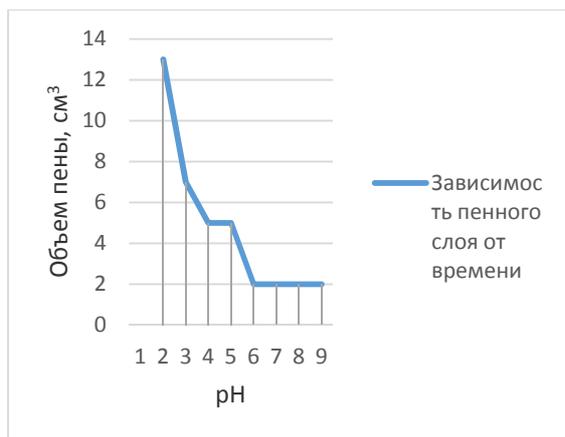


Рис. 5. Зависимость пенного слоя от времени озонирования при pH=5



Рис. 6. Наглядное отображение результатов озонирования при pH=5

Стоит отметить, что в ряде экспериментов использовался аэратор TETRAtec AS30, что приводило к увеличению пенного слоя. Если в первом и втором экспериментах использовалась мешалка с частотой вращения 1000 об/мин для оценивания объема пены путем вспенивания в течение 30 сек, то при pH = 5 и при увеличении времени оценка пенного слоя проводилась аэрацией при контрольном времени 10 сек.

Результатом эксперимента можно считать выведенную экспериментальным путем зависимость пенного слоя от времени озонирования: $V_{\text{пены}} = 1 + K D_{\text{pH}}$, где $V_{\text{пены}}$ – объем пенного слоя, K – коэффициент, зависящий от частоты вращения мешалки при вспенивании после озонирования, D_{pH} – значение pH озонируемой среды.

Из последней серии эксперимента можно сделать вывод, что не имеет смысла озонировать СВ более 6 минут.

Поскольку целью данной работы была интенсификация очистки от ПАВ путем добавления камеры озонирования, предлагается фиксировать высоту камеры $H = 0,8$ м, ширина аппарата не должна изменяться ($B = 1$ м). В этом случае дополнительная камера для интенсификации должна иметь длину $L = 0,375$ м с учетом производительности установки $3 \text{ м}^3/\text{час}$.

Внедрение дополнительной камеры озонирования обеспечит удаление остаточных ПАВ из СВ и позволит снизить нагрузку на элементы доочистки, что уменьшит необходимость в частой регенерации сорбционных фильтров; следовательно, замена угля может производиться реже.

Литература

1. Скурлатов, Ю.И. Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити – М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.

2. Лукиных, Н.А. Очистка сточных вод, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества / Н.А. Лукиных. – М.: Стройиздат, 1972. – 98 с.

3. Коагулянты. Новые технологии и оборудование в водоподготовке и водоотведении. – Сб. Вып. 1 – М.: ВИМИ, 2000. – 56 с.

4. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г., Вакуленко В.Ф. и др. Озонирование как метод подготовки питьевой воды: возможные побочные продукты и токсикологическая оценка. // Химия и технология воды. 1995. Вып.17. №1. – С. 3-33.

АНАЛИЗ КИСЛОТНОСТИ МОЛОКА ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Полудкин¹ И.Е., Соколова¹ Д.Ю., Кобец¹ М.В., Горячева¹ В.Н.,
Карнюшкин² А.И.*

*¹ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет),
г. Москва*

*²ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы
МЧС России, г. Москва*

В статье представлены результаты экспериментального определения кислотности некоторых марок молока российских заводов при помощи титриметрического метода анализа. Для определения точной концентрации щелочи использован метод кондуктометрического титрования с применением компьютера. Особое внимание уделяется определению массовой доли молочной кислоты в образцах и ее нормальным значениям.

О свежести молока судят по его кислотности, которая обусловлена содержанием в молоке белков, кислых солей и органических кислот. Органические кислоты – это продукты распада веществ в процессе реакций обмена, в состав молекул которых входит карбоксильная группа. Молочная кислота образуется при молочнокислом брожении, накапливается в кисло-молочных продуктах, квашеных, соленых, моченых плодах и овощах. Таким образом, при длительном хранении молока его кислотность возрастает, что связано с накоплением молочной кислоты в процессе жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Кислотность молока выражают в условных единицах – градусах Тернера (°Т). Градус Тернера – это объем 0,1 н. водного раствора NaOH, необходимый для нейтрализации 100,0 мл молока (измеряется в миллилитрах). Кислотность свежего молока в норме составляет 16...18 °Т.

В последние годы получила распространение фальсификация молочных продуктов путем добавления в состав соды Na_2CO_3 , которой в натуральном молоке быть не должно, и аммиака ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), который, накапливаясь в организме в больших количествах, может нанести вред здоровью человека. Эти вещества замедляют процессы жизнедеятельности молочнокислых бактерий и продукт дольше остается «свежим». Таким образом, кислотность меньше 16 °Т свидетельствует о заболевании животного (для лечения которого могут быть использованы антибиотики) или фальсифицировании молока, а значение больше 18 °Т говорит о том, что продукт не свежий. Молоко с кислотностью, превышающей требования стандарта, подлежит переработке на кисломолочные продукты. Для анализа сливок,

творога и молока также возможно использовать метод титрования. Кислотность свежих сливок колеблется в пределах 18-20 °Т, сметаны 65-125 °Т, творога 210-270 °Т [1, 2].

Цель данной работы – определение кислотности и массовой доли молочной кислоты методом нейтрализации в продуктах некоторых российских молочных комбинатов, а также выявление продуктов, не соответствующих требованиям качества продукции.

Для проведения анализа кислотности молока определялась точная концентрация раствора щелочи двумя способами – классическим методом нейтрализации с визуальным фиксированием точки эквивалентности и методом кондуктометрического титрования [3, 4].

В методе нейтрализации аликвоту (10.0 мл) раствора H_2SO_4 ($C_{\text{экв}} = 0,1000$ моль/л) титровали приготовленным по навеске раствором $NaOH$ в присутствии индикатора - спиртового раствора фенолфталеина. Измерения проводились до трех сходящихся результатов, при расчете использовалось среднее значение объема титранта ($V_{\text{кислоты}}$). Ниже представлены рассчитанные по формуле (1)

$$C_{\text{Экв. щелочи}} = \frac{C_{\text{Экв. к-ты}} \times V_{\text{к-ты}}}{V_{\text{щелочи}}} \quad (1)$$

результаты титрования: $C_{\text{Экв.щелочи1}} = 0,1075$ моль/л (опыт 1), $C_{\text{Экв.щелочи2}} = 0,1081$ моль/л (опыты 2-4) и $C_{\text{Экв.щелочи3}} = 0,097$ моль/л (опыты 5-9).

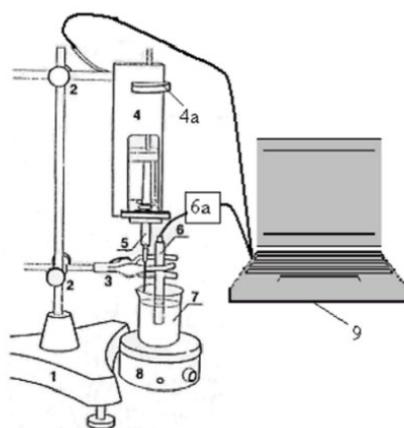


Рис. 1. Экспериментальная установка для измерения электропроводности раствора с использованием компьютера

1 – штатив, 2 – муфты, 3 – лапка, 4 – датчик объема жидкого реагента, 4а – металлический диск, 5 – шприц с раствором $NaOH$, 6 и 6а – датчик электропроводности, 7 – химический стакан с раствором H_2SO_4 , 8 – магнитная мешалка, 9 – компьютер

Определение концентрации щелочи методом кондуктометрического титрования с использованием компьютера проведено на экспериментальной установке (рис. 1).

В табл. 1 представлены результаты измерений, а на рис. 2 – зависимость удельной электропроводности (κ) раствора от объема титранта.

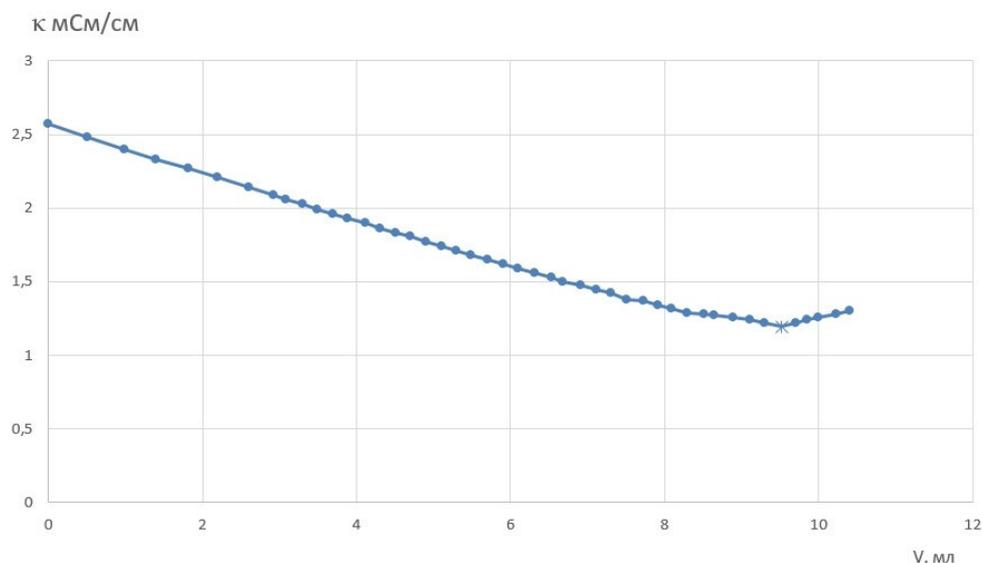


Рис. 2. График зависимости $\kappa = f(V_{\text{титранта}})$

Таблица 1

Значения κ в зависимости от объема титранта

V , мл	0,00	4,00	5,02	6,00	7,00	8,00	9,00	9,40	9,51	9,60	10,00	10,60
κ , мСм/см	2,57	1,92	1,76	1,62	1,47	1,33	1,25	1,24	1,23	1,24	1,25	1,27

Точка эквивалентности зафиксирована при $V = 9,51$ мл, $\kappa = 1,23$ мСм/см, что соответствует на графике точке перегиба. По формуле (1) получено значение $C_{\text{экв.щелочиз}} = 0,095$ моль/л (опыты 10-12).

Анализ кислотности молока проводился по методике, описанной в [3]. В коническую колбу объемом 100 мл необходимо поместить 10,0 мл образца молока, добавить 20 мл дистиллированной воды и 2-3 капли раствора фенолфталеина. Содержимое колбы титруется раствором щелочи с точно известной, установленной непосредственно перед титрованием концентрацией, при непрерывном перемешивании до появления бледно-розовой окраски, соответствующей контрольному эталону и не исчезающей в течение 1 мин., затем фиксируется объем щелочи, израсходованной на титрование. Каждый опыт проводился до получения пяти сходящихся результатов. Кислотность X рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{экв. NaOH}}}{0.1} \times 10, \quad (2)$$

где $C_{\text{экв. NaOH}}$ – молярная концентрация эквивалентов раствора NaOH, взятого для титрования; V_{NaOH} – усредненный объем раствора NaOH, затраченный для титрования 10,0 мл молока; 0,1 – молярная концентрация эквивалентов раствора NaOH, которая, согласно определению понятия «градус Тернера», необходима для титрования 10,0 мл молока, моль/л; 10 – коэффициент пересчета на 100 мл молока.

Массовая доля молочной кислоты ω в молоке рассчитывается по формуле

$$\omega = X \cdot 0,009,$$

где 0,009 – масса молочной кислоты в молоке с кислотностью 1 °Т.

Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения кислотности молока для образцов продукции различных молочных комбинатов (стер. – стерилизованное, у/п – ультрапастеризованное молоко)

Название марки молока	$V_{\text{молока}}$, мл	V_{NaOH} , мл	$C_{\text{экв. NaOH}}$, моль/л	X , °Т	ω
«Простоквашино» 2,5% у/п	10,0	1,675	0,1075	18,0	0,162
«Домик в деревне отборное» 3,5-4,5%	10,0	1,65	0,1081	17,8	0,160
«Домик в деревне» 3,5% у/п	10,0	1,725	0,1081	18,6	0,167
«Parmalat» 3,5% у/п	10,0	1,725	0,1081	18,6	0,167
«Макдональдс» 3,5% у/п	10,0	1,76	0,0970	17,1	0,154
«Сарафаново» 3,2% у/п	10,0	1,48	0,0970	14,3	0,129
«36 копеек» 3,2% у/п	10,0	1,65	0,0970	16,0	0,144
«Весёлый молочник» 3,5%-4,5% отборное	10,0	1,56	0,0970	15,1	0,136
«Parmalat» 1,8% у/п	10,0	1,70	0,0970	16,5	0,149
«Агуша» 2,5% стер.	10,0	1,66	0,0950	16,0	0,144
«Крепыш» 3,5% стер.	10,0	1,575	0,0950	14,9	0,134
«Избёнка» 3,2% у/п	10,0	1,675	0,0950	16,0	0,144

На основании полученных в результате эксперимента данных молоко производителей «Простоквашино», «Макдональдс», «36 копеек», «Агуша»

и «Избенка» соответствует норме по содержанию молочной кислоты. Молоко «Крепыш» не стоит рекомендовать для детского питания. Продукцию производителей «Сарафаново» и «Весёлый молочник» по результатам анализа можно отнести к фальсификату ($^{\circ}\text{T}<16$). Молочные заводы «Домик в деревне» и «Parmalat», возможно, нарушают технологию производства ($^{\circ}\text{T}>18$).

Список использованной литературы

1. Дунченко Н.И. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. Новосибирск: Сиб. Университетское издательство, 2012. – 345 с.
2. Диланян З.Х. Молочное дело: Учебное пособие / З.Х. Диланян, М.: Колос, 2010. – 368 с.
3. Лабораторный практикум по аналитической химии. – М.: Изд-во МГТУ, 2014. – 52 с.
4. Жилин Д.М. Общая химия. Практикум L-микро. М.: МГИУ. 2006. – 328 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА
МАТЕРИАЛЫ XI НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

слушателей и молодых ученых

Составители:
Т.Г. Грушева, О.В. Наместникова,
Л.К. Исаева, В.А. Сулименко

Издано в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60×90 1/16.

Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 1,8.

Бумага офсетная. Тираж 22 экз. Заказ

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4