



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

8(152)
2013

СОДЕРЖАНИЕ

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ГРИГОРЬЕВ С. Н.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
КЛИМКИН В. И.
КОТЕЛЬНИКОВ В. С.
ПАВЛИХИН Г. П.
СОКОЛОВ Э. М.
ТЕТЕРИН И. М.
ТИШКОВ К. Н.
УШАКОВ И. Б.
ФЕДОРОВ М. П.
ЧЕРЕШНЕВ В. А.
АНТОНОВ Б. И.
(директор издательства)

Главный редактор
РУСАК О. Н.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О.
ИВАНОВ Н. И.
КАЛЕДИНА Н. О.
КАЧАНОВ С. А.
КАЧУРИН Н. М.
КЛЕЙМЕНОВ А. В.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.
КСЕНОФОНТОВ Б. С.
КУКУШКИН Ю. А.
МАЛАЯН К. Р.
МАСТРЮКОВ Б. С.
МАТЮШИН А. В.
МИНЬКО В. М.
МИРМОВИЧ Э. Г.
ПАНАРИН В. М.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.
ФРИДЛАНД С. В.
ХАБАРОВА Е. И.
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Сидоров А. И., Мальшева О. М. Анализ повреждений здоровья электротехнического персонала, подверженного воздействию переменного магнитного поля промышленной частоты 2
Гаврикова Е. И., Лактионов К. С. Улучшение условий труда и экологической безопасности комплексов для производства продукции животноводства 8

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Цхадая Н. Д., Быков А. И. О номенклатуре рисков в действующих нормативных документах для оценки безопасности газотранспортных объектов 12
Чура М. Н., Чура Н. Н. О подходах к обоснованию безопасности опасных производственных объектов 18

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Плешивцева Д. Е, Чиковани М. С., Солдатов А. И. Локальные методы очистки сточных вод от фенола 23

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ

- Тарасова Г. И. Использование термолизного дефеката ТД₆₀₀ в качестве пигмента-наполнителя в резиновых смесях 27

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Гладких С. Н., Федоров П. П. Внедрение энергоэффективных технологий 32

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Марченко Т. А., Коршунов С. С. Актуальные разработки в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях 36
Рахманов Б. Н., Кибовский В. Т. Противодействие нарастанию лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности методами лазерной дозиметрии на открытых пространствах 41

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Жукова А. Ю. Участие экологических волонтеров в операциях по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов 47
Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В. Влияние техногенных факторов на экологическое состояние родников (на примере Ульяновской области) 50

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

- Новые подходы стандартизации требований эргономики при проектировании машин и оборудования по ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011 54

ИНФОРМАЦИЯ

- Новый костюм сварщика запущен в промышленное производство 55

Приложение. Белов С. В., Симакова Е. Н. Новое направление научного знания — ноксология. Часть I. Теоретическая ноксология

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.

УДК 331.45

А. И. Сидоров, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **О. М. Малышева**, асп.,
Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск
E-mail: bgd-susu@mail.ru

Анализ повреждений здоровья электротехнического персонала, подверженного воздействию переменного магнитного поля промышленной частоты

Приведены методика и результаты анализа повреждений здоровья электротехнического персонала цеха сетей и подстанций одного из крупных металлургических предприятий г. Челябинска по причине заболеваний, обусловленных действием переменного магнитного поля промышленной частоты.

Ключевые слова: переменное магнитное поле промышленной частоты, электротехнический персонал, напряженность магнитного поля, методика, статистические данные

Sidorov A. I., Malysheva O. M. Analysis of Sickness rate for Electrical Personnel, Subject to Action of Power Frequency Variable Magnetic Field

The sickness rate analysis methods and results due to magnetic field action to electrical personnel from electric mains and substations shop of one of the largest metallurgic plants in Chelyabinsk are presented at the article.

Keywords: power frequency variable magnetic field, electrical personnel, intensity of magnetic field, methods, statistics

Введение

Результаты анализа опубликованных данных об ущербе здоровью, наносимом переменным магнитным полем промышленной частоты (ПеМП ПЧ), заставляют задуматься о введении специальных мероприятий по защите производственного персонала, подвергающегося влиянию этого поля. В качестве мощных источников ПеМП ПЧ можно назвать индукционные печи, токопроводы, трансформаторы и т. д. К лицам, попадающим под воздействие повышенных уровней напряженности ПеМП ПЧ на производстве, в первую очередь относятся персонал, связанный с обслуживанием электроэнергетических и электротехнических установок.

Понимая, что анализ повреждений здоровья персонала — прерогатива представителей меди-

цинских профессий — тем не менее, считаем, что оценка влияния нахождения работников в зонах с повышенным уровнем напряженности ПеМП ПЧ на их заболеваемость поможет обосновать необходимость внедрения технических решений для улучшения условий труда по фактору магнитного поля на рабочих местах электротехнического персонала.

Действие ПеМП ПЧ на организм человека

Магнитное поле промышленной частоты (50 Гц) является вредным фактором рабочей среды [1, с. 8]. Считается, что в диапазоне промышленной частоты основную роль в биологической эффективности магнитного поля играет влияние наведенного электрического тока на возбудимые структуры (нервная, мышечная ткань). Параметром, определяющим степень воздействия, является плотность наведенного в теле вихревого тока [2, с. 74]. Все больше ученых, ведущих исследования на клеточном уровне, приходят к мнению, что взаимодействия с полями происходят на клеточной мембране [3, с. 777].

Реакции организма человека на воздействия магнитного поля имеют неспецифический характер. При длительном и систематическом контакте с магнитным полем могут возникать изменения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем [4, с. 17]. Многие лабораторные и клинические исследования, проводимые в Швеции, США, Японии и других странах, показали, что длительное воздействие электромагнитных полей приводит к изменениям на клеточном уровне, в частности, к появлению онкологических заболеваний, а также таким "новомодными" болезням, как иммунная недостаточность, синдром хронической усталости [5, с. 5]. Действие магнитного поля на человека может носить кумулятивный характер, т. е. изменения в организме человека происходят не мгновенно, а накапливаются со временем и могут сказаться на последующих поколениях [6, с. 81].

Методика анализа

Достоверность и объективность результатов анализа статистических данных определяется в первую очередь методикой анализа, изложение которой представлено ниже.

На основании результатов исследований, проведенных для электротехнических установок, определяется перечень рабочих мест, где напряженность ПемП ПЧ магнитного поля превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) с учетом времени воздействия.

Затем определяется кратность превышения ПДУ по каждому рабочему месту (для работников соответствующих профессий).

Составляются списки работников (по профессиям или должностям), занятых на рабочих местах, где наблюдается превышение ПДУ по напряженности ПемП ПЧ. Эти лица входят в состав экспериментальной группы.

Одновременно определяется перечень лиц, работающих в том же цехе, но не подверженных воздействию ПемП ПЧ. Эти лица входят в состав контрольной группы, с помощью которой будет учитываться влияние других факторов, определяющих условия труда (повышенная температура, тепловая радиация, содержание вредных веществ в воздухе и т. д.).

Далее осуществляется сбор данных по заболеваниям. Исходным документом, из которого можно получить указанные сведения, является журнал учета временной потери трудоспособности. Рассматриваются данные по заболеваниям, обусловленным действием магнитного поля: болезни сердечно-сосудистой (ССЗ), нервной (НС), иммунной (ИС) систем, новообразования (Нов.). Принимается допущение, что первичный медицинский осмотр при приеме на работу должен выявить склонность работника к перечисленным заболеваниям и не допустить лиц, склонных к данным заболеваниям, на рабочие места, связанные с действием ПемП ПЧ. Для более подробного анализа заболеваемости необходимо выявлять ранние формы болезней по данным медосмотров, анализировать амбулаторную обращаемость.

Собранные данные по каждой профессии (должности) и каждому конкретному работнику

должны заноситься в форму, пример которой приведен в табл. 1.

Суммарное количество случаев временной потери трудоспособности и общая длительность периодов нетрудоспособности (с учетом причины ухода на больничный) экспериментальной группы сравниваются с теми же показателями для работников, составляющих контрольную группу.

Результаты измерений напряженности ПемП ПЧ на рабочих местах электротехнического персонала

Уровни напряженности ПемП ПЧ на рабочих местах персонала цеха сетей и подстанций одного из металлургических предприятий г. Челябинска были определены посредством анализа протоколов измерения напряженности ПемП ПЧ. Измерения проводились сотрудниками кафедры "Безопасность жизнедеятельности" ЮУрГУ по методике, описанной в нормативных документах [7, с. 23], с помощью измерителя напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты ПЗ-50. Контроль уровней магнитного поля частотой 50 Гц осуществлялся во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом электротехнических установок. Измерения напряженности ПемП ПЧ проводились на высоте 1,5 и 1,8 м от поверхности пола помещения и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений. Измерения напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты производились при максимальном рабочем токе электротехнических установок. Результаты измерений представлены в табл. 2.

Как видно, повышенным уровням напряженности ПемП ПЧ подвергаются работники участков № 1 и 3.

Данные о работниках экспериментальной группы

В табл. 3 приведено распределение по должностям работников, на чьих рабочих местах (с учетом времени пребывания) напряженность ПемП ПЧ превышает предельно допустимый уровень.

Рассмотрим влияние различных факторов на заболеваемость электротехнического персонала,

Таблица 1

Данные, необходимые для статистического анализа заболеваемости работников, подверженных воздействию ПемП ПЧ напряженностью, превышающей ПДУ

Профессия	Работник	Превышение ПДУ	Возраст	Стаж работы	Вид заболевания	Длительность больничного



Таблица 2

Значения напряженности ПеМП ПЧ, измеренные в цехе сетей и подстанций

№ участка	Объект	Число точек измерения	Максимальное значение напряженности ПеМП ПЧ, А/м
1	ГПП-2 РУ-10 кВ, 1 этаж	3	588,8
	ГПП-2 РУ-10 кВ, 2 этаж	2	175,1
	ГПП-3, РУ-10 кВ	2	102,8
	ОРУ-110 кВ	2	3,3
	Главный щит управления	1	0,7
	Итого для участка № 1	10	$H_{\max} = 588,8$, измерено у ячейки реактора, $h = 1,5$ м
2	Электростанция № 20 РУ-10 кВ	3	10,7
	Электростанция № 22 РУ-10 кВ	3	17,9
	Электростанция № 23 РУ-10 кВ	2	15,0
	Главный щит управления	1	1,5
	Итого для участка № 2	9	$H_{\max} = 17,9$, измерено у вводной ячейки, $h = 1,8$ м
3	РУ-10 кВ	6	514,4
	ЗРУ-110 кВ	4	52,5
	ОРУ-110 кВ	3	77,4
	ОРУ-220 кВ	5	16,7
	Главный щит управления	1	1,8
	Итого для участка № 3	19	$H_{\max} = 514,4$, измерено у ячейки реактора, $h = 1,5$ м
4	РУ-10 кВ	3	27,0
	ЗРУ-110 кВ, 2-й этаж	4	4,0
	ОРУ-110 кВ	2	9,6
	ОРУ-220 кВ	5	5,9
	Главный щит управления	1	0,8
	Итого для участка № 4	15	$H_{\max} = 27,0$, измерено у ячейки ввода печи, $h = 1,8$ м

Условные обозначения:
 ГПП – главная понижающая подстанция;
 РУ-10 кВ – распределительное устройство напряжением 10 кВ;
 ОРУ – открытое распределительное устройство;
 ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
 H_{\max} – максимальное измеренное значение напряженности ПеМП ПЧ, А/м, по участку в целом;
 h – высота, на которой проводились измерения, м

Таблица 3

Численность работников цеха сетей и подстанций, на чьих рабочих местах напряженность ПеМП ПЧ превышает ПДУ

Профессия	Численность, %
Мастер участка № 1	0,95
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (участок № 1)	12,4
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (участок № 3)	17,1
Итого	30,45

подверженного воздействию ПеМП ПЧ напряженностью, которая превышает ПДУ.

Данные о кратности превышения ПДУ напряженности ПеМП ПЧ для соответствующих профессий работников цеха сетей и подстанций приведены в табл. 4. Данные о заболеваниях получены из журналов учета временной потери трудоспособности.

Согласно данным табл. 4 превышение ПДУ напряженности ПеМП ПЧ на 10 % для мастера участка не вызвало за указанный период (5 лет) изменений в организме, которые могли бы проявиться в виде заболеваний, обусловленных действием ПеМП ПЧ.

При больших кратностях превышения ПДУ и более длительном времени воздействия ПеМП ПЧ у персонала наблюдаются случаи временной потери трудоспособности по причине возникновения заболеваний, появление которых могло быть обусловлено действием ПеМП ПЧ.

Для электромонтеров по ремонту и обслуживанию электрооборудования рассмотрим распределение случаев временной потери трудоспособности по видам заболевания (табл. 5).

Далее было оценено влияние возраста и стажа работы на конкретном рабочем месте на появление повторных заболеваний (табл. 6).

Наличие повторных заболеваний у одного и того же работника (N) с малым стажем работы и сравнительно молодого возраста может объясняться следующими факторами: возможными упущениями со стороны медперсонала при прохождении предварительного медицинского обследования при приеме на работу; острой реакцией организма на вредные производственные факторы, в том числе на ПеМП ПЧ, напряженности которого значительно превышают ПДУ.

Сведения об электромонтерах по ремонту и обслуживанию электрооборудования, временно терявших трудоспособность вследствие других видов заболеваний, которые могли быть обусловлены ПеМП ПЧ, напряженности которого превышает ПДУ, приведены в табл. 7. Обращает на себя внимание работница R , у которой после заболевания



Таблица 4

**Превышение допустимых уровней напряженности ПемП ПЧ для различных профессий
и количество случаев потери работоспособности за 2007–2011 гг.**

Должность работника	Общее время воздействия ПемП ПЧ, ч	$H_{ПДУ}^*$, А/м	H_{max} , А/м	Превышение ПДУ, число раз	Количество заболеваний
Мастер участка № 1	3	560	588,8	1,1	Нет
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, участок № 1	6	200	588,8	2,9	2
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, участок № 3	6	200	514,4	2,6	7
Итого					9

* $H_{ПДУ}$ — предельно допустимое значение напряженности магнитного поля, определенное с помощью кривой интерполяции в зависимости от времени воздействия ПемП ПЧ [7, с. 34], А/м.

Таблица 5

**Распределение случаев временной потери трудоспособности
среди электромонтеров по ремонту и обслуживанию
электрооборудования по виду заболевания**

Вид заболевания	Год	Количество случаев потери трудоспособности	В том числе повторных	Общее количество случаев потери трудоспособности (число повторных случаев)
ССЗ	2008	1	Нет	5 (2)
	2010	1	Нет	
	2011	3	2	
НС	2007	2	Нет	2 (0)
Нов.	2011	1	Нет	1 (0)
ИС	2011	1	Нет	1 (0)
Итого				9 (2)

нервной системы в 2007 г. в последующем было зафиксировано заболевание сердечно-сосудистой системы.

Средний возраст работников экспериментальной группы, временно потерявшего трудоспособность вследствие заболеваний, обусловленных действием ПемП ПЧ, составляет 46 лет.

Рассматриваемые работники, за исключением *N*, имеют достаточный стаж работы (средний стаж 20 лет), чтобы воздействие ПемП ПЧ, напряженность которого превышает ПДУ, постепенно на-

Таблица 6

**Распределение случаев временной потери трудоспособности
(по причине заболеваний сердечно-сосудистой системы)
по возрасту и стажу для электромонтеров по ремонту
и обслуживанию электрооборудования**

Год	№ участка	Превышение ПДУ, число раз	Работник	Пол	Возраст, лет	Стаж работы, лет
2008	3	2,6	<i>R</i>	Ж	50	31
2010	1	2,9	<i>I</i>	М	74	51
2011	3	2,6	<i>N</i>	М	28	2
	3	2,6	<i>N</i>	Повторный случай		
	3	2,6	<i>N</i>	Повторный случай		

капливаясь, ухудшило физическое состояние данных работников, что проявилось в возникновении соответствующих заболеваний.

Данные о работниках контрольной группы

Более 2/3 персонала цеха сетей и подстанций данного предприятия не заняты на работах, где могли бы подвергаться воздействию ПемП ПЧ, напряженность которого превышает ПДУ (см. табл. 3).

Таблица 7

Данные электромонтеров цеха сетей и подстанций, временно терявших трудоспособность

Вид заболевания	Год	№ участка	Превышение ПДУ, число раз	Работник	Пол	Возраст, лет	Стаж работы, лет
НС	2007	1	2,9	<i>G</i>	М	40	14
НС	2007	3	2,6	<i>R</i>	Ж	49	30
ИС	2009	3	2,6	<i>K</i>	Ж	36	17
Нов. (доброкач.)	2011	3	2,6	<i>E</i>	Ж	46	7



Таблица 8

Распределение случаев временной потери трудоспособности для работников контрольной группы за 2007—2011 гг.

№ п/п	Профессия	$H_{\text{ПДУ}}$, А/м	H_{max} , А/м	Вид заболевания	Год	Пол	Возраст, лет	Стаж работы, лет
1	Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, участок № 2	200	17,9	НС	2008	Ж	33	12
2					2009	Ж	29	11
3*					2010	Ж	29	11
4				ССЗ	2008	Ж	66	13
5				Нов. (злок.)	2010	М	33	4 мес.
6					2011	М	61	40
7	Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, участок № 4	200	27,0	ССЗ	2010	Ж	60	17
8	Начальник участка № 3	1600	514,4	ССЗ	2011	М	68	7

Рассмотрим распределение случаев временной потери трудоспособности для работников, на рабочих местах которых напряженность ПеМП ПЧ не превышает ПДУ (табл. 8). Данные о заболеваниях получены из журналов учета временной потери трудоспособности. В табл. 8 номером 3* обозначен повторный случай заболевания нервной системы (предыдущий случай был зафиксирован в 2009 г.).

Средний возраст работника контрольной группы, временно терявшего трудоспособность по причине заболеваний, обусловленных действием ПеМП ПЧ, за указанный период составляет 50 лет, а средний стаж работы — 14 лет.

Таким образом, сравниваемые группы похожи по возрастному составу, а стаж работы для обеих групп достаточен для возникновения изменений негативного характера в организме работников, которые впоследствии могут привести к временной потере трудоспособности.

Результаты анализа повреждений здоровья

Данные по заболеваемости работников цеха сетей и подстанций как экспериментальной, так и контрольной групп приведены в табл. 9. Эти данные позволяют рассчитать, какое число заболеваний с временной потерей трудоспособности (табл. 10) и количество дней нетрудоспособности приходится на одного работника.

Из табл. 10 видно, что в цехе сетей и подстанций заболеваемость среди персонала, занятого на работах, где напряженность ПеМП ПЧ превышает ПДУ, наблюдается чаще в 1,71 раза, при этом по сердечно-сосудистым заболеваниям — в 2,52 раза. Частота возникновения болезней нервной системы для работников экспериментальной и контрольной групп практически одинакова. Новообразования возникают в 1,32 раза чаще у работников, не связанных с действием ПеМП ПЧ, напряженность которого превышает ПДУ (контрольной группы).

Таблица 9

Заболеваемость персонала цеха сетей и подстанций

Число рабочих мест, где напряженность		Численность групп (человек)		Количество заболеваний							
				в экспериментальной группе				в контрольной группе			
ПеМП ПЧ > ПДУ	ПеМП ПЧ < ПДУ	Экспериментальной	Контрольной	ССЗ	НС	Нов.	ИС	ССЗ	НС	Нов.	ИС
3	16	31	47	5	2	1	1	3	3	2	0
				Σ = 9				Σ = 8			
Продолжительность периода временной потери трудоспособности, дни				171	19	45	9	148	41	40	0
				Σ = 244				Σ = 229			

Таблица 10

**Доля заболеваний
на одного работника цеха сетей и подстанций**

Вид заболевания	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Все заболевания	0,29	0,17
ССЗ	0,161	0,0638
НС	0,0645	0,0638
Нов.	0,0323	0,0426
ИС	0,0323	0

Таблица 11

**Продолжительность заболеваний
(длительность больничного на одного работника, дни)**

Вид заболевания	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Все заболевания	7,87	4,87
ССЗ	5,52	3,15
НС	0,613	0,872
Нов.	1,45	0,851
ИС	0,29	0

К сожалению, недостаточно данных для оценки частоты возникновения болезней иммунной системы у контрольной группы; данный факт объясняется тем, что болезни иммунной системы (по сравнению с остальными видами заболеваний, характерными для персонала, подвергающегося воздействию ПеМП ПЧ, напряженность которого превышает ПДУ) редко служат причиной временной потери трудоспособности.

Используя данные табл. 9, определим число дней нетрудоспособности, приходящееся на одного работника (табл. 11). Из представленных в таблице данных следует, что суммарная продолжительность заболеваний работников экспериментальной группы превосходит продолжительность заболеваний работников контрольной группы в 1,62 раза, в том числе по сердечно-сосудистым заболеваниям — в 1,75 раза; по новообразованиям — в 1,7 раза. И только по болезням нервной системы продолжительность заболеваний персонала, подверженного воздействию ПеМП ПЧ, напряженность которого превышает ПДУ, составляет 70,3 % от аналогичных заболеваний работников контрольной группы.

Выводы

Обработка статистических данных по временной потере трудоспособности, анализ сведений о

работнике (возраст и стаж), сравнительный анализ количества заболеваний и продолжительности периода нетрудоспособности показывают, что электротехнический персонал, находящийся в экспериментальной группе, подвергается заболеваниям, которые могут быть обусловлены воздействием ПеМП ПЧ, напряженность которой превышает ПДУ, чаще в 1,71 раза, чем персонал, работающий в том же цехе в похожих условиях, но при допустимых значениях напряженности ПеМП ПЧ. Период нетрудоспособности в экспериментальной группе в 1,62 раза больше по сравнению с контрольной группой. Следовательно, существует объективная необходимость в проведении мероприятий по защите соответствующего персонала от воздействия переменного магнитного поля промышленной частоты, напряженность которого превышает ПДУ.

Список литературы

1. **Р 2.2.2006—05** Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: 2.2 Гигиена труда. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. — 142 с.
2. **Рубцова Н. Б.** Обеспечение безопасности населения в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты // Постоянно-действующий научно-практический городской семинар "Экология жилых помещений г. Москвы": Труды семинара (2003—2004 годы, г. Москва). — М.: Изд-во МГУИЭ, 2005. — С. 72—80.
3. **Птицына Н. Г., Виллорези Дж., Дорман Л. И., Ючи Н., Тясто М. И.** Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья // Успехи физических наук. — 1998. — Т. 168, № 7. — С. 767—791.
4. **Сидоров А. И., Украинская И. С.** Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: монография. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. — 204 с.
5. **Рябов Ю. Г., Андреев Ю. В.** Сохранение здоровья и работоспособности персонала современных производственных рабочих мест и населения путем обеспечения комфортных электромагнитных условий в среде обитания человека // Технологии ЭМС. — 2002. — № 1. — С. 3—12.
6. **Кадомская К. П., Степанов И. М.** Влияние конструкций воздушных линий высокого напряжения на интенсивности магнитных полей по их трассам // Линии электропередачи 2008 — проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: Сборник докладов Третьей Российской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. Лаврова Ю. А. — Новосибирск, 2008. — С. 81—90.
7. **СанПиН 2.2.4.1191—03** Электромагнитные поля в производственных условиях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — М.: Минздрав России, 2003. — 37 с.



УДК 331.4

Е. И. Гаврикова, асп., **К. С. Лактионов**, д-р биол. наук, доц.,
Орловский государственный аграрный университет
E-mail: gavre08@yandex.ru

Улучшение условий труда и экологической безопасности комплексов для производства продукции животноводства

Рассмотрены вопросы применения УФ-излучения для дезинфекции помещений. В связи с тем что известные приспособления для обеззараживания воздуха и поверхностей имеют ряд недостатков, авторы предлагают новые конструкции ультрафиолетовых бактерицидных устройств, которые позволяют повысить безопасность работы ультрафиолетовых бактерицидных устройств, очищать воздух животноводческих ферм от микроорганизмов и уменьшить их выброс в окружающую среду.

Ключевые слова: ультрафиолетовые бактерицидные устройства, агропромышленный комплекс, обеззараживание воздуха, угольный сорбент, озон

Gavrikova E. I., Laktionov K. S. Improving Working Conditions and Environment Asecurity Complex Forlivestock Production

In this article the problem of UV radiation for disinfection of premises and environmental safety. Known devices for disinfection of air and surfaces have several drawbacks. Therefore, the authors propose new designs ultraviolet germicidal devices. The proposed design will improve the safety of ultraviolet germicidal devices to clean the air of livestock farms from microorganisms and reduce their emissions to the environment.

Keywords: UV antibacterial devices, agro industrial complex, air disinfection, coal sorbent, ozone

Микробный фактор является обязательным для контроля в рамках аттестации рабочих мест по условиям труда, что находит отражение в "Перечне вредных и (или) опасных производственных факторов, при наличии которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования)" (Приложение № 1 к приказу Минсоцразвития России № 342н от 26 апреля 2011 г.) и в более ранних редакциях документа.

Предельно допустимая концентрация микробного аэрозоля с учетом доли входящих в его состав условно-патогенных и патогенных микроорганиз-

мов регламентируется ГОСТ ССБТ 12.1.005—88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". Несмотря на это ситуация с контролем микробного фактора в Российской Федерации продолжает оставаться серьезной проблемой, в особенности, если учесть тенденции к укрупнению производства животноводческой продукции.

Известно, что даже не болезнетворные микроорганизмы снижают естественную резистентность организма человека. Ведь возникновение любой патологии определяется иммунологической спецификой организма, с одной стороны, и неблагоприятными факторами производственной среды — с другой. Предрасположенность к той или иной патологии может усугубляться под действием неблагоприятных химических, физических и биологических факторов, которые ослабляют иммунную реактивность организма и приводят к развитию заболевания [1]. Хроническое воздействие неблагоприятных производственных факторов, в том числе микроорганизмов, существенно снижает резистентность организма к ним.

В этих условиях растет предрасположенность к бытовым инфекциям, простудным заболеваниям и заболеваниям, непосредственно не связанным с микроорганизмами. Увеличивается число заболеваний с временной утратой трудоспособности и их продолжительность. Инфекционные и другие заболевания, обусловленные снижением иммунной реактивности организма, преобладают в структуре профессиональной заболеваемости и заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Анализ, проведенный на предприятиях с различной технологией, технической оснащенностью, объемами производства показал, что эмпирическая зависимость продолжительности заболеваний с временной утратой трудоспособности в днях в расчете на одного работника в год от концентрации микробного аэрозоля в воздухе (тыс. кл./м³) аппроксимируется высоко достоверной ($R^2 = 0,99$) функцией следующего вида: $y = 0,004x^2 - 0,204x + 10,67$.

На основании изложенного была разработана программа для количественной оценки продолжительности заболеваний с временной утратой трудоспособности в зависимости от концентрации

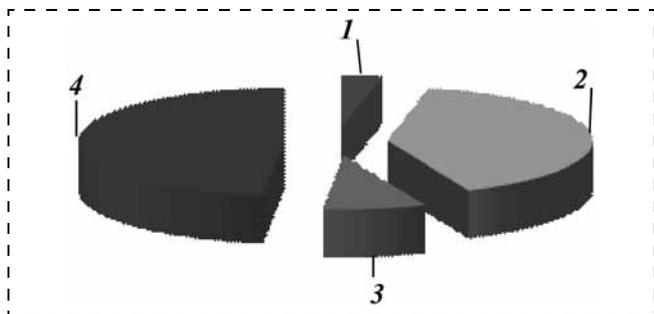


Рис. 1. Зависимость количества микробов, попавших в атмосферу, от их численности в воздухе различных сельскохозяйственных помещений:

1 — мясокомбинаты (3 %); 2 — ветеринарно-утилизационные заводы (40 %); 3 — молочнотоварные фермы (8 %); 4 — свиноводческие комплексы (49 %)

микробного аэрозоля в воздухе рабочей зоны производственных помещений [2]. Для построения модели программы применен метод линейного программирования. Данная программа может быть использована для прогнозирования биологических рисков на объектах АПК.

Кроме того, при надлежащей работе вытяжной вентиляции из животноводческих комплексов за сутки выбрасывается значительное количество микроорганизмов, многие из которых не только небезопасны, но способны вызывать особо тяжелые инфекции. Зависимость между количеством микробов, попавших в атмосферу, и концентрацией микробного аэрозоля в воздухе помещений представлена на рис. 1.

Улучшить данную ситуацию может применение ультрафиолетовых бактерицидных устройств, которые предназначены для обеззараживания и очистки воздуха от болезнетворных микроорганизмов, органических веществ, запахов и широко используются в агропромышленном комплексе [3].

Для дезинфекции воздуха в помещениях применяют бактерицидные облучатели различных типов, содержащие открытые и экранированные бактерицидные лампы. Бактерицидные лампы конструктивно не отличаются от люминесцентных трубчатых ламп и являются ртутными лампами низкого давления. Они служат источником излучения, большая часть спектра которого приходится на область излучения с длиной волны 254...258 нм, которое губительно действует на многие виды бактерий.

Открытые лампы используют для быстрой дезинфекции воздуха помещений, свободных от людей, так как коротковолновое ультрафиолетовое излучение опасно для здоровья. Экранированные лампы используют для облучения верхних слоев воздуха в помещениях в присутствии людей. Нижние слои воздуха при этом обеззараживаются за счет конвекции.

При использовании жесткого ультрафиолетового излучения в лампах открытого и закрытого типа выделяется озон [4]. При нестабильном напряжении, что сегодня не редкость, выделение озона возрастает. Под его воздействием одни патогенные объекты уничтожаются, а другие, включая токсины, появляются. Вопреки сложившемуся мнению о благоприятном воздействии озона на организм человека, в действительности он даже в небольших количествах является крайне токсичным и опасным газом. Озон оказывает раздражающее воздействие на слизистые оболочки и вызывает нарушения центральной нервной системы, что ведет к появлению бронхита и головных болей.

Бактерицидное ультрафиолетовое облучение обеззараживает микробы обрабатываемого воздуха, но в то же время фотохимически загрязняет его.

При этом эффект обеззараживания воздуха зависит от плотности энергии излучения и времени облучения. Длительное бактерицидное ультрафиолетовое облучение загрязненного воздуха приводит ко вторичному, фотохимическому загрязнению, к накоплению в воздухе озона, окислов азота и продуктов фотохимических реакций. К последним относятся, например, гидразин, диоксид серы, метанол, оксид углерода, некоторые кислоты, продукты фотохимической полимеризации загрязнителей. Номенклатура загрязнителей зависит от исходной степени загрязнения воздуха. Таким образом, длительное ультрафиолетовое облучение воздуха, особенно загрязненного, в общем случае не всегда приводит к положительным результатам, например, при обработке помещений, где находятся животные и птицы. При бактерицидном ультрафиолетовом облучении малой мощности и ограниченной длительности эффект вторичного фотохимического загрязнения воздуха уменьшен, но в этом случае степень обеззараживания воздуха невысокая.

Использование ультрафиолетовых бактерицидных установок, в которых применяются ультрафиолетовые бактерицидные лампы, наряду с обеспечением надлежащих условий оздоровления среды обитания должно исключить возможность вредного воздействия на человека избыточного облучения, чрезмерной концентрации озона и паров ртути [5].

Предложенное авторами устройство [6] повышает безопасность работы в результате уменьшения содержания озона, оксидов азота и продуктов фотохимических реакций в помещении путем внесения в конструкцию отражателя угольного сорбента. На рис. 2 представлен бактерицидный потолочный облучатель. Бактерицидная лампа 1 размещена в корпусе 2 бактерицидного потолочного

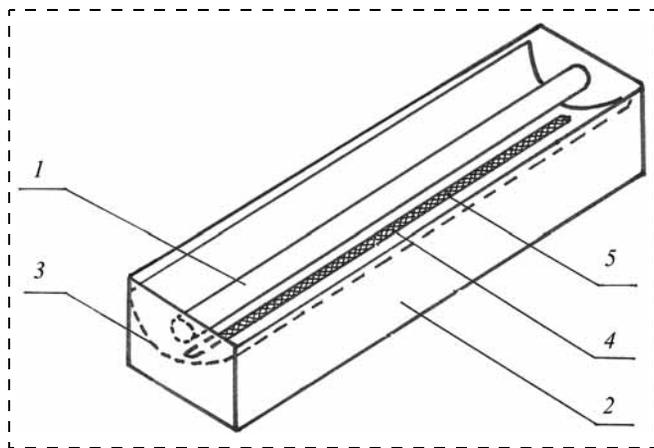


Рис. 2. Бактерицидный потолочный облучатель:

1 — бактерицидная лампа; 2 — корпус; 3 — отражатель; 4 — щель; 5 — угольный сорбент

облучателя с отражателем 3, имеющим щель 4, в которой размещен угольный сорбент 5, предназначенный для поглощения образующегося в устройстве озона и играющий роль обычного пылеулавливающего фильтра.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Устройство подвешивается к потолку и подключается к электрической сети. Загорается бактерицидная лампа 1. Благодаря отражателю 3, обращенному вверх таким образом, чтобы поток прямого излучения попадал в верхнюю зону помещения, нижняя зона защищена от прямых лучей бактерицидной лампы 1. Воздух, проходящий через верхнюю зону помещения, подвергается прямому облучению. Кроме того, отраженные от потолка и верхней части стен (для лучшего отражения стены должны быть окрашены в белый цвет) ультрафиолетовые лучи облучают нижнюю зону помещения, где находятся люди или животные (птицы). Происходит обеззараживание помещения УФ-облучением, которое вызывает повреждение микроорганизмов на клеточном и генетическом уровнях. Озон, образующийся под воздействием коротковолнового излучения в диапазоне 200...250 нм (диапазон Херцберга) в 1,6 раза тяжелее воздуха и скапливается в отражателе 3 под бактерицидной лампой 1, где адсорбируется угольным сорбентом 5, основой которого является активированный уголь. Угольный сорбент меняют раз в полгода—год, а бактерицидную лампу каждые 1—2 года.

Известны два типа устройств для уничтожения микроорганизмов в воздухе. Устройства первого типа представляют собой УФ-лампы открытого типа, предназначенные для уничтожения микроорганизмов в помещении в отсутствие людей. Необходимость отсутствия людей в помещении обуслов-

лена вредным влиянием на человека УФ-облучения, выражающимся преждевременным старением кожи, ослаблением иммунной системы. Эффективность подобных устройств невелика, поскольку они способны действовать в ограниченном объеме. Устройства второго типа представляют собой источники (преимущественно УФ-типа), расположенные в кожухе, содержащем входное и выходное отверстия. Движение воздуха через корпус может быть принудительным (под действием компрессора или насоса) или естественным за счет самопроизвольного разогрева воздуха около источника излучения. Подобные устройства в настоящий момент нашли достаточно широкое распространение. Известны и устройства, в которых предприняты попытки объединить оба направления.

Также известно устройство для уничтожения микроорганизмов в воздухе, содержащее корпус, выполненный в виде каркаса, к которому прикреплены съемные стены. Внутри корпуса размещен источник дальнего УФ-излучения регулируемой мощности, на торцах корпуса размещены два воздуховода. К одному из воздуховодов подключен побудитель движения воздуха, выполненный с возможностью изменения мощности и реверсирования [7].

При очистке воздуха в помещении в присутствии работающего персонала или животных (птицы) все стены корпуса этого устройства прикрепляют к каркасу или открывают стену, ориентированную в сторону потолка. Если необходимо очистить воздух в помещении в отсутствие работающего персонала или животных (птицы), то от каркаса удаляют одну или все стены. Источник дальнего УФ-излучения подключен на максимальную мощность.

Поскольку ультрафиолетовая лампа устройства находится внутри корпуса, особое внимание должно быть уделено разработке конструкции самого корпуса. В случае обработки воздуха в помещении в отсутствие работающего персонала или животных (птицы) при удалении от каркаса корпуса одной или нескольких стен ультрафиолетовая лампа не защищена от попадания воды и сырости, что может привести к преждевременному выходу из строя устройства.

Необходимо, чтобы ультрафиолетовая лампа была размещена в защитном кожухе, прозрачном для УФ-излучения. Такой кожух защищает людей от вредных химических соединений, находящихся в источнике УФ-излучения, в случае разрушения указанного источника УФ-излучения. Кроме того, прозрачная оболочка может быть использована в комбинации с лампами, изготовленными из стекла, для сохранения в ней раздробленных осколков стекла в случае разрушения лампы.

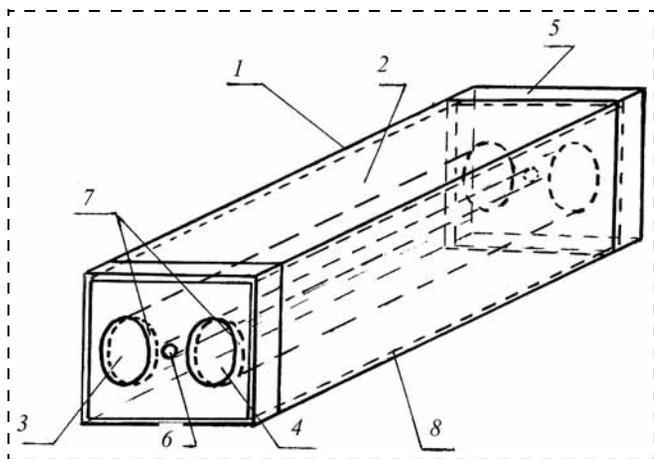


Рис. 3. Устройство для обеззараживания воздуха:
 1 — каркас; 2 — боковые стены; 3, 4 — воздуховоды; 5 — побудитель движения воздуха; 6 — источник дальнего УФ-излучения; 7 — элементы крепления фильтра; 8 — защитный кожух

Таким образом, недостатком известного устройства является низкий уровень безопасности устройства при эксплуатации. Для повышения безопасности работы устройства предложено следующее решение (рис. 3).

Внутри каркаса 1 устройства для обеззараживания воздуха [8] закреплен защитный кожух 8, выполненный из прозрачного для УФ-излучения материала. Защитный кожух 8 обезопасит людей и животных в случае разрушения источника 6 УФ-излучения от вредных химических соединений и сохранит осколки стекла. Каркас 1 может быть выполнен в виде прямоугольника из уголка, на котором посредством рояльных петель или пазов установлены боковые стены 2, причем в случае использования рояльных петель вторая сторона съемной стены может быть закреплена на каркасе любым известным образом. На торцевых стенках каркаса 1 выполнены воздуховоды 3 и 4 любой формы, в которых установлены элементы 7 крепления фильтра. Внутри каркаса 1 установлен источник 6 дальнего УФ-излучения, предпочтительно протяженной формы. Побудитель движения воздуха 5 должен быть установлен таким образом, чтобы обрабатываемый воздух, проходя через фильтр, установленный в воздуховоде 3, вдоль поверхности источника 6 дальнего УФ-излучения, поступал в компрессор, используемый в качестве побудителя движения воздуха 5, и выходил через второй воздуховод 4 в помещение.

В случае необходимости очистки воздуха в помещении в присутствии работающего персонала все стены корпуса прикреплены к каркасу 1 или открыта стена, ориентированная в сторону потолка. Мощность источника 6 УФ-излучения выбрана таким образом, чтобы обрабатываемая зона захватывала

не только внутренний объем корпуса, но и, в случае снятой стены, зону между каркасом и потолком. Побудитель движения 5 может быть подключен к любому воздуховоду 3 или 4, поскольку в любом случае обрабатываемый воздух будет проходить через фильтр вдоль поверхности источника 6 дальнего УФ-излучения. Мощность побудителя движения воздуха устанавливаются таким образом, чтобы эффективность устройства была максимальной.

В случае необходимости очистки воздуха в помещении в отсутствие работающего персонала могут быть удалены от одной до всех стен каркаса 1. Побудитель движения 5 может быть подключен к любому воздуховоду. Источник 6 дальнего УФ-излучения подключен на максимальную мощность. Защитный кожух 8 защищает людей от вредных химических соединений, находящихся в источнике УФ-излучения, в случае разрушения указанного источника УФ-излучения. Кроме того, защитный кожух 8 сохранит осколки стекла в случае разрушения ультрафиолетовой лампы.

Производственные испытания рассмотренных устройств показали, что их применение снижает бактериальную обсемененность воздуха на 32 %, заболеваемость персонала животноводческих комплексов — на 17,8 %, выброс микроорганизмов в окружающую среду — на 26,2 %.

Список литературы

1. **Маковецкая А. К., Федосеева В. Н., Милославский О. В.** Разработка расширенной системы иммунологических показателей для оценки влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения // Гигиена и санитария. — 2010. — № 1. — С. 11–12.
2. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619290. Оценка заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от концентрации микробного аэрозоля в воздухе рабочей зоны / К. С. Лактионов, Е. И. Гаврикова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Орел ГАУ; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ RU ОБПБТ № 5 (82) 15.03.2013 (стр. 107).
3. **Зайцев А. М., Степанова Н. А., Быстрицкий Д. Н.** и др. Установки для создания микроклимата на животноводческих фермах. — М.: Колос, 1979. — 326 с.
4. **Патент RU 203445.** Устройство для обеззараживания воздуха в помещении и борьбы с вредными насекомыми и патогенной микрофлорой / Л. Г. Прищеп, Л. К. Алферова, И. И. Молодцов. Оpubл. 10.05.1995.
5. **ГОСТ Р 3.5.1904—04** Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.
6. **Заявка** на изобретение № 2012141000 от 25.09.12. Бактерицидный потолочный облучатель / Е. И. Гаврикова, К. С. Лактионов.
7. **Патент RU 2112031.** Устройство для уничтожения микроорганизмов в воздухе / И. В. Бородин, Р. Г. Васильев, Ю. П. Петушкова, В. И. Трофимов. Оpubл. 27.05.1998.
8. **Решение** о выдаче патента на полезную модель по заявке № 2012140817 от 24.09.12. Устройство для обеззараживания воздуха / Е. И. Гаврикова.

УДК 658.382

Н. Д. Цхадая, д-р техн. наук, проф., ректор, Ухтинский государственный технический университет, **А. И. Быков**, вед. инж., ООО "Газпром трансгаз Ухта"
E-mail: abykov@sgp.gazprom.ru

О номенклатуре рисков в действующих нормативных документах для оценки безопасности газотранспортных объектов

Показано, что номенклатура показателей рисков при оценке пожарной опасности включает индивидуальный, социальный, допустимый и потенциальный пожарные риски, а при оценке опасности разрушения объекта — дополнительно коллективный и технический риски аварий. Расчет пожарных рисков газотранспортных объектов (ГТО) регламентируется методиками МЧС России, а рисков аварий — корпоративным документом ОАО "Газпром" с учетом возгорания или без возгорания газа, при этом методики расчета пожарного, технического (техногенного) и коллективного рисков для оценки пожарной опасности ГТО остаются до настоящего времени не разработанными.

Ключевые слова: номенклатура рисков, риски пожарные, риски аварий, нормативные документы, газотранспортные объекты

Tskhadaya N. D., Bykov A. I. *On the Nomenclature of Risks in the Acting Normative Documents for Evaluating the Safety of Gas Transportation Facilities*

It is shown that the nomenclature of the risk indicators in the assessment of fire danger includes an individual, social, acceptable and of the potential fire risk, and in the assessment of the danger of destruction of the object — the advanced collective and technical risks of accidents. Calculation of fire risks gas transportation facilities (TRP) is regulated by the methods of EMERCOM of Russia, and the risk of accidents — corporate document of OJSC "Gazprom" in view of fire or no fire, gas, while the methodology of calculation of fire, technical (technogenic) and collective risks for the assessment of fire danger of the TRP remain till now has not developed.

Keywords: *the nomenclature of risks, the risks of fire, accident risk, regulatory documents, gas-transport facilities*

Транспорт газа осуществляется с помощью *газотранспортной системы* (ГТС), которая представляет собой в соответствии с Методическими указаниями СТО "Газпром 2-2.3-351—2009" [1] совокупность взаимосвязанных газопроводов и сопутствующих им сооружений, предназначенных для обеспечения потребителей природным газом (п.п. 3.1.6). При этом непосредственная его транспортировка производится по *магистральным газопроводам (МГ)* (п.п. 3.1.20).

Магистральный газопровод представляет собой технологически неделимый централизованно управляемый имущественный производственный комплекс, состоящий из взаимосвязанных объектов и сооружений, являющихся неотъемлемой технологической частью, предназначенной для транспортировки подготовленной продукции (природного газа) от пунктов приема (объектов добычи) до пунктов сдачи потребителям (или распределительные трубопроводы) (п. 3.1.22).

Природный газ в соответствии с РД 03-418—01 [2] относят к *опасным веществам*, представляющим опасность для окружающей среды (п. 2.5). В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047—98 [3] (разд. 3, п.п. 3.1.9) под *опасностью* в общем виде понимается потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызывать поражение людей, материальный ущерб и разрушение природных комплексов.

Применительно к транспорту газа такая опасность возникает при его магистральных перемещениях по газопроводным сооружениям под избыточным давлением (более 0,07 МПа). На этом основании и в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ [4], магистральный газопровод относят к *опасным производственным объектам (ОПО)* (ст. 2, п. 1).

Одновременно магистральный газопровод, предназначенный для транспортировки горючего вещества в виде природного газа, способного воспламеняться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, следует классифицировать как *пожароопасный производственный объект*

(ППО), который подвержен риску возникновения пожара при нарушении герметичности. Однако такой градации существующие нормативные документы применительно к газотранспортным объектам не устанавливают, хотя регламентируют оценивать уровень *пожарной опасности* с помощью *пожарных рисков* [3, 5, 6].

Применительно к транспорту газа нарушение герметичности возникает при авариях, которые характеризуются в ФЗ [4] как события, связанные с разрушением сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте (ст. 1). При этом мера опасности таких объектов оценивается *рисками аварий* [2, (п. 2.8)].

Под риском в общем виде понимается мера опасности, характеризующая возможность возникновения нежелательных событий на исследуемом объекте. Аналитически риск R выражает частоту реализации опасностей по отношению к возможному их числу [7]:

$$R = N(t)/Q(f), \quad (1)$$

где $N(t)$ — количественный показатель частоты нежелательных событий в единицу времени t ; $Q(f)$ — число объектов риска, подверженных фактору риска f .

Под *пожарными рисками* в Федеральном законе № 123-ФЗ [5] понимается мера возможной реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материально-природных ценностей (ст. 2, п. 28).

В Национальном стандарте "Менеджмент качества. Процедуры управления пожарным риском на предприятии" (ГОСТ 51901.10—2009) [8] понятие пожарного риска рассматривается как сочетание вероятности реализации этого события и величины его последствий, часто выраженного количественно в виде их произведения (п. 3.10). *Допустимый пожарный риск* в этом документе формулируется как удовлетворяющий установленным *критериям допустимости* и не требующий внесения изменений в объект защиты (п. 3.11). При этом под *критерием допустимости* понимается значение риска, на основе которого можно отделить *приемлемый* пожарный риск от *неприемлемого*. Формулировок приемлемого и неприемлемого пожарных рисков документ [8] не приводит.

ГОСТ 12.3.047—98 "Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля" [3] понятия *пожарного риска* не содержит. Документ устанавливает порядок оценки пожарной безопасности технологических процессов с помощью параметров *пожарной опасности*, характеризующихся конкретными количественными значениями (температурой пожара, интенсивностью теплового излучения, волной давления и т. п.).

Количественная оценка показателей пожарных рисков устанавливается методиками МЧС РФ [6, 9]. При этом методика [9] (приказ МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382) регламентирует порядок *расчета индивидуального пожарного риска* применительно к зданиям, сооружениям и строениям различных классов функциональной пожарной опасности. Методика [6] регламентирует вычисление расчетных величин *потенциального* (без пояснения сущности понятия), *индивидуального и социального пожарных рисков* в зданиях, на территории и в сельтебной зоне производственных объектов (приказ МЧС РФ от 10.07.2009 г. № 404), а также для линейной части магистральных трубопроводов (приказ МЧС РФ от 14.12.2010 г. № 649), включая газотранспортные объекты.

Под *рисками аварий* в соответствии с РД 03-418-01 [2] понимается мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий. Документ устанавливает порядок проведения анализа риска опасных производственных объектов, к которым относятся газотранспортные объекты, но не регламентирует определения расчетных величин рисков аварий. Документ не устанавливает также предельных или допустимых значений рисков аварий.

Предельно допустимые значения рисков любых негативных событий обоснованы в Декларации Российского научного общества анализа риска об установлении предельно допустимого уровня риска [10], опубликованной в 2006 г. Документ носит рекомендательный характер.

Применительно к транспорту газа действует корпоративный стандарт организации "СТО Газпром 2-2.3-351—2009. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "Газпром". Введен в действие Распоряжением ОАО "Газпром" от 30.03.2009 г. № 83 [1].

В документе уточняется, что физическим проявлением аварии на магистральном газопроводе является его разрыв *без воспламенения* и *с воспламенением* газа (п. 5.3.5). При разрыве газопровода без воспламенения газа, истекающего в виде свободных струй из концов разрушенного газопровода или шлейфа из грунтового котлована, *поражающими факторами аварии* являются: разлет осколков, воздушная волна сжатия, скоростной поток струи газа, загазованность. Разрыв газопровода с воспламенением газа в виде струевого пламени или колонного пожара осложняется дополнительными поражающими факторами, к которым относятся прямое воздействие пламени, тепловое излучение и выгорание кислорода, а в соответствии



с ГОСТ Р 12.3.047—98 [3] еще и избыточное давление при сгорании газозудной смеси в открытом пространстве (п. 6.4). Все эти воздействия в соответствии с п. 6.7 того же документа [3] квалифицируются как *самостоятельные поражающие факторы пожара (ПФП)*, отягощающие *социально-экономические последствия* аварий огневым уничтожением людей и материальных ценностей, выгоранием и термическим разложением фауны и флоры природных комплексов.

Перечень действующих нормативных документов, регулирующих порядок анализа и оценки рисков промышленных предприятий, в том числе газотранспортных объектов, представлен в табл. 1.

Под *анализом риска* в соответствии с Декларацией [10] понимается процесс идентификации опасностей, определение условий и форм их реализации, а также количественной оценки *показателей риска* для отдельных лиц или групп населения.

Под *показателем риска* понимается персонализированный вид опасностей, номенклатура которых устанавливается действующими нормативными документами.

Так, ГОСТ Р 12.3.047—98 [3] регламентирует понятия индивидуального и социального рисков для анализа *пожарной опасности* технологических процессов. При этом индивидуальный риск пожарной опасности определяется как вероятность (частота) возникновения опасных факторов пожара и взрыва, возникающая при аварии в определенной точке пространства и характеризует распределение риска, а социальный — как зависимость вероятности (частоты) возникновения событий, состоящих в поражении определенного (не менее 10) числа людей, подвергающихся поражающим воздействиям пожара и взрыва, от числа этих людей, и характеризует масштаб пожаро-взрывоопасности. Документ устанавливает значения безусловной пожарной безопасности технологических процессов, но не регламентирует методов количественной оценки рисков пожарной опасности.

Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ [5] оперирует понятием *"пожарные риски"* и, помимо индивидуального и социального пожарных рисков, вводит показатель *допустимого* пожарного риска. При этом в техническом регламенте уточ-

Таблица 1

Перечень действующих нормативных документов в области оценки пожарных рисков применительно к объектам транспорта газа

Наименование документа	Статус	Дата введения	Инстанция утверждения
Пожарная безопасность технических процессов. Общие требования. Методы контроля [3]	Государственный стандарт ГОСТ Р 12.3.047—98	01.01.2000 г.	Постановление Госстандарта от 03.08.1998 г. № 304
Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [5]	Федеральный закон Российской Федерации № 123-ФЗ	22.07.2008 г.	Принят ГД 04.07.2008 г. Одобрен СФ 11.07.2008 г.
Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии [8]	Национальный стандарт ГОСТ Р 51901.10—2009/ISO/TS 16732:2005	01.12.2010 г.	Приказ Ростехрегулирования от 15.12.2009 г. № 1242-ст
Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [9]	Методика МЧС России	30.06.2009 г.	Приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382. Регистрация: Минюст России от 06.08.2009 г. № 14486
Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [6]	Методика МЧС России	10.07.2009 г.	Приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404. Регистрация: Минюст России от 17.08.2009 г. № 14541
		14.12.2010 г.	Приказ МЧС России от 14.12.2010 г. № 649 (Изменение в Приказ МЧС России № 404). Регистрация: Минюст России от 20.01.2011 г. № 19546
Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов [2]	Руководящий документ РД 03-418—01	01.10.2001 г.	Постановление Госгортехнадзора России от 10.07.2001 г. № 30
О предельно допустимых уровнях риска [10]	Декларация Российского научного общества анализа риска об установлении предельно допустимого уровня риска	—	Рекомендации
Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» [1]	Стандарт организации СТО «Газпром 2-2.3-351—2009»	30.03.2009 г.	Распоряжение ОАО «Газпром» от 30.03.2009 г. № 83

няется, что в условиях воздействия опасных факторов пожара индивидуальный риск характеризуется возможностью *гибели человека*, социальный — степенью опасности *гибели группы людей*, а допустимый — как риск, уровень которого *допустим* и *обоснован* исходя из социально-экономических условий. Документ [5] устанавливает нормативные значения пожарных рисков для всех производственных объектов, включая газотранспортные, отменяет все федеральные законы, содержащие более низкие требования к пожарной безопасности, но не содержит методики количественной оценки пожарных рисков.

Национальный стандарт ГОСТ Р 51901.10—2009/ISO/TS 16732:2005 [8] со ссылкой на документ [5] использует показатели *индивидуального*, *социального* и *допустимого* пожарных рисков в тех же формулировках и предназначается только для организации системы управления рисками на предприятии.

Формулировки *показателей пожарных рисков*, установленных в документах [3] и [5] приведены в табл. 2. Там же для сравнения представлены формулировки *показателей рисков аварий*, регламентируемые другими действующими документами, в частности РД 03-418—01 [2] и СТО Газпром 2-2.3-351—2009 [1].

Таблица 2

Сравнение понятий о пожарных рисках и рисках аварий, сформулированных в действующих нормативных документах

Пожарные риски		Риски аварий	
ГОСТ 12.3.047—98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [3]	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. [5]	РД 03-418—01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов [2]	СТО Газпром 2-2.3-351—2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» [1]
Индивидуальный риск			
п. 3.1.13. Вероятность (частота) возникновения опасных факторов пожара и взрыва, возникающая при аварии в определенной точке пространства. Характеризует распределение риска	ст. 2, п. 9. Индивидуальный пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара	п. 2.8. Частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварии	п. 3.1.12. Частота поражения отдельного человека в результате исследуемых факторов опасности аварии
Социальный риск			
п. 3.1.14. Зависимость вероятности (частоты) возникновения событий, состоящих в поражении определенного (не менее десяти) числа людей, подвергшихся поражающим воздействиям пожара и взрыва, от числа этих людей. Характеризует масштаб пожаро-взрывоопасности	ст. 2, п. 43. Социальный пожарный риск — степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара	п. 2.8. « <i>F/N</i> -кривая» — зависимость частоты возникновения событий <i>F</i> , в которых пострадало на определенном уровне не менее <i>N</i> человек, от этого числа <i>N</i> . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей	п. 3.1.40. (<i>F/N</i> кривая) - зависимость частоты <i>F</i> возникновения событий, в которых пострадает с определенной степенью тяжести не менее <i>N</i> человек, от этого числа <i>N</i> . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей
Допустимый или приемлемый риск			
—	ст. 2, п. 8. Допустимый пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий	п. 2.7. Приемлемый риск аварии, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск	п. 3.1.35. Приемлемый (предельно допустимый) риск аварии, уровень которого допустим и обоснован исходя из экономических и социальных соображений
Коллективный риск			
—	—	п. 2.8. Ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время	п. 3.1.35. Ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время



Продолжение табл. 2

Пожарные риски		Риски аварий	
ГОСТ 12.3.047—98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [3]	Технический регламент о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. [5]	РД 03-418—01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов [2]	СТО Газпром 2-2.3-351—2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» [1]
Потенциальный (территориальный) риск			
—	—	п. 2.8. Частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории	п. 3.1.34. Частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории
Технический или техногенный риск			
—	—	п. 2.8. Технический риск как вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта	п. 3.1.38. Техногенный риск как мера опасности, характеризующая возможность (ожидаемую частоту) возникновения аварий и тяжесть их последствий

Так, руководящий документ РД 03-418—01 [2], утвержденный Госгортехнадзором, устанавливает расширенную гамму показателей рисков аварий: *индивидуальный, социальный, приемлемый, потенциальный (территориальный), коллективный и технический* риски, формулируя их, но, не оценивая количественно. При этом индивидуальный риск аварии формулируется как частота *поражения* отдельного человека в результате воздействия *факторов опасности аварии*, а социальный — как зависимость частоты возникновения событий F , в которых *пострадало* на *определенном уровне* не менее N человек от этого числа N , и характеризует тяжесть последствий реализации опасностей.

Как видно, критический уровень последствий рисков аварий оценивается *поражением людей на определенном уровне*, а пожарных рисков — *их гибелью*.

Помимо индивидуального и социального рисков аварии, в РД 03-418—01 [2] формулируются показатели:

— коллективного риска аварии как ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время; методики количественной оценки показателя коллективного риска аварии документ [2] не содержит;

— технического риска аварии как вероятности отказа технических устройств с *последствиями определенного уровня* за определенный период функционирования опасного производственного объекта; в документе [2] указывается, что показатель технического риска аварии оценивается методами теории надежности.

Эти два показателя не содержат аналогов в нормативных документах по оценке пожарной опасности производственных [2] и технологических [3] объектов.

В качестве промежуточной меры максимально возможной опасности в данной точке пространства документ [2] формулирует понятие показателя *потенциального территориального риска аварии* как частоту реализации *поражающих факторов аварии* в рассматриваемой точке территории. Применительно к пожарным рискам такой показатель в виде потенциального пожарного риска в нормативных документах [3] и [5] не сформулирован, хотя в методиках МЧС России [6] и [9] используется для расчетов индивидуального и социального пожарных рисков, в том числе применительно к газотранспортным объектам.

Наконец, документ [2] вводит понятие приемлемого риска аварии, который формулируется как риск, уровень которого *допустим* и *обоснован* исходя из социально-экономических соображений. Как видно, это формулировка [2] морфологически созвучна с формулировкой допустимого пожарного риска [5], но их не следует рассматривать как идентичные понятия, так как уровень допустимого риска устанавливается законодательством, а приемлемого — субъектом обеспечения безопасности работ. Поэтому документ [2] не регламентирует и не ограничивает пределов приемлемости или допустимости граничных значений рисков.

Такие рекомендации декларируются общественным документом Декларацией Российского научного общества анализа риска об установлении

предельно допустимого уровня риска [10] в отношении *индивидуального* и *социального* рисков с рекомендуемым количественным уровнем их *чрезмерности* (не более $10^{-4} \dots 10^{-5}$ год⁻¹, когда любая технологическая деятельность запрещается) и *preneбрежимости* (не более $10^{-6} \dots 10^{-7}$ год⁻¹, когда технологический процесс считается абсолютно безопасным). Однако эти рекомендации юридически незначимы и не являются обязательными для применения.

Определение расчетных величин *индивидуального*, *социального* и *потенциального (территориального)* пожарных рисков регламентируется методическими документами МЧС России [6, 9], в том числе применительно к газотранспортным объектам. Методики количественной оценки коллективного и технического рисков для анализа пожарной безопасности производственных предприятий, включая газотранспортные объекты, в этих документах не рассматриваются.

Методические указания "СТО Газпром 2-2.3-351—2009" [1], регламентирующие анализ рисков для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "Газпром", включают (см. табл. 2) показатели *индивидуального*, *социального*, *приемлемого (предельно допустимого)*, *коллективного*, *территориального* (или *потенциального*) рисков и их формулировки по аналогии с РД 03-418—01 [2]. Исключением здесь является показатель *техногенного* риска аварии, который в отличие от *технического* риска (вероятность *отказа* технических устройств [2]), формулируется как *мера опасности*, характеризующая возможность (ожидаемую частоту) возникновения аварий и тяжесть их последствий.

Такая номенклатура рисков учитывает степень опасности возникновения пожара на магистральном газопроводе в результате аварии, влекущей разрушение транспортных труб. При этом опасные факторы пожара трактуются как исследуемые факторы аварии (т. е., если авария сопровождается пожаром, то исследуются опасные факторы пожара). Также вместо действующих терминов "допустимый пожарный риск" [5] или "приемлемый риск" аварии [2] в документе Газпрома [1] используется обобщенный термин, который определяется как "*приемлемый (предельно допустимый) риск*". Таким образом, понятия приемлемого и предельно допустимого рисков становятся синонимами. При этом документ содержит обоснование величин приемлемых предельно допустимых значений индивидуального и социального рисков аварий при обеспечении безопасности работ на объектах магистрального транспорта газа.

Кроме того, документ "СТО Газпром 2-2.3-351—2009" [1] включает методические указания по численному определению значений индивидуального, социального, приемлемого (предельно допустимого), коллективного и потенциального (территориального) рисков. Однако методика количественной оценки *техногенного* риска в документе не рассматривается, но имеется примечание к п. 3.1.18, в котором поясняется, что "в зависимости от целей анализа риск может оцениваться как в качественных, так и в количественных показателях. Основными количественными показателями техногенного риска *для людей* являются: потенциальный риск, индивидуальный риск, социальный риск". При этом качественные показатели для оценки *техногенного* риска в документе не формулируются и не рассматриваются.

Выводы

1. В соответствии с федеральными нормативными документами *газотранспортные объекты* относятся к категории *опасных* и оценивают *рисками аварий*, а вероятность их возгорания — *пожарными рисками*, но градация пожароопасности этих объектов федеральными документами не устанавливается.

2. Анализ *пожарных рисков*, организация менеджмента и определение их расчетных величин регламентируются федеральными нормативными документами, а анализ *рисков аварий* — указаниями Госгортехнадзора (ныне — Ростехнадзора), но без рекомендаций по организации менеджмента и определения расчетных величин.

3. Допустимые значения *пожарных рисков* регламентированы федеральными нормативными документами, а для *рисков аварий* эти значения обосновываются субъектом ведения работ в сравнении со сложившимся уровнем рисков на территории рассматриваемого региона и с учетом рекомендаций Декларации Российского научного общества анализа риска [10].

4. Номенклатура показателей рисков для опасных производственных объектов, в том числе газотранспортных, установлена федеральными нормативными документами и включает: при оценке *пожарной опасности* — индивидуальный, социальный, допустимый и потенциальный *пожарные риски*, а при оценке *опасности разрушения объекта* — индивидуальный, социальный, приемлемый, коллективный, потенциальный (территориальный) и технический *риски аварий*.

5. Расчет пожарных рисков газотранспортных объектов регламентируется методиками МЧС России, а рисков аварий — корпоративным документом ОАО "Газпром" с учетом возгорания или без



возгорания газа, при этом методики расчета пожарного, техногенного и коллективного рисков для оценки пожарной опасности ГТО остаются до настоящего времени не разработанными.

Список литературы

1. **СТО Газпром 2-2.3-351—2009.** Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "Газпром". — М.: ОАО "Газпром", 2009. — 377 с.
2. **РД 03-418—01.** Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. — М.: Госгортехнадзор РФ, 2001. — 25 с.
3. **ГОСТ Р 12.3.047—98** Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования и методы контроля. — М.: Госстандарт РФ, 1998. — 59 с.
4. **О промышленной безопасности** опасных производственных объектов // ФЗ № 116-ФЗ от 21.07.1997. — Система Консультант Плюс: Версия Проф. — 11 с.
5. **Технический регламент** о требованиях пожарной безопасности // Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008. — СПб, 2009. — 172 с.
6. **Методика** определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС РФ № 404 от 10.07.2009; Приказ МЧС РФ № 649 от 14.12.2010 / Приложение к Приказу МЧС России № 404 от 10.07.2009. — Система Консультант Плюс: Версия Проф. // Пожарная безопасность. — 2009. — № 3. — С. 36—63.
7. **Ветошкин А. Г., Разживина Г. П.** Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности: Учебное пособие. — Пенза: Пенз. гос. арх.-строит. академия, 2002. — 172 с.
8. **ГОСТ Р 51901.10—2009/ISO/TS 16732:2005** Национальный стандарт РФ: Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии. — М.: Ростехрегулирование (приказ № 1242 от 15.12.2009). — 19 с.
9. **Методика** определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС РФ № 382 от 30.06.2009 // Пожарная безопасность. — 2009. — № 3. — С. 8—34.
10. **Декларация** Российского научного общества анализа риска об установлении предельно допустимого уровня риска // Проблемы анализа риска. — 2006. — Т. 33. — № 2. — С. 162—169.

УДК 340.13

М. Н. Чура, канд. техн. наук, доц., Государственный морской университет им. Ф. Ф. Ушакова, г. Новороссийск, **Н. Н. Чура**, канд. техн. наук, доц., Новороссийский политехнический институт (филиал) Кубанского государственного технологического университета
E-mail: nmchura@rambler.ru

О подходах к обоснованию безопасности опасных производственных объектов

Рассмотрены способы оценки уровня безопасности опасных производственных объектов. Приводится анализ обоснования безопасности одного из современных объектов, имеющего в своем составе резервуары хранения нефтепродуктов.

Ключевые слова: промышленная безопасность, производственный объект, обоснование безопасности, резервуарный парк, ограждение, оценка риска

Chura M. N., Chura N. N. On the Approaches and Examples of the Dangerous Industrial Objects Evaluation

The methods and ways to evaluate the safety of dangerous industrial objects are considered. The analysis on safety of one modern object having reservoirs for oil products storage is delivered.

Keywords: industrial safety, industrial object, safety case, tank farm, fence, risk assessment

Введение

Безопасность в различных областях деятельности, в том числе в промышленной сфере, становится все более востребованной обществом, что объясняется уровнем опасностей и угроз, а также масштабами техногенных аварий и стихийных бедствий. При этом произошло осознание недостаточности безопасности как абсолютной категории, а вместе с этим — возникновение естественной обеспокоенности *степенью относительности* безопасности, существующей в примерах конкретных производственных объектов.

В промышленной безопасности как одной из наиболее развитых ее сфер существует вопрос, который можно отнести к ключевым. Звучит он примерно так: что является основанием для заключения о безопасности тех или иных объектов, и в каких случаях? Причем речь идет об отдельном классе — опасных производственных объектах

(ОПО). Практика показывает различие мнений по этому вопросу, существующее порой у компетентных лиц (специалистов), а также других заинтересованных сторон (возможно, также специалистов, но представляющих интересы бизнеса). Есть основания полагать, что ответ на вопрос — каковы критерии обоснования безопасности, недавно получен (поправки от 04.03.2013 г. к Федеральному закону "О промышленной безопасности ОПО" [1], о чем речь пойдет ниже). Однако проверка эффективности действия механизма обоснования безопасности ОПО должна найти подтверждение на практике.

Основные нормативные положения

В современном отечественном правовом поле законодательная трактовка термина "безопасность" осуществляется с двух позиций, определяемых соответствующими базовыми законами:

(1) Безопасность — состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на ОПО и последствий указанных аварий (Федеральный закон "О промышленной безопасности ОПО" [1]);

(2) Безопасность — состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу, окружающей среде (Федеральный закон "О техническом регулировании" [2]).

Сущность вопроса заключается в том, что различия в истолковании термина в данном случае ведут к расхождению в *способах* оценки уровня безопасности и ее критериях. На практике большую значимость представляет не сама безопасность как состояние объекта защиты или свойство объекта-источника опасности (к примеру, в Федеральном законе "О безопасности гидротехнических сооружений" [3]), а вопросы обеспечения (достижения) безопасности, т. е. соответствия ее требованиям. Таким образом, можно говорить о существовании различных подходов к обоснованию безопасности. Различия в подходах обусловлены спецификой действующего законодательства.

В формулировках термина (1), безопасность обеспечивается исполнением норм и правил, установленных нормативными техническими документами. Уровень (степень) безопасности в содержательной части этих документов практически не определяется (высокая, низкая, допустимая?). Этот подход часто называют предписывающим или классическим, а его критики обычно говорят об излишнем количестве существующих требований и ограничений в части безопасности, сдерживающих развитие промышленности.

Формулировки (2) сводят понятие безопасности к понятию допустимого (приемлемого) риска. Базовый закон [2] впервые в законодательстве ис-

пользовал термин "риск", количественная величина которого либо качественная оценка являются *мерой уровня* безопасности. В соответствии с законодательством в области промышленной безопасности используются методы и методики оценки риска ОПО. Расчеты по оценке техногенного риска являются составной частью важного документа ОПО — декларации промышленной безопасности и других актов. Поскольку безопасность (как свойство или состояние объекта) не имеет шкалы измерения, такой подход позволяет обосновать безопасность путем количественной оценки ее уровня. Можно отметить, что риск при этом является контрольно-измерительным инструментом для определения уровня безопасности [4]. Управление процессом обеспечения безопасности также осуществляется с использованием этого инструмента — оценки риска.

Предполагалось, что, имея ряд очевидных преимуществ, прежде всего — в возможности получения такого приоритета, как количественные оценки, риск-ориентированный подход в области безопасности позволит избежать использования многих избыточных требований в этой сфере или даже целиком отказаться от соблюдения действующих норм и правил, т. е. классического подхода при обосновании и обеспечении безопасности. Однако игнорировать опыт, накопленный десятилетиями труда и полученный после ликвидации последствий многочисленных аварий с человеческими жертвами, и нашедший отражение во множестве инструкций, норм и правил, было бы ошибкой. Кроме того, анализ риска в сфере промышленной безопасности существенно затруднен тем, что законодательство РФ в настоящее время не предусматривает наличия критериев *допустимости* техногенного риска, кроме риска, связанного с пожарами. Таким образом, даже выполнив расчет (оценку) величины риска, нельзя сравнить ее с установленными законом показателями, чтобы сделать вывод о том, допустима ли данная величина риска. Таких показателей пока еще просто нет, за исключением впервые законодательно установленных норм индивидуального и социального *пожарного* риска (Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [5]).

Поэтому в практике оценки техногенного риска часто используются ведомственные или корпоративные методики и критерии допустимого риска, что, безусловно, способствует развитию его теоретических и практических аспектов, однако суждения и результаты оценки риска идентичных объектов, выполненные различными экспертами, зачастую имеют значительные расхождения. В этих условиях определять уровень безопасности какого-либо ОПО только лишь на основании вы-



полненной оценки риска (одного — двух числовых значений), как представляется, неправомерно. Видимо по этой причине поправками от 04.03.2013 г. к закону [1] вводится "обоснование безопасности ОПО — документ, содержащий сведения об оценке риска аварии на ОПО и связанной с ней угрозы, условия безопасной эксплуатации ОПО, требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации ОПО".

Приведенный в определении данного понятия перечень (сведения, условия и требования), в свою очередь, представляет названия структурных элементов (разделов) нового в сфере промышленной безопасности документа — "Обоснования безопасности", подлежащего, как и декларация, прохождению экспертизы промышленной безопасности. Требования к содержательной части этого документа устанавливаются подзаконными актами, в частности, нормативными документами, разрабатываемыми Ростехнадзором. Неясен пока статус обязательности этого нового документа.

Краткая характеристика объекта исследования

В качестве примера выполнения анализа проектных решений при создании ОПО и определения соответствия нормативной документации в части обоснования промышленной безопасности этих объектов, выбран объект-новостройка ООО "Новороссийский мазутный терминал" (НМТ). Объект предназначен для перевалки мазута (перегрузки из железнодорожного транспорта в морской), введен в эксплуатацию в 2012 г. и имеет годовую проектную мощность 4 млн т. Схема размещения НМТ использует инфраструктуру этих видов транспорта, сложившуюся в порту Новороссийск в зоне их максимального сближения, т. е. примерно в 500 м от морских причалов в глубине Цемесской бухты. Резервуарный парк, как и сам НМТ расположен в условиях стесненной промплощадки в геометрически центральной части города, вдоль ул. Магистральной — основной транспортной артерии, связывающей жилой и промышленный районы.

Ограничим анализ проектных решений НМТ только его резервуарным парком и рассмотрим здесь основы компоновки парка и его защитное ограждение. В состав парка входят два резервуара вертикальных стальных РВС-37000, номинальным объемом по 37 000 м³ (один из них аварийный, т. е. используется в нештатных ситуациях) и три РВС-15500. В соответствии с законодательством [1] данный ОПО является объектом *высокой опасности* (II класс опасности), а согласно "Градостроительному кодексу РФ" [6] — *особо опасным объектом*, что требует рассмотрения и учета дополнительных факторов. Отметим также, что мазутные резервуа-

ры расположены в 40...50 м от проезжей части улицы с интенсивным движением и частыми пробками. Для ограничения площади разлива жидкости в случае потенциальных аварий РВС парк оборудован ограждающей стеной, выполненной из железобетона и имеющей нормативную высоту.

Повышенное внимание к резервуарам хранения мазута обусловлено высокими (обычно максимальными для организации) единичными запасами опасного вещества, что подлежит рассмотрению в декларациях промышленной безопасности в качестве сценариев наиболее опасных по своим последствиям аварий. Пример такой аварии — квазимгновенное разрушение РВС, при котором происходит полная потеря целостности корпуса резервуара и очень быстрая утечка всей хранящейся жидкости в виде мощного потока — волны прорыва. Характерная особенность развития аварии при полном разрушении РВС состоит в ускорении потока нефтепродуктов в поле гравитационных сил при обрушении с высоты резервуара. Волна прорыва приобретает весьма значительную энергию, разрушая обвалование или ограждающую стену либо перехлестывая через них.

Последствия аварии такого типа могут быть катастрофическими: это каскадные аварии на соседних объектах (эффект "домино"), поражения персонала, населения, ущерб природной среде. Статистические данные показывают, что аварии с полным разрушением РВС на объектах топливно-энергетического комплекса страны, включая припортовые нефтебазы, происходят практически ежегодно. За 2001—2010 гг. отмечено 25 подобных аварий [7].

Устройства инженерной защиты от аварий на РВС

В первую очередь это три вида сооружений для локализации разливов (т. е. ограждений), регламентированных ГОСТ Р 53324—2009 [8]:

1. Обвалование, выполненное из грунта;
2. Ограждающая стена, выполненная из строительных материалов;
3. Ограждающая стена с *волноотражающим козырьком*.

В большинстве случаев аварий с квазимгновенным разрушением РВС первые два вида сооружений — ограждающая стена и, тем более, обвалование — не являются преградой для потока, да и не предназначены для этого. Только ограждающая стена с волноотражающим козырьком способна исполнять роль защитного сооружения, поскольку, по определению национального стандарта [8]: "...рассчитывается на гидродинамическое воздействие и полное удержание волны жидкости, образующейся при разрушении наземного вертикального резервуара". В этом же стандарте приводится

метод определения геометрических параметров такого вида сооружения.

Таким образом, исследуемый объект — НМТ не имеет инженерной защиты резервуарного парка, способной противостоять гидродинамической аварии согласно ГОСТ Р 53324—2009. Однако известно, что нормативы стандартов в настоящее время имеют рекомендательный характер, т. е. предназначены для добровольного использования. Остается обратиться к Закону, который обладает высшей юридической силой, и нормы которого являются обязательными.

Особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности сооружений устанавливает закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [9]. Согласно этому закону РВС имеют *повышенный* (в данном случае максимальный — прим. авт.) *уровень ответственности*, так как относятся к особо опасным объектам (ч. 8, ст. 4). Далее, в законе указывается, что при проектировании сооружений повышенного уровня ответственности должна быть учтена также аварийная ситуация, имеющая малую вероятность возникновения и небольшую продолжительность, но являющаяся важной с точки зрения последствий (ч. 6, ст. 16). Другая норма закона: "...при обосновании принятых решений уровень сооружений инженерной и противоаварийной защиты должен быть принят в соответствии с уровнем ответственности защищаемых сооружений" (ч. 4, ст. 18).

В качестве комментария можно добавить, что закон [9] фактически дает прямой ответ на вопрос, какой вид сооружений инженерной защиты (ограждений) должен использоваться при проектировании ОПО, подобного исследуемому НМТ при размещении его в идентичных условиях. В ГОСТ Р 53324—2009 [8] приведено определение и пояснен этот вид — ограждающая стена с волноотражающим козырьком. Возможно, ограждение резервуаров НМТ было бы таким, будь нормы стандартов обязательны для исполнения?

Еще один пример отступления от стандарта. Основные размеры резервуаров — диаметр и высоту стенки регламентирует ГОСТ 31385—2008 [10]. В частности, высота стенки всего типоразмерного ряда РВС, согласно стандарту, не превышает 18 м. Очевидно, стесненность территории НМТ и задачи обеспечения накопления судовой партии груза привели к необходимости увеличения высоты размещаемых резервуаров. Так, высота РВС-15000 увеличена до 25 м, а РВС-37000 — до 30 м. Вместе с тем отклонения от норм стандарта по высоте резервуаров в данном случае имеют большое значение, поскольку оказывают влияние на уровень безопасности этих сооружений.

Нетрудно показать, что увеличение высоты резервуара при его квазимгновенном разрушении приведет к возрастанию энергии волны прорыва. Из курса физики известно, что потенциальная энергия массы вещества определяется высотой положения, а кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости, зависящей от высоты свободного падения. Таким образом, увеличение высоты резервуара делает его потенциально более опасным для окружающей среды.

Автор одной из работ по этой теме [11], заслуженный строитель России, рассматривает аналогичный объект — *стандартный* РВС-20000 с высотой заполнения мазутом до отметки 17,4 м и приводит результаты моделирования воздействия волны прорыва. Ограждающая стена при этом имела 1,5-метровый волноотражающий козырек. Расчетное гидродинамическое воздействие при аварии, как указано в статье [11], вызвало нагрузку на вертикальную часть стены — 72 т/пог. м и отдельно на козырек — более 12 т/пог. м. Это очень высокая нагрузка для подобных сооружений. Одно из проектных решений, по словам автора работы [11], предусматривает толщину стены, равную 2 м, а кроме этого — наличие фундамента особой конструкции. Сам резервуар входит в мазутохранилище одной из московских ТЭЦ, а ограждающая стена с волноотражающим козырьком предложена для защиты участка автомагистрали четвертого транспортного кольца. Отметим здесь, что толщина стены ограждения резервуарного парка "субстандартных" РВС НМТ (обычной, т. е. без козырька) не превышает 0,4 м.

Указанное отступление от норм стандарта по высоте РВС, по мнению авторов, также не должно оставаться без внимания при обосновании безопасности ОПО. Существует "Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [9]", утвержденный приказом Ростехрегулирования от 01.06.2010 г. № 2079 (в редакции Приказа Госстандарта от 18.05.2011 г. № 2244). В состав этих документов входит и ГОСТ 31385—2008. Таким образом, существующая как норма права — добровольность применения положений стандартов отнюдь не означает необязательность выполнения требований безопасности и оценки соответствия этим требованиям. В случае неприменения положений стандартов, как это произошло с высотой РВС, государственная схема регулирования безопасности допускает применение иных документов для оценки соответствия требованиям безопасности. Как правило, это специальные технические регламенты.



Заключение

Теперь об оценке риска на исследуемом объекте и ее роли в обосновании безопасности ОПО. В составе декларации промышленной безопасности НМТ, как и положено, приводится оценка риска. Отмечена величина индивидуального риска для персонала, значение которого не превышает 10^{-6} 1/год, указано о невыходе зоны потенциального риска с уровнем, превышающим 10^{-6} , за пределы территории объекта, о непревышении расчетных значений показателей риска его фоновых значений для жизни человека в Краснодарском крае и в России.

Вот так две—три фразы, не имеющие, впрочем, достаточного обоснования, должны, по замыслу заинтересованных лиц, решить все вопросы относительно обеспечения промышленной безопасности ОПО. Обосновать безопасность НМТ соблюдением норм и правил не получается, поскольку уровень сооружений инженерной защиты резервуарного парка не соответствует уровню ответственности самих резервуаров. Существование всех выше указанных норм законов и документов в данном случае представляется излишним. Однако если бы подобный риск-ориентированный подход к обоснованию безопасности существовал *только*

в рамках конкретного ОПО, данная статья, как мы считаем, была бы не столь актуальной.

Список литературы

1. **Федеральный закон** "О промышленной безопасности ОПО" от 21.07.1997. № 116-ФЗ (с изменениями).
2. **Федеральный закон** "О техническом регулировании" от 27.12.2002. № 184-ФЗ (с изменениями).
3. **Федеральный закон** "О безопасности гидротехнических сооружений" от 23.06.1997. № 117-ФЗ (с изменениями).
4. **Чура Н. Н.** Техногенный риск: учебное пособие / Под ред. В. А. Девисилова. — М.: КноРус, 2011. — 280 с.
5. **Федеральный закон** "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008. № 123-ФЗ (с изменениями).
6. **Федеральный закон** "Градостроительный кодекс РФ" от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (с изменениями).
7. **Швырков С. А.** Опасно! Нефтяной терминал. Обеспечение безопасности территорий при авариях резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов на морских терминалах // Морские порты. — 2012. — № 4. — С. 22—27.
8. **ГОСТ Р 53324—2009** Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности.
9. **Федеральный закон** "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009. № 384-ФЗ.
10. **ГОСТ 31385—2008** Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.
11. **Аракелян Г.** Защитные ограждения для резервуарных парков // Строительная газета. 10.12.2010, № 49.

межрегиональная специализированная выставка



Нефть. Газ Экология. Энерго-2013

При поддержке Правительства Республики САХА (Якутия)

12-14 ноября 2013 г.
г. Якутск

тел: (383) 3356350
e-mail: ses@avmail.ru
www.ses.net.ru

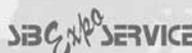
Организаторы:



Торгово-промышленная
палата Республики САХА
(Якутия)



Выставочная компания
ООО "СахаЭкспоСервис"
г. Якутск



Выставочная компания
ООО "СибЭкспоСервис-Н"
г. Новосибирск

УДК 658.5

Д. Е. Плешивцева, асп., **М. С. Чиковани**, магистрант,
А. И. Солдатов, канд. техн. наук, доц., Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет), г. Челябинск
E-mail: bgd-susu@yandex.ru

Локальные методы очистки сточных вод от фенола

Представлено исследование возможности использования сырьевых материалов огнеупорного производства и отработанных огнеупоров для очистки сточных вод от фенола. Показана возможность и пределы применимости данного подхода.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, фенол, периклаз, шамот

Pleshivceva D. E., Chikovany M. S., Soldatov A. I. Local Methods of Water Purification from Phenols

Study the possibility of using raw materials of refractories industry and refractory waste to purification wastewater from phenol. The possibility and the limits of applicability of this approach.

Keywords: wastewater treatment, phenol, periclase, chamotte

Неблагоприятная экологическая ситуация в России вызвана возрастающими масштабами накопления промышленных отходов, загрязняющих окружающую среду и угрожающих жизни во всех ее проявлениях. В связи со значительной стоимостью, энергоемкостью добычи и дефицитом природного сырья, все большую актуальность и необходимость приобретают мероприятия по решению проблем охраны окружающей среды, в частности, очистке промышленных стоков с утилизацией продуктов очистки. Поэтому создание широкого арсенала методов очистки в условиях многообразия загрязняющих компонентов является настоятельной потребностью сегодняшнего дня [1, 2].

Повышение требований к качеству очистки сточных вод от различных загрязнителей ведет к существенному удорожанию самого процесса очистки, поэтому одной из главных задач обеспечения экологической безопасности является не только повышение эффективности очистки, но и снижение себестоимости процесса.

Одним из возможных направлений снижения затрат на процесс очистки сточных вод от фенола является использование местных ресурсов, напри-

мер, некоторых сырьевых материалов различных отраслей промышленности, или отходов промышленного производства.

Рассматриваемое исследование посвящено изучению возможности очистки сточных вод от фенола с использованием сырьевых материалов огнеупорного производства или отработанных огнеупоров. Предпосылками к такому направлению проведения исследований являются следующие соображения [3–5]:

— при производстве магнезитовых огнеупоров в качестве связующего используются фенолформальдегидные смолы, т. е. сырьевые материалы данного производства должны обладать хорошей сорбционной активностью по отношению к фенолу;

— при использовании в качестве катализатора обычных глин, химический состав которых идентичен химическому составу шамотных и динасовых огнеупоров, процесс окисления фенола в сточных водах кислородом воздуха может быть эффективным.

Материалы и методы исследования

В качестве сорбентов применялись промышленные фракции плавненого и спеченного периклазов (табл. 1). Сырьем для промышленного получения периклазов является горная магнезийсодержащая порода — магнезит ($MgCO_3$). В качестве катализаторов окисления фенола применялись отработанные шамотные огнеупоры.

Очистке подвергались модельные воды, представляющие собой водный раствор фенола с концентрацией 0,4...1,0 г/л.

Адсорбция проводилась в стационарных условиях при комнатной температуре статическим методом в течение 1 ч.

Окисление фенола проводилось путем барботажа воздуха через фенольный раствор в течение 1 ч в присутствии шамотного огнеупора, измельченного до фракции $-5 + 1$ мм.

Концентрация фенола до и после процесса очистки определялась флюориметрическим методом с использованием прибора "Флюорат-02—2М".



Таблица 1

Характеристика исследуемых образцов

Номер образца сорбента	Вид сорбента	Фракция сорбента, мм	Описание сорбента
1	Периклаз спеченный	-1 + 0	Кристаллический порошок коричневого цвета с белыми включениями
2	Периклаз спеченный	-0,5 + 0	Мелкокристаллический порошок коричневого цвета с белыми включениями
3	Периклаз плавленный	-5 + 3	Кристаллический порошок коричневого цвета с белыми и черными включениями
4	Периклаз плавленный	-3 + 1	
5	Периклаз плавленный	-1 + 0	
6	Периклаз плавленный	-0,5 + 0	
7	Чистый оксид магния (MgO)	-0,5 + 0	Мелкий, легкий порошок белого цвета

Для характеристики адсорбционных свойств сорбента проводилась оценка распределения кислотно-основных центров на поверхности с использованием индикаторного метода [6], для чего применяли 19 кислотно-основных индикаторов (табл. 2) с различными значениями показателя рКа [7].

Результаты и их обсуждение

Экспериментальные данные по изучению адсорбционных свойств сорбентов в статических условиях приведены в табл. 3.

Из анализа данных, представленных в табл. 3, следует, что для магнийсодержащих материалов наилучшие адсорбционные свойства проявляют спеченные периклазы, а наихудшим сорбентом является порошок чистого оксида магния. Более крупные фракции обладают более высокой адсорбционной способностью (как в пересчете на 1 г вещества, так и при расчете на единичный фрагмент поверхности) по сравнению с более мелкими фракциями. Для выяснения причин отмеченного явления было проведено изучение распределения кислотных центров на поверхности сорбентов, так как очевидно, что в данном случае адсорбция фенола протекает по кислотно-основному механизму.

Типичный вид спектра распределения кислотных центров на поверхности образцов представлен на рис. 1. Все магнийсодержащие образцы дают подобный спектр распределения количества и силы центров на поверхности [9]. Сводные данные по спектрам распределения кислотных центров представлены в табл. 4.

Для всех образцов характерно в целом однотипное распределение центров по поверхности фракций. Однако для представленных фракций спеченного периклаза значительное количество центров

Таблица 2

Характеристики использованных индикаторов

Название индикаторов	Сокращение	Показатель кислотности, рКа	Длина волны λ_{\max} , нм	Молекулярная масса Мг	Концентрация раствора индикатора $C_{\text{ind}} \cdot 10^{-4}$, моль/л	Объем раствора индикатора V_{ind} , мл
o-Нитроанилин	o-НА	0,29	400	138,13	2,28046044	0,5
Кристаллический фиолетовый	КФ	0,8	590	408,17	0,84523605	0,2
m-Крезоловый пурпуровый	m-КП	1,51	440	382,4	0,4707113	0,5
m-Нитроанилин	m-НА	2,5	364	138,13	3,61977847	1
Диметилловый желтый	ДМЖ	3,25	440	225,3	0,42166001	0,5
Метилловый оранжевый	МО	3,46	440	261,46	1,47250057	0,5
Бромфеноловый синий	БФС	4,08	590	670	1,7238806	0,2
Метилловый красный	МК	4,96	440	269,3	0,59413294	0,5
Бромфеноловый красный	БФК	6,1	440	512,2	1,9636728	0,5
Бромкрезоловый пурпур	БКП	6,26	540	540,2	1,02739726	0,5
n-Нитрофенол	n-НФ	7,15	364	139,1	4,2774982	1
Бромтимоловый синий	БТС	7,3	440	624,4	1,30525304	0,5
Нейтральный красный	НК	7,4	540	288,8	1,10803324	0,5
Феноловый красный	ФК	7,72	440	354,4	0,71952596	0,5
Крезоловый красный	КК	8,46	440	382,4	0,16997908	0,5
Тимоловый синий	ТС	8,82	440	466,6	1,4894985	0,5
Тропеолин О	ТО	12	440	316,3	1,15396775	0,5
Индигокармин	ИК	12,8	590	476,47	1,24876697	0,5
n-Нитроанилин	n-НА	18,4	364	138,13	2,31665822	0,5

Таблица 3

Показатель адсорбции фенола в растворе после адсорбции

Номер образца сорбента	Вид сорбента	Фракция сорбента, мм	Адсорбция фенола, г/г
1	Периклаз спеченный	-1 + 0	0,0306
2	Периклаз спеченный	-0,5 + 0	0,0212
3	Периклаз плавный	-5 + 3	0,0288
4	Периклаз плавный	-3 + 1	0,0263
5	Периклаз плавный	-1 + 0	0,0212
6	Периклаз плавный	-0,5 + 0	0,0194
7	Чистый оксид магния (MgO)	-0,5 + 0	0,0165

наблюдается при значениях pK_a в диапазонах 1,5...3,5 и 6,26...5,46, а наиболее интенсивными являются пики при значениях pK_a ; 6,26; 7,15; и 7,4. Тогда как для плавного периклаза сосредоточение центров находится преимущественно при pK_a в диапазонах 1,5...3,25 и 7,15...7,4, а наиболее интенсивными являются пики при значениях pK_a 7,15; 7,3; 7,4. Таким образом, общими видами центров для всех фракций спеченного и плавного периклазов являются следующие значения pK_a 2,5; 7,15 и 7,4, причем из сопоставления показателя адсорбции фенола и количества кислотных центров каждого вида можно предположить, что наибольшее влияние в этом случае оказывают центры с pK_a в диапазоне значений 1,51...3,25.

Концентрация, тип и сила кислотно-основных центров могут изменяться в зависимости от содержания поверхностной влаги, вида и количества добавок (включений), а также типа кристаллохимической грани, которая образует данную поверхность.

Из представленной на рис. 2 модели структуры поверхности MgO можно сделать вывод, что основность центров обусловлена ионами O^{2-} , а кислотность

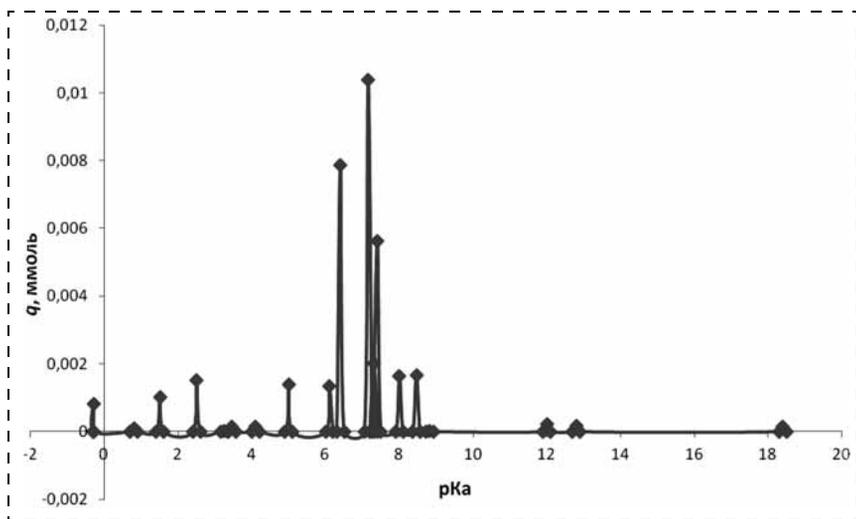


Рис. 1. Типичный вид спектра распределения кислотных центров на поверхности сорбентов

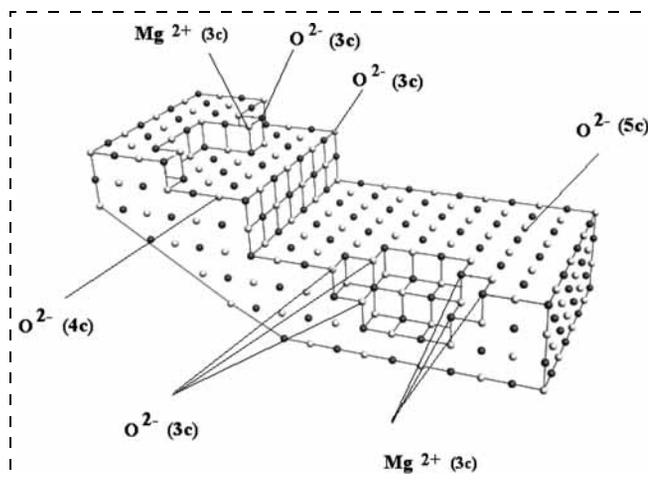


Рис. 2. Модель структуры поверхности оксида магния

ионами Mg^{2+} . Сила этих центров связана именно с геометрической структурой поверхности [6].

Центры, проявляющие большую основность O^{2-} (3c), расположены на углах кристалла, так как к нему координированы 3 иона Mg^{2+} . На плоской поверхности кристалла и на его ступенях с ионами O^{2-} координируют соответственно 5 и 4 иона Mg^{2+} , что свидетельствует о меньшей основности O^{2-} . Аналогичные рассуждения могут быть выполнены и для кислотных центров, сила которых будет возрастать в порядке Mg^{2+} (5c) — Mg^{2+} (4c) — Mg^{2+} (3c). Таким образом, центрами с $pK_a = 2,5$ будут являться ионы Mg^{2+} , расположенные в углах кристалла. Соответственно для более крупных фракций характерно относительно большое количество таких "угловых" ионов магния, а в процессе измельчения происходит их уничтожение. Для чистого оксида магния, видимо за счет низкой степени кристалличности, количество таких центров будет незначительным.

Таким образом, можно предположить, что для адсорбции фенола на магнийсодержащих материалах необходимо наличие поблизости двух разных по природе видов адсорбционных центров соответствующей силы, т. е. в этом случае общий вид адсорбционного взаимодействия может быть представлен в соответствии со схемой, представленной на рис. 3.

Кроме адсорбционных методов, в данной работе рассматривались окислительные методы очистки с использованием аэрации и различных добавок, играющих роль либо окислителей, либо адсорбционно-каталитических центров [10]. Результаты экспериментов представлены в табл. 5.

Спектр распределения центров магнийсодержащих сорбентов по силе

Показатель кислотности рКа	Количество центров $10^{-3}q$, ммоль/г, для образцов						
	1	2	3	4	5	6	7
0,29	0,82980	0,12672	0,02528	0,25921	1,31840	0,34922	0,25842
0,8	0,08838	0,45493	0,13287	0,15363	0,10541	0,57046	0,42368
1,51	1,02230	1,11750	0,25279	0,84067	0,15946	0,31575	0,26241
2,5	1,52591	0,30394	1,13242	0,34132	1,17736	0,13184	1,06982
3,25	0,02895	0,26217	0,20894	0,48348	0,48282	1,48526	0,26485
3,46	0,15340	2,73796	0,04367	0,03610	0,11819	0,48372	0,36259
4,08	0,15542	0,11698	0,05897	0,08290	0,36695	0,85336	0,75201
4,96	1,38930	1,18262	0,19811	0,00414	0,62336	0,01463	0,01247
6,1	1,33542	0,23178	0,42374	0,20975	1,88864	0,57588	0,36891
6,26	10,3906	12,3434	0,00952	0,37132	5,94442	0,99339	0,86203
7,15	19,2726	46,9027	22,6275	17,7445	86,2162	170,032	130,457
7,3	2,02451	0,31823	1,11227	2,51696	1,74642	0,37489	0,69842
7,4	5,63313	7,11905	2,49523	2,83064	5,59710	6,02868	6,23687
7,72	1,62841	0,10795	0,54777	0,88743	2,46959	0,29557	0,24751
8,46	1,66162	0,26768	0,41066	0,49131	1,58274	0,17648	0,13258
8,82	0,02609	0,43267	0,02842	0,04790	2,69873	0,69416	0,61287
12	0,21651	0,60164	0,08231	0,48733	1,67678	2,16592	2,02547
12,8	0,15940	8,70306	0,02696	0,30498	0,04832	5,39132	4,36580
18,4	0,14253	0,25324	0,28327	0,01838	0,14156	53,4889	51,2054

Таблица 5

Сравнение методов очистки сточных вод от фенола методом аэрации

Концентрация фенола, мг/л	Аэрация без добавок	Аэрация + шамот	Аэрация + H_2O_2	Аэрация + H_2O_2 + шамот	Аэрация + $NaNO_3$ + шамот	Аэрация + $FeCl_3$ + шамот
Начальная	0,972	0,936	0,966	0,965	1,201	1,073
Конечная	0,966	0,613	0,847	0,815	1,155	1,015
Снижение концентрации, %	0,6	35,5	12,3	15,5	3,8	0,6

Проанализировав экспериментальные данные, представленные в табл. 5, можно сделать следующие выводы:

- очистка сточных вод от фенольного загрязнения барботажным окислением воздухом в присутствии вторичных шамотных огнеупоров приводит к значительному снижению концентрации загрязнителя, что может быть связано с проявлением химическими компонентами шамота каталитических свойств в процессе окисления;
- совместное использование шамота и различных видов окислителей для очистки сточных вод от

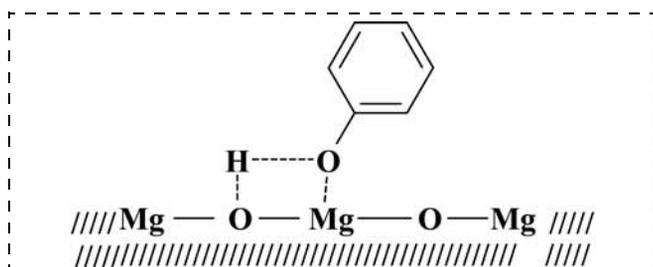


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая взаимодействие фенола с поверхностью MgO

фенольного загрязнения барботажным окислением воздухом не является эффективным, что, по всей видимости, связано со значительным разложением окислителей в присутствии шамота, при этом последний снижает свою активность в процессе окисления фенола;

- несмотря на то что снижение концентрации фенола при барботажном окислении фенола воздухом значительно, но она не достигает уровня, требуемого показателем ПДК, поэтому считаем, что данный метод очистки может быть применен только как предварительный с последующим использованием более эффективных способов, например адсорбционного.

Заключение

Исходя из полученных результатов, можно судить о возможности использования отходов огнеупоров для окисления фенола в воде на предварительной стадии очистки, а для достижения более высокой степени очистки на последующей стадии возможно использование сырьевых материалов огнеупорного производства, например, крупных фракций спеченного или плавленного периклазов.

Очевидно, что данные методы не направлены на полное решение проблем очистки сточных вод от фенола, но в тех случаях, когда объемы сточных вод незначительны и имеется возможность использования дешевых подручных огнеупорных материалов — сырья или отработанных огнеупоров, данные подходы могут быть с успехом использованы.

Список литературы

1. Терновцев В. Е., Пухачев В. М. Очистка промышленных сточных вод. — Киев.: Будивельник, 1986. — 120 с.
2. Вредные вещества в промышленности. Органические соединения: Справочник в 2-х т.: Т. 1. — 7-е изд. / Под ред. Н. Лазарева. — Л.: Химия, 1977. — 608 с.
3. Сиваш В. Г., Перепелицын В. А., Митюшов Н. А. Плавленый периклаз. — Екатеринбург: Уральский рабочий, 2001. — 584 с.
4. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П. П. Будникова, Д. Н. Полубояринова. — М.: Стройиздат, 1972. — 552 с.
5. Кашковский В. И. Каталитическая деструкция органических загрязняющих веществ // Сотрудничество для решения проблемы отходов: Матер. VIII Междунар. Конф. (23—25 февраля 2011 г., г. Харьков, Украина). — Харьков, 2011. — С. 103—105.
6. Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1993. — 176 с.
7. Нечипоренко А. П., Буренина Т. А., Кольцов С. И. Индикаторный метод исследования поверхностной кислотности твердых веществ // Журнал общей химии. — 1985. — Т. 55. — Вып. 9. — С. 1907—1912.
8. Бишоп Э. Индикаторы. — М.: Химия, 1986. — 489 с.
9. Плевнищева Д. Е., Солдатов А. И. Исследование возможности использования сырьевых материалов огнеупорной промышленности в качестве сорбентов для очистки сточных вод от фенола // Проблемы теоретической и экспериментальной химии: тез. докл. XX Рос. молодеж. науч. конф., посвящ. 90-летию Урал. гос. ун-та им А. М. Горького, Екатеринбург, 20—24 апр. 2010. — Екатеринбург, 2010. — С. 135—136.
10. Алексеев Е. В. Физико-химическая очистка сточных вод. — М.: Ассоциации строительных вузов, 2007. — 248 с.

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ

УДК 664.123.6:664.292

Г. И. Тарасова, канд. хим. наук, доц., проф., Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
E-mail: taga307@yandex.ru

Использование термолизного дефеката ТД₆₀₀ в качестве пигмента-наполнителя в резиновых смесях

Исследована возможность применения термолизного дефеката ТД₆₀₀ в качестве пигмента-наполнителя в резиновых смесях.

Ключевые слова: термолизный дефекат, пигмент-наполнитель, резиновые смеси

Tarasova G. I. The Use of Thermolysis Defekat ТД₆₀₀ as Pigment-filler in Rubber Mixtures

Studied the possibility of application of thermolysis defekat ТД₆₀₀ as pigment — filler in rubber mixtures.

Keywords: thermolys defecat, pigment-filler, rubber mixtures

Одним из наиболее эффективных способов термической переработки твердых углеродсодержащих отходов, в частности крупнотоннажных отходов сахарной промышленности (дефеката), является термолиз — процесс разложения химических соединений под воздействием температуры [1, 2].

В последнее время многими авторами используется этот процесс для модификации поверхностей, содержащих различные органические соединения, в том числе углеродсодержащие, для увеличения адсорбционной способности поверхностей исходных веществ.

После термолиза дефеката при температуре $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, получается порошок черного цвета (ТД₆₀₀) с размером частиц от 1...2 мкм и ниже, имеющий на поверхности сажевые частицы, образованные в результате неполного сгорания адсорбированных органических веществ на поверхности дефеката.

Полученный продукт по своим физико-химическим свойствам является эффективным углеродсодержащим веществом, применяемым в качестве сорбента, реагента и фильтрующего материала для очистки сточных вод от органических веществ [пат. РФ № 2380137, № 2416573].

Анализ источников показал, что карбонатные наполнители, содержащие мел и модифицированную добавку с различными углеводородными ра-



дикалами, широко используются в качестве наполнителей в резинотехнических изделиях.

Общим недостатком этих модифицированных наполнителей является:

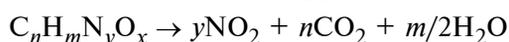
— высокая вязкость полимерных суспензий и как следствие этого, низкая степень наполнения этих полимерных композиций;

— низкая насыпная плотность 300...500 кг/м³, а это обуславливает полную диспергируемость и неравномерное распределение пигмента, что отрицательно сказывается на прочности резинотехнических изделий на разрыв.

В связи с высокой стоимостью процессов получения технического углерода как пигмента-наполнителя и усилителя актуальным является поиск новых пигментов на основе отходов промышленности.

По современным представлениям при сгорании углерода в зоне горения под влиянием высокой температуры происходит последовательное отщепление водорода от части углеводородов, в результате чего выделяется углерод и образуются элементарные шестигранники плоскостей сажевой решетки (кристаллиты C_xO_y — элемент, из которого построена сажевая частица (рис. 1)). В этом случае на поверхности дефеката имеется несколько классов адсорбированных соединений: белковые молекулы, углеводороды C_nH_m, меланины и др. В результате процесса обжига дефеката можно выделить несколько типов поверхностных реакций (по данным дифференциального термического анализа).

Первый тип реакций — обжиг до 260 °С — происходит сгорание белковых фракций по схеме:



и удаление кристаллизационной воды. При этом образуется термолизный дефекат (ТД₂₆₀) с активной поверхностью, содержащий органические вещества (C_nH_m · CaCO₃) [3].

Второй тип реакций — обжиг от 260 до 600 °С с образованием (C_xO_y) · CaCO₃ + H₂O. При повышении температуры до 600 °С получается объемное окрашивание ТД в черный цвет за счет образующейся сажи на поверхности частиц CaCO₃ (см. рис. 1). Исследование химического состава сажи на поверхности CaCO₃ показали, что основная ее составная часть — углерод, количество которого 99,65 %; водород — 0,28 %; кислород — 0,08 %; не-

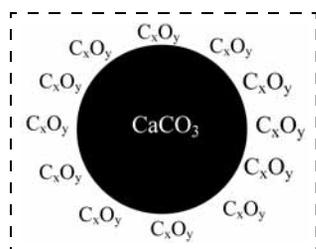


Рис. 1. Частица ТД₆₀₀

органические вещества (зола) — 0,01 %. Кислород и водород присутствуют в саже вследствие адсорбции продуктов сгорания углеводов на частицах сажи. Поэтому углерод на поверхности CaCO₃ представляем в виде C_xO_y. Качество поверхностной сажи определяется физическими и химическими свойствами, в первую очередь дисперсностью и химическими свойствами поверхности частиц.

Удельная поверхность ТД₆₀₀ составляет 22,22 м²/г. С уменьшением размера частиц черный цвет сажи приобретает более глубокий оттенок и интенсивность его увеличивается.

Частицы сажи на поверхности CaCO₃ имеют сферическую форму, что соответствует опубликованным данным. Маслосмочность сажевых частиц, которые не имеют пор, зависит только от суммарной геометрической поверхности частиц и увеличивается с ростом удельной поверхности, которая определяется по формуле:

$$S_{уд} = \frac{6}{D_{п}\rho},$$

где ρ — плотность частиц, кг/м³; D_п — среднеповерхностный диаметр, м.

Для более глубокого изучения фазового состава ТД₆₀₀, минералогических и структурных особенностей составляющих минеральных фаз, был применен электронномикроскопический анализ, включающий в себя растровую электронную микроскопию (JSM-5300, Япония) с энергодисперсионным определением химического состава (Link ISIS, Великобритания) (рис. 2). Как видно, образцы представлены комковатыми агрегатами, не имеющими кристаллографических очертаний. Агрегаты сложены глобулярными и псевдоглобулярными частицами, размеры которых в основном составляют 2 мкм и менее. Во всех образцах не выявлена заметная пористость частиц.

Полученная на поверхности дефеката сажа, обладает высокой стойкостью к действию кислот, щелочей, света. Истинная плотность черного пиг-

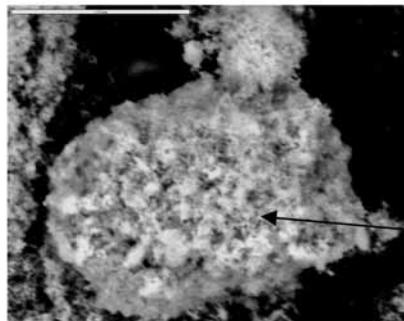


Рис. 2. Электронная микрофотография частиц ТД₆₀₀:

1 — сетка сажевых частиц на поверхности CaCO₃. Масштаб 20 мкм

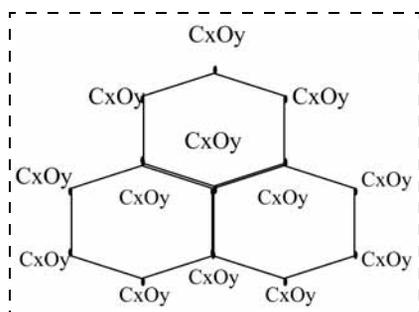


Рис. 3. Структура сажевых частиц ТД₆₀₀

мента колеблется от 2545 до 2590 кг/м³. Насыпная плотность пигмента составляет 1040...1060 кг/м³.

Согласно микроскопическим исследованиям каждый кристаллик состоит из 3...7 параллельно плоских решеток углерода (рис. 3). Качество сажевого пигмента определяется размером частиц. Присутствие комплексов C_xO_y оказывает большое влияние на свойства поверхности. В тех случаях, когда количество сажи на поверхности не велико, раствор приобретает нейтральное значение pH = 7,1; потери после прокаливания при T = 600 °C равны 18,25 %.

В результате полученных экспериментальных данных по определению физико-химических свойств черного пигмента ТД₆₀₀ можно сделать вывод: благодаря высокой светостойкости, структурности, большой удельной поверхности и инертности, его можно рекомендовать в качестве пигмента-наполнителя в резиновую промышленность. Этот черный "двойной" пигмент (CaCO₃ + C_{сажа}) обладает очень малым размером частиц от 1 до 0,08 мкм, хорошей маслоемкостью и прочной связью частиц углерода с поверхностью CaCO₃. При дальнейшем увеличении температуры от 615 до 650 °C обычно происходит полное сгорание углерода по реакции: C + O₂ → CO₂, цвет становится светло-желтым.

Резина является многокомпонентной системой, состоящей из полимерной основы (каучуки) и различных химических добавок. Для получения резины применяют высокомолекулярные полимеры с низкой температурой кипения (комнатной) и высокой эластичностью полимерной основы. В качестве полимерной основы был использован бутилкаучук (полиизобутилен) общей формулы: [—C(CH₃)₂—CH₂—]_n—[—CH₂C(CH₃)=CH—CH₂—]_m с параметрами: ρ = 910...930 кг/м³; T_{размягчения} = 100 °C при молекулярной массе μ = 70 000...225 000.

В процессе смешения происходит равномерное диспергирование твердой фазы пигмента в дисперсионной среде (каучуке), что наблюдали при микроскопировании. Частицы ТД₆₀₀ по структурным группам C_xO_y образуют водородные связи с молекулами бутилкаучука по схеме на рис. 4. В ре-

зультате происходит равномерное устойчивое смешение, отстой суспензии при этом равен нулю. Благодаря такой "сшивке" получается равномерное и прочное связывание полимера с частицами пигмента-наполнителя ТД₆₀₀.

Кроме того, в состав резины входят различные ингредиенты: вулканизирующие агенты, ускорители и активаторы вулканизации, пластификаторы, наполнители, противостарители и другие вещества. В этот состав вводятся компоненты, которые придают резине специфические свойства. Но основными компонентами резинотехнических изделий являются пигменты-наполнители — технический углерод (сажи различных типов) и неорганические наполнители — мел различных марок и типов, глина и др.

Предложено вместо мела и сажи использовать термолизный дефекат ТД₆₀₀. Это позволит не только значительно удешевить резиновые изделия, но и утилизировать на 80 % техногенный отход сахарной промышленности — дефекат и таким образом улучшить экологическую обстановку.

Предварительные эксперименты показали хорошую диспергируемость ТД₆₀₀ в бутилкаучуке. Сравнительные физико-химические свойства различных пигментов-наполнителей (см. таблицу) показали, что ТД₆₀₀ по качеству соответствует применяемым наполнителям, а по маслоемкости (масляное число) приближается к классическому техническому углероду марки П 514.

Наряду с физико-химическими свойствами пигментов-наполнителей, определялись специфические свойства. К ним относятся масляное число или адсорбция масла, жесткость по Дефо, вязкость по Муни, определение пластических свойств резиновых смесей, диспергируемость наполнителя в бутилкаучуке. Все показатели определялись в заводских условиях по тестированным методикам.

Известно, что скорость и степень диспергирования наполнителей в резиновых смесях зависят

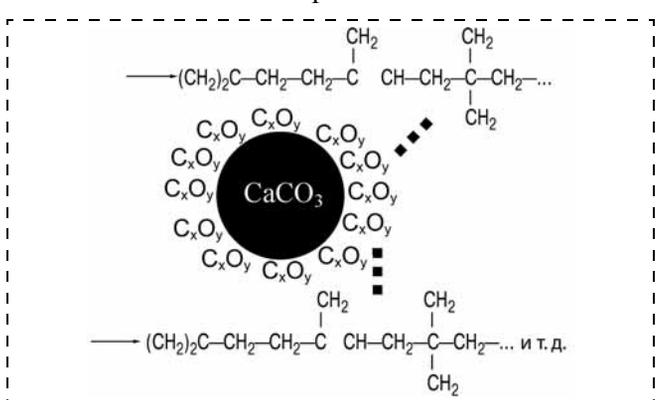


Рис. 4. Схема образования водородных связей частиц ТД₆₀₀ с молекулами бутилкаучука



Сравнительные физико-химические свойства пигментов-наполнителей

Показатели	Технический углерод П 514	Природные наполнители			ТД ₆₀₀
		Графит ГЛС-3	Мел	Тальк	
$S_{уд.}$, м ² /г	52	23,0	18,1	12,0	22,22
Плотность, кг/м ³	1860	2130	2650	2750	2530
Масляное число, г/100 г	89	82,5	48	45	80
pH водной суспензии	8,2	9,3	8,7	9,0	7,2...7,5

от природы используемого полимера, условий смешения и свойств наполнителя. В качестве объектов исследования были выбраны резиновые смеси на основе промышленного бутилкаучука, содержащего по 50 массовых частей наполнителя технического углерода (ТУ) и термолизного дефеката (ТД₆₀₀).

Смеси готовили на лабораторной мешалке "Вальцы" 320 × 160 при 8, 10, 12, 16, 20 и 30 мин. смешения, далее проводили отбор проб на анализ (вязкость по Муни). Результаты экспериментов представлены на рис. 5. Время смешения до образования гомогенной композиции одинаково для всех наполнителей (30 мин.). Можно отметить, что вязкость ТД₆₀₀ по Муни занимает промежуточное значение между ТУ П 514 1 и порошкообразным ТУ КАД молотым 3. В данном случае наблюдается 95 %-ное диспергирование ТД₆₀₀.

Фактически образуется химическая связь полимера с наполнителем и при застывании получают однородные флоккулы, а это, в свою очередь, способствует термомеханической высокой устойчивости резиновой смеси.

Сравнительные физико-химические показатели полученного на основе ТД₆₀₀ пигмента и сажи показали, что черный пигмент по цвету соответствует типовому образцу сажи или черни, но имеет более высокую насыпную плотность (выше в 1,5—2 раза).

Отличительными особенностями ТД₆₀₀ от классических марок технического углерода являются меньший размер первичных агрегатов; большая

однородность по размерам элементарных частиц и первичных агрегатов; более раскрытая структура; отсутствие пористости поверхности; высокое удельное электрическое сопротивление (рис. 6).

Полученные результаты позволили установить, что в отличие от сажевых пигментов, с увеличением концентрации пигмента-наполнителя ТД₆₀₀ удельное электрическое сопротивление растет, а электропроводность падает. При увеличении концентрации ТД₆₀₀ электропроводность ниже и отстаивание ниже, чем у смесей на основе сажи. Это дает возможность использовать ТД₆₀₀ при получении диэлектрических изделий (например, резиновых коврик).

Кроме того, химически связанный с частицами карбоната кальция углерод улучшает совместимость наполнителей с остальными углеводородными ингредиентами резиновой смеси.

Таким образом, совместное действие указанных факторов способствует более равномерному распределению пигмента-наполнителя в объеме резиновой смеси, повышая ее плотность и однородность. Это подтверждается и данными микроскопического анализа резиновых смесей.

На рис. 7, а представлена микрофотография исходного дефеката. После прокаливания при $T = 600$ °С получается черный пигмент с характерными структурными сетками сажевых частиц (рис. 7, б и в).

На микрофотографии продукта смешения полученного пигмента ТД₆₀₀ в бутилкаучуке (рис. 7, г)

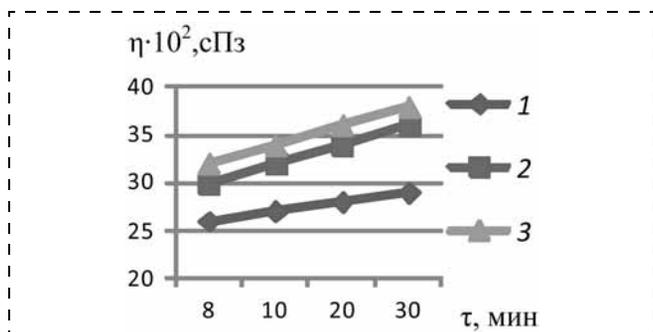


Рис. 5. Зависимость вязкости по Муни η в смесях на основе технического углерода П 514 (1); ТД₆₀₀ (2); КАД молотый (3) от времени смешения τ

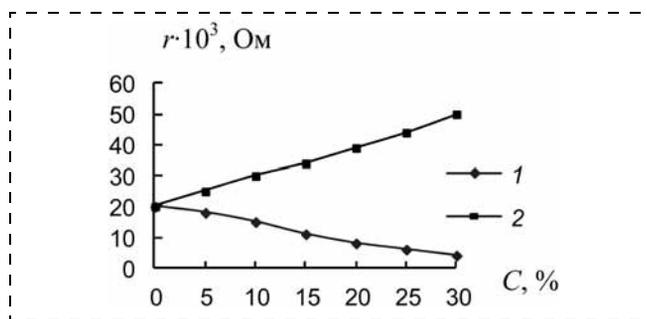


Рис. 6. Зависимость удельного электрического сопротивления r смесей от концентрации пигмента C :

1 — углеродной сажи; 2 — пигмента ТД₆₀₀

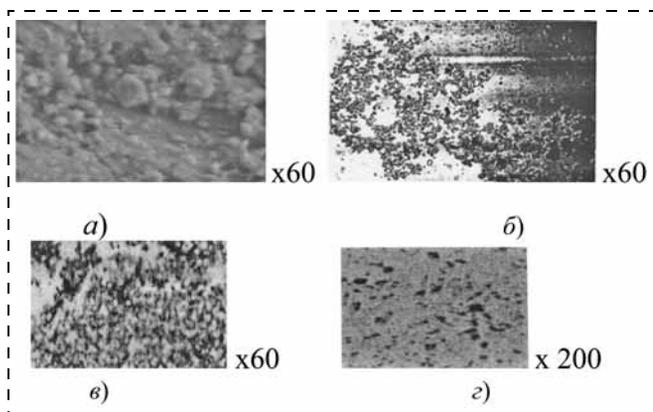


Рис. 7. Микрофотографии:

a — исходного дефеката; *б* — пигмента ТД₆₀₀ (в сухом виде); *в* — пигмента ТД₆₀₀ (в капле воды); *г* — продукта смешения пигмента ТД₆₀₀ в бутилкаучуке

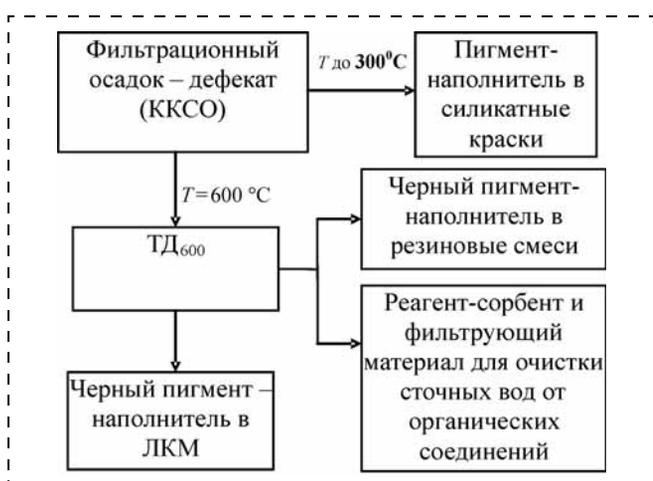


Рис. 8. Направления утилизации дефеката

видна равномерность распределения его в полимерной основе по всему объему дисперсионной среды.

В лаборатории Курского завода "Резинотехник" проведена оценка стабильности показателей качества и свойств резиновых изделий на основе ТД₆₀₀. Результаты предварительного опробования показали целесообразность использования пигмента-наполнителя ТД₆₀₀ в резиновых смесях вместо технического углерода и мела. По технологическим параметрам полученный пигмент-наполнитель ТД₆₀₀ не уступает применяемому на заводе.

Таким образом, при термической обработке фильтрационного осадка — дефеката получен целый ряд ценных продуктов, которые можно эффективно использовать в народном хозяйстве в качестве пигментов-наполнителей в силикатные краски, в резиновые смеси и ЛКМ, а также в качестве фильтрующего материала при очистке сточных вод от органических веществ.

Широкое внедрение разработанных технологий (рис. 8) позволит практически полностью утилизировать этот ценный кальцийкарбонатсодержащий отход (ККСО) с большим экономическим эффектом и снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Список литературы

1. **Беспмятнов Г. П.** Термические методы обезвреживания отходов. — М.: Химия, 1975. — 176 с.
2. **Бернадинер М. Н., Шурыгин А. П.** Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. — М.: Химия, 1990. — 301 с.
3. **Тарасова Г. И., Павлова М. В.** Исследование возможности использования термолитного дефеката в качестве наполнителя в силикатные краски // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 8. — С. 26—28.

ФОРУМ БЕЗОПАСНОСТИ И СВЯЗИ

г. Казань, Выставочный центр "Казанская ярмарка", 4—6 декабря 2013 г.

ЭКСПОЗИЦИЯ ФОРУМА:

19-я специализированная выставка БЕЗОПАСНОСТЬ:

Безопасность промышленных объектов
 Пожарная безопасность
 Информационная безопасность
 Экологическая безопасность
 Личная безопасность

8-я специализированная выставка ОХРАНА И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Спецодежда. Спецобувь. Средства индивидуальной защиты

КОНТАКТЫ: Тел./факс: (843) 570-51-16, 570-51-11,

Россия, 420059, Республика Татарстан, г. Казань, Оренбургский тракт, 8

E-mail: pdv@expokazan.ru, kazanexpo@telebit.ru,

www.exposecurity.ru

УДК 658.26

С. Н. Гладких, канд. техн. наук, доц., **П. П. Федоров**, студент, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород
E-mail: gl_svetlana53@mail.ru

Внедрение энергоэффективных технологий

Рассмотрены проблемы неэффективного использования первичных энергоресурсов в Российской Федерации. Предложены пути внедрения энергосберегающих мер в коммунальном хозяйстве и производственных отраслях. Показан экономический эффект от внедрения энергоэффективных технологий.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, первичные энергоресурсы, потери тепла, коммунальное хозяйство

Gladkih S. N., Fyedorov P. P. Introduction of Power Efficient Technologies is the Base of Future Personal and Social Safety in Russian Federation

Problems of inefficient using primary energy resources in Russian Federation. The ways of introduction of energy-conscious actions in communal services and productive industry. Economic effect after including power efficient technologies.

Keywords: power efficiency, energy saving, primary energy resources, heat loss, communal services

По данным исследования Всемирного банка (ВБ) и International Finance Corporation (IFC) показатель энергоёмкости ВВП России более чем в 3—4 раза выше, чем в Германии, Дании и Великобритании. Объем неэффективного использования энергии в России равен годовому потреблению первичной энергии во Франции. В июне 2008 г. президент РФ подписал указ (№ 884) о повышении энергоэффективности, т. е. снижения энергоёмкости ВВП на 40 % к 2020 г. Для реализации этого потенциала потребуется 320 млрд долл. США.

При этом эффект для экономики в целом будет 120...150 млрд долл. в год экономии на энергетических издержках и дополнительных доходов от экспорта "высвободившегося" газа, составляющего по результатам расчетов около 240 млрд м³ [1]. По мнению экспертов, капитальные вложения, необходимые для наращивания энергоресурсов, оцениваются в сумму более 1 трлн долл. Высвобождаемые энергоресурсы за счет повышения эффективности их использования обойдутся в 3 раза дешевле [1].

Расчеты показывают, что только в сфере ЖКХ потенциальные ресурсы энергосбережения составляют около 50 %. Так, потери тепла составляют: при транспортировке — 15 %, на регулирование — 8 %, на источнике — 10 %, при потреблении — 10 % [4].

Барьеры повышения энергоэффективности можно разделить на четыре группы: 1) недостаток мотивации; 2) недостаток информации; 3) недостаток финансовых ресурсов и "длинных" денег; 4) недостаток организации и координации.

Принципиальными мероприятиями на пути снижения затрат энергоресурсов являются:

повышение КПД промышленных установок;
устранение тепловпотерь в магистральных и внутриквартальных сетях;

модернизация систем отопления и горячего водоснабжения зданий;

поквартирный учет и регулирование потребления энергоресурсов;

Ниже перечислены рекомендуемые мероприятия по снижению энергозатрат.

1. *Разработка и активная поддержка правовых, экономических и технических механизмов стимулирования внедрения современных технологий.* Эти меры предпринимаются членами правительства и экспертным сообществом, но создание новых норм строительства и механизмов контроля за их соблюдением происходит достаточно медленно. Необходимо также вносить изменения и дополнения в существующие нормативно-технические документы, а в случае их отсутствия, разрабатывать нормативы по применению энергоэффективных технологий.

2. *Создание системы персональной ответственности за нарушения в сфере энергосбережения.* На каждом предприятии и объекте, в том числе и в государственных организациях, должна быть учреждена должность ответственного за проведение мероприятий по повышению энергоэффективности.

3. *Переход на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты горячего водоснабжения и повсеместное внедрение насосов с частотным регулированием расхода теплоносителя в зависимости от суточного графика нагрузки.* Так как при переходе

на крышные котельные протяженность теплотрасс сократится и будет в основном проходить внутри дома, можно добиться постоянной температуры теплоносителя 115...60 °С в отопительный период и 75 °С в летний, который позволяет снизить коррозионный износ тепловых сетей и перейти на обратном трубопроводе на использование пластиковых материалов.

4. *Установление режимов отопления в зависимости от температуры окружающей среды и суточного графика потребления теплоносителя.* При существующем порядке очень часто излишнее тепло "улетает в форточку" или до начала отопительного сезона потребители мерзнут в своих квартирах, перегружая электрические сети электрическими радиаторами, что не способствует энергосбережению в коммунальном хозяйстве.

5. *Использование современных строительных материалов и технологий* [3]. К таким мероприятиям относятся: возведение ограждающих конструкций методом несъемной опалубки, повышение теплоизоляционных свойств фасадов, установка оконных конструкций повышенной герметичности и т. д., позволяющих значительно снизить потери тепла через ограждающие конструкции и окна, и даже уменьшить расход стройматериалов, путем использования теплоизоляционных материалов, например, таких как многослойная теплоизоляционная система (МТИС), а также различного вида утеплителей (засыпные, заливные, плитные, в виде матов).

6. *Установка поквартирных приборов учета расходования горячей воды и других приборов учета.* Регулирование систем отопления и строительство домов с горизонтальной разводкой системы отопления значительно превосходит существующую вертикальную систему отопления по возможности реализации энергоэффективности и поквартирного учета расходования теплоносителя. Экономия тепловой энергии при горизонтальной разводной системе отопления составляет 20..25 % за отопительный сезон по сравнению с вертикальной системой отопления [3].

7. *Обязательная разработка и внедрение схем использования так называемых вторичных энергоресурсов (ВЭР) на крупных промышленных предприятиях металлургии, химической промышленности и других отраслей.* Под ВЭР понимают энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся при технологических процессах, в агрегатах и установках, который не используется в самом агрегате, но может быть частично или полностью использоваться для энергосбережения других агрегатов (процессов). ВЭР могут применяться по следующим направлениям:

- топливному — с использованием не пригодных к дальнейшей переработке горючих отходов в качестве топлива;
- тепловому (холодильному) — с использованием теплоты отходящих газов печей и котлов, теплоты основной, промежуточной и побочной продукции, отработанной теплоты горячих вод, пара и воздуха и ВЭР избыточного давления;
- силовому — с использованием механической и электрической энергии, вырабатываемой с помощью ВЭР;
- комбинированному — для производства теплоты (холода), электрической или механической энергии.

Эффективное использование ВЭР позволяет замещать покупные топливные энергоресурсы, что значительно снижает энергоемкость и себестоимость продукции. Так, например:

- использование коксового, доменного газа на собственной теплоэнергоцентрали (ТЭЦ) позволяет значительно снизить до 2...3 раз себестоимость электроэнергии и пара;
- утилизация теплоты при сухом тушении кокса на котлах-утилизаторах с установкой паровых турбин для выработки электроэнергии;
- предварительный подогрев угольной шихты отходящими газами позволяет снизить расход топлива на 70 Мкал на 1 т кокса;
- в доменном производстве утилизация ВЭР позволяет значительно снизить затраты топливно-энергетических ресурсов на 1 т чугуна (до 3,5 Гкал/т), уровень утилизации составляет ~30...32 %;
- в электросталеплавильном производстве использование ВЭР и замена устаревших технологий, не использующих возможности энергосбережения, сокращает удельный расход электроэнергии на 15...30 %;
- использование доменного или коксового газа в нагревательных печах прокатного производства позволяет существенно снизить расход природного газа и до 20 % снизить себестоимость продукции.

8. *Более активная рекламная политика, наглядно доказывающая выгоды энергосбережения.* Разъяснительная работа должна проводиться не только между инвесторами, собственниками и главами регионов, но и между всеми гражданами, доказывая жизненную необходимость скорейшего повышения эффективности использования энергоресурсов как на крупных предприятиях, так и в отдельно взятых квартирах.

Ниже рассмотрены некоторые примеры технических решений, позволяющие в разы уменьшить потребление тепла и электроэнергии.

1. **Пленочные лучистые электронагреватели (ПЛЭН).** При подключении к электрической сети



резистивный элемент нагревается до температуры 40...50 °С. Фольгированный вспененный теплоизолятор позволяет распределить тепло по всей поверхности помещения. В случае если ПЛЭН закрывается строительным декором, то температура на поверхности потолка составляет 30...40 °С. При достижении инфракрасными лучами, исходящими от резистивных элементов, поверхности твердого тела, последняя поглощает их, вследствие чего нагревается. Далее поверхность начинает передавать тепло окружающему воздуху. При отсутствии сквозняков все тепло поднимается снизу вверх: теплонегатель "ПЛЭН" нагревает не воздух, а окружающие предметы, которые, в свою очередь, отдают тепло окружающему воздуху. При этом на порядок снижается скорость движения конвективных потоков. Попадая на тело человека, инфракрасные лучи активизируют периферийную кровеносную систему, что влечет за собой ощущение теплового комфорта.

Система отопления "ПЛЭН" обладает высокой энергетической эффективностью за счет длительных пауз в потреблении электроэнергии в процессе поддержания заданной температуры. Удельное потребление электрической энергии системой отопления "ПЛЭН" составляет 20 Вт на 1 м² отапливаемой площади.

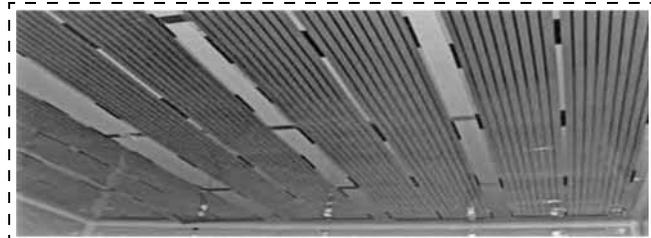


Рис. 1. Система отопления "ПЛЭН", закрепленная на потолке



Рис. 2. Сравнительные характеристики светодиодных, энергосберегающих и ламп накаливания

ливаемой площади. Внешний вид системы представлен на рис. 1.

Ниже приведена сравнительная таблица затрат при установке различных систем отопления. Как видно из таблицы, система отопления "ПЛЭН", значительно экономичнее других систем отопления. Она окупается за 1,5...2 года.

2. Светодиодные лампы. Такие лампы потребляют в 10 раз меньше электроэнергии, чем лампы накаливания, и при их включении на 10...12 часов в сутки можно забыть о замене ламп на 10...12 лет. Преимущество их очевидно даже по сравнению с энергосберегающими лампами, что наглядно показано на рис. 2.

3. Трубы с полиуретановой изоляцией и системой оперативного дистанционного контроля (ОДК). Такие системы позволяют в кратчайшие сроки найти место прорыва трубы. Срок службы труб с полиуретановой изоляцией составляет 30...40 лет, потери тепла в окружающую среду 8 %, а эксплуатационные затраты по сравнению с существовавшими трубами снижаются в 9 раз.

Затраты при установке различных систем отопления

	Газ	Традиционное электрическое отопление	Котел на пеллетах	Пленочный нагреватель ПЛЭН
Затраты на строительство коттеджа 150 м², руб.				
Проектирование наружного газопровода 50 м	40 000	—	—	—
Проектирование системы отопления и котлов	30 000	—	—	—
Монтаж наружного и внутреннего газопровода	150 000	—	—	—
Стоимость котла	45 000	25 000	178 000	—
Монтаж и подключение котла	20 000	20 000	2000	—
Радиаторы	30 000	30 000	30 000	—
Металлопластик и фитинги	20 000	20 000	20 000	—
Монтаж внутренней разводки и батарей отопления	40 000	40 000	40 000	—
Элементы ПЛЭН (65% от потолочной поверхности)	—	—	—	92 625
Монтаж нагревателя ПЛЭН	—	—	—	75 000
Итого	375 000	135 000	270 000	167 625
Затраты на эксплуатацию, руб.				
За потребленный газ (электроэнергии) в месяц	1500	10 152	2500	1523
Затраты на один отопительный сезон (8 месяцев)	12 000	81 216	20 000	12 182
Затраты на ремонт и обслуживание за отопительный сезон	7000	3000	3000	—
Итого за 5 лет эксплуатации	102 500	471 840	127 500	74 525

Заключение

При росте экономики и ее потребности в первичных энергоресурсах, и при одновременном истощении имеющихся у России месторождений государству придется делать выбор: либо в пользу поддержки своих отраслей промышленности и связанного с этим уменьшения дохода от экспорта газа, либо в пользу сохранения существующих темпов наращивания экспорта за счет уменьшения потенциала своей внутренней экономики. Единственный способ выхода из этой ситуации — высвобождение объемов неэффективно используемых энергоресурсов, причем даже при использовании и разработке новых месторождений и при умеренном росте энергоэффективности Россия все равно вскоре ощутит "ресурсное голодание". Поэтому меры по энергосбережению и энергоэффективности должны приниматься и внедряться с максимально возможной быстротой. Экономический потенциал повышения энергоэффективности составляет 307...330 млн руб., или 73...78 % технического потенциала. Рыночный потенциал равен 269...286 млн руб., или примерно 87 % экономического и 63—68 % технического потенциалов. Капитальные вложения, необходимые для полной реализации технического потенциала повышения энергоэффективности, составляют 324...357 млрд долл., а капитальные вложения, необходимые для развития ТЭК, оцениваются в сумму более 1 трлн долл. Единица энергии, полученная за счет наращивания ее производства, требует в среднем в 2—6 раз больше капитальных вложений, чем ее получение за счет использования ресурса повышения энергоэффективности. А во многих случаях повышение энергоэффективности вовсе не требу-

ет дополнительных затрат. Если же потенциал экономики газа, нефти и нефтепродуктов экспортировать, то дополнительный экспортный доход составит 80...90 млрд долл. в год. Реализация огромного потенциала экономии энергии позволит России удерживать выбросы парниковых газов на уровне существенно ниже значения 1990 г. вплоть до 2050 г. даже при динамичном развитии экономики [2].

Полное использование потенциала энергосбережения позволит развивать экономику в течение 8...12 лет без увеличения потребления первичных энергоресурсов. Попытки же удержать высокие темпы экономического роста с "гирей" высокой энергоемкости чреваты активизацией тормозящей роли ТЭК за счет отвлечения огромных капитальных вложений от развития других секторов экономики.

Построение в России энергоэффективного общества — это стратегия будущего развития экономики России по "инновационной" траектории. В противном случае, если Россия не поторопится, она будет обречена на судьбу сырьевого придатка энергоэффективной мировой экономики. Поэтому ни в коем случае не следует откладывать решение наболевших вопросов в "долгий ящик", какие бы капиталовложения при этом не требовались.

Список литературы

1. **Фроловская Т.** Неэкономная Россия // Еженедельная деловая газета "РБК daily". — 18.09.2008. — www.rbcdaily.ru.
2. **Ливанский Л.** Энергоэффективность и энергосбережение — ключевая отрасль экономического роста РФ. — ЦЭНЭФ. — 20.07.2009. — www.equipnet.ru
3. **Булгаков С. Н.** Энергоэффективные строительные системы и технологии // АВОК. — 1999. — № 2.
4. **Шарипов А. Я., Силин В. М.** Энергосберегающие и энергоэффективные технологии — основа энергетической безопасности // АВОК. — 2006. — № 4.

БЕЗОПАСНОСТЬ

XV специализированная выставка



26 — 28 ноября 2013 г.

Основные направления выставки

- Пожарная безопасность
- Системы охраны
- Средства спасения
- Безопасность дорожного движения
- Экологическая и промышленная безопасность
- Банковская безопасность
- Безопасность и охрана труда
- Безопасность информации и связи
- Специальная одежда
- Антикриминал

Контакты: Организатор "Уральские выставки"

E-mail: postovalova@uv66.ru, solovieva@uv66.ru

тел./факс: +7 (343) 3100330

Сайт выставки: <http://www.uv66.ru>

УДК 658.382.3.006.355.4

Т. А. Марченко, д-р мед. наук, проф., зам. начальника, ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
С. С. Коршунов, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., нач. отдела, 8 НИЦ, ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
E-mail: vniigochs@vniigochs.ru

Актуальные разработки в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях

Приведены результаты анализа и научного обобщения работ, выполненных в рамках реализации целевых программ по решению проблем преодоления последствий радиационных аварий и катастроф. Представлен обзор изданных ранее учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов по вопросам радиационной безопасности. Изложено краткое содержание учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов, разработанных в 2012 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России" (федеральный центр науки и высоких технологий) с учетом опыта преодоления последствий радиационных аварий и катастроф.

Ключевые слова: радиационные аварии и катастрофы, радиоактивно загрязненные территории, безопасность жизнедеятельности населения, защитные и реабилитационные мероприятия

Marchenko T. A., Korshunov S. S. Actual Developments in the Field of Vital Security of the Population on the Radioactive Contaminated Areas

The article contains the results of the analysis and synthesis of scientific works carried out in the framework of implementation of target programs on the problems of overcoming the consequences of radiation accidents and catastrophes. There is the review of published earlier learning and teaching, popular scientific and reference materials on radiation security. Briefly described the contents of learning and teaching, popular scientific and reference materials developed in 2012 by the Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia" (Federal Centre of Science and High Technology), based on the experience of overcoming radiation accidents and catastrophes.

Keywords: radiation accidents and catastrophes, radioactively contaminated areas, vital security of the population, protection and rehabilitation

Преодоление последствий радиационных аварий и катастроф

В 1949—1956 гг. производственным объединением "Маяк" неоднократно сбрасывались радиоактивные отходы в реку Теча. В 1957 г. на нем произошла крупная авария. Все это привело к тому, что часть территорий Курганской, Свердловской и Челябинской областей подверглись радиоактивному загрязнению, опасный уровень которого в ряде районов сохранится еще длительный период.

26 апреля 1986 г. произошла катастрофа на Чернобыльской АЭС, в результате которой подверглись радиоактивному загрязнению 14 субъектов Российской Федерации. Особенно сильно пострадала юго-западная территория Брянской области, где часть населенных пунктов оказалась в зоне обязательного отселения, а жизнь и хозяйственная деятельность людей в ряде других связана с некоторыми ограничениями, обусловленными радиационным фактором. Требуют также повышенного внимания отдельные территории Калужской, Орловской и Тульской областей.

Проводившиеся в середине прошлого века испытания ядерного оружия на Семипалатинском полигоне затронули территории Алтайского края и Республики Алтай.

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, и Основными направлениями деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 года, утвержденными распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1663-р, к числу приоритетных направлений отнесено принятие мер по обеспечению безопасности и комфортности среды проживания человека и разработке механизмов поэтапного приведения экологической ситуации в населенных пунктах, расположенных на радиоактивно загрязненных территориях, в соответствие с нормативными требованиями.

В 1991—2010 гг. реализован ряд целевых программ по решению проблем преодоления последствий радиационных аварий и катастроф. Дейст-

вие целевых программ распространялось на территории 19 субъектов Российской Федерации, где проживало свыше 3 млн человек, подвергшихся воздействию неблагоприятных факторов вследствие радиационных аварий и катастроф.

В настоящее время реализуется федеральная целевая программа "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года", утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2011 г. № 523, целями которой являются: обеспечение необходимых условий безопасной жизнедеятельности и ведения хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях; завершение комплекса работ по преодолению последствий радиационных аварий на федеральном уровне; создание методической, технической и организационной базы для передачи дальнейшего решения проблем, связанных с радиоактивно загрязненными территориями, на региональный уровень.

В результате реализации комплекса защитных и реабилитационных мероприятий целевых программ удалось в значительной мере нормализовать радиационно-гигиеническую обстановку на радиоактивно загрязненных территориях. Вместе с тем накопленный опыт преодоления последствий радиационных аварий показал, что одной из наиболее актуальных задач продолжает оставаться задача повышения уровня знаний региональных специалистов территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и проживающего на них населения по вопросам радиационной безопасности.

В качестве одной из мер по решению этой задачи по заказу Управления организации программно-целевого планирования МЧС России в 2012 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий) ВНИИ ГОЧС (ФЦ) с использованием результатов анализа и научного обобщения проведенных ранее исследований и других программных мероприятий выполнена работа "Подготовка учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов по вопросам радиационной безопасности".

Анализ и обобщение изданных ранее учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов по вопросам радиационной безопасности

В рамках реализации целевых программ по решению проблем преодоления последствий радиационных аварий и катастроф, а также международных проектов TACIS (ENVREG 9602, NUCREG 9309, TAREG 7.03/97), ПРООН (ICRIN) и др. Институтом проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук (ИБРАЭ РАН), г. Москва, РНИУП "Институт радиологии", г. Гомель, ООО "Экспертно-

аналитический центр по безопасности и кризисным ситуациям" (Экспертцентр БКС), г. Москва и другими организациями был разработан целый ряд специальных учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов по вопросам радиационной безопасности.

Разработанные белорусским РНИУП "Институт радиологии" в рамках реализации пилотного проекта TACIS ENVREG 9602 материалы "Внешнее и внутреннее облучение человека", "Жизнь на загрязненных территориях", "Как снизить долю внутреннего облучения", "О питании населения в условиях радиоактивного загрязнения", "Условия безопасного проживания на загрязненной территории", "Выращивание экологически чистых грибов и ягод", "Что такое радиация" представляют собой буклеты-листочки, в которых в сжатой тезисной форме приводятся соответствующие сведения и рекомендации для населения.

В 2007 г. РНИУП "Институт радиологии" обобщил материалы указанных выше буклетов и выпустил брошюру (памятку для населения) под названием "Если вы живете на загрязненной радионуклидами территории" [1], содержащую сводные сведения и рекомендации.

Буклеты и памятка основаны на нормативно-правовой базе Республики Беларусь, подготовлены с использованием соответствующего фактического материала и предназначены для населения Беларуси. Вместе с тем их содержание в значительной части носит общий характер, актуальный для населения пострадавших территорий Российской Федерации.

Следует отметить, что в эти буклеты и памятку не вошли вопросы социально-психологической реабилитации и адаптации населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях. Они не содержат рекомендации для населения в острый период после аварии, а посвящены в основном последующему проживанию на загрязненных территориях.

В рамках реализации проекта TACIS TAREG 7.03/97 в Республике Беларусь в 2002 г. были разработаны и изданы брошюры "Защитные мероприятия, направленные на снижение внешнего облучения и уменьшение накопления радионуклидов в организме", методические материалы "Ионизирующее излучение вокруг нас" и учебное пособие "Радиоактивность и человек" [2].

По заказу Детского Фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ), в г. Минске в 2004 г. вышло научно-популярное издание "Факты для жизни" [3]. Это специальное Белорусское издание для районов, пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Данная книга издана с целью предоставления семьям информации, необходимой для сохранности и улучшения жизни детей.

Эти издания так же основаны на нормативно-правовой базе Республики Беларусь, подготовлены с



использованием соответствующего фактического материала и предназначены для населения Беларуси. В части, носящей общий характер, актуальные материалы изданий использованы при подготовке рекомендаций для населения радиоактивно загрязненных территорий Российской Федерации.

Институтом проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук в рамках реализации проектов TACIS ENVREG 9602 и NUCREG 9309 разработаны образовательные мультимедиа программы "Шерлок Холмс. Дело о радиации" [4] и "Чернобыль в трех измерениях" [5]. Этим же институтом подготовлены брошюры "Азбука радиационной защиты" и "О радиации популярно".

В изданиях ИБРАЭ РАН раскрываются понятия радиоактивности и радиации, доз излучения, приводятся единицы их измерения, содержатся сведения о воздействии радиации на человека, а также сжато-краткие рекомендации для населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях.

Электронные издания и брошюры ИБРАЭ РАН содержат большой фактический материал, подготовлены на достаточно высоком научном уровне, сложные понятия в них изложены общедоступным языком, проиллюстрированы схемами и рисунками.

Содержащиеся в изданиях этого российского института положения, а также рекомендации для населения в значительной части являются актуальными, их целесообразно использовать при разработке учебно-методических, научно-популярных и справочных материалов по вопросам радиационной безопасности.

По заказу МЧС России в 2009 г. Центром исследований экстремальных ситуаций (ООО "ЦИЭКС") подготовлена Электронная энциклопедия по вопросам радиационной безопасности для Тульской области [6]. Электронная энциклопедия содержит термины и определения, нормативную базу, сведения об излучении и его действии на человека, результаты исследований социально-психологического состояния населения, о состоянии радиационной обстановки, рекомендации по защитным мероприятиям и другую информацию.

Значительная часть информации относится к Тульской области и актуальна для населения данного субъекта Российской Федерации.

В рамках федеральной целевой программы "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2010 года" в 2009 г. по заказу МЧС России ООО "Экспертно-аналитический центр по безопасности и кризисным ситуациям" (Эксперт-центр БКС) была выполнена работа "Разработка и реализация проекта системы популяризации безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в рамках обеспечения реализации проекта ПРООН (ICRIN)" [7].

Разработан проект системы популяризации безопасности жизнедеятельности и радиационной культуры населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, в рамках обеспечения реализации проекта ПРООН (ICRIN). Для использования в этой системе разработаны сценарии и дизайн-макет информационного контента.

Подготовленные в рамках указанной работы Экспертцентром БКС информационные материалы представлены в форме кратких (лозунговых) итоговых рекомендаций, обоснования которых не приводятся.

Исследования в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях

Многочисленные исследования, выполненные Государственным научным учреждением "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии" (ГНУ ВНИИСХРАЭ), ФГУП "Российский научно-технический центр по чрезвычайным ситуациям в агропромышленном комплексе" (ФГУП "РосНТ-ЦагроЧС"), а также белорусским РНИУП "Институт радиологии", показали, что для обеспечения безопасного использования радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения требуется внедрение и широкое использование специальных защитных и реабилитационных мероприятий в сфере сельскохозяйственного производства, включая растениеводство и животноводство, ведение населением личных подсобных хозяйств.

Основными целями проведения таких мероприятий в сфере безопасного использования земель сельскохозяйственного назначения являются: реабилитация радиоактивно загрязненных земель; вовлечение в хозяйственный оборот временно выведенных из оборота земель; производство соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам сельскохозяйственной продукции; обеспечение радиационной безопасности населения, в том числе работников сельского хозяйства.

В результате исследований определены, в частности, состав и эффективность защитных и реабилитационных мероприятий в сфере сельского хозяйства, включая личные подсобные хозяйства населения.

Исследования, выполненные ФГУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства" (ФГУ ВНИИЛМ), показали, что для обеспечения безопасного использования радиоактивно загрязненных лесов необходимо проведение защитных и реабилитационных мероприятий в сфере лесохозяйственной деятельности, включая специальную регламентацию работ при осуществлении рубок, охраны, защиты и воспроизводства лесов.

Основными целями осуществления защитных и реабилитационных мероприятий в сфере безопасного использования радиоактивно загрязненных

лесов на землях лесного фонда и землях иных категорий являются: обеспечение радиационной безопасности населения, в том числе работников лесного хозяйства, получение нормативно чистой лесной продукции, а также сохранение социально-экономического значения леса и его экологической роли, в том числе в качестве барьера на пути распространения радионуклидов, выпавших в результате радиационных аварий и катастроф.

В результате проведенных ФГУ ВНИИЛМ работ выполнено радиоэкологическое районирование лесов, загрязненных радионуклидами, определены соответствующие составы профилактических и реабилитационных мероприятий при осуществлении различных видов использования лесов, а также при осуществлении работ по их защите, охране и воспроизводству.

Разработаны также единые рекомендации для населения по пользованию лесными ресурсами на территории лесного фонда, подвергшегося радиоактивному загрязнению. По данным многолетних исследований лесные экосистемы в настоящее время являются наиболее радиационно опасными природными комплексами в зонах радиоактивного загрязнения.

Ввиду высокой рекреационной нагрузки на лесные насаждения вблизи населенных пунктов и объектов инфраструктуры, снижается их биологическая и экологическая устойчивость, увеличивается опасность возникновения радиоактивных лесных пожаров, вызванных деятельностью человека. Эти лесные участки чаще используются местным населением для выпаса скота, получения пищевых, кормовых и лекарственных ресурсов леса, заготовки древесины для собственных нужд и являются источником риска необоснованного облучения.

Учебно-методические, научно-популярные и справочные материалы, разработанные с учетом накопленного опыта преодоления последствий радиационных аварий и катастроф

С использованием результатов анализа и научного обобщения ранее выполненных работ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) разработаны следующие материалы по вопросам радиационной безопасности:

- учебно-методические (плакаты);
- научно-популярные — правила поведения для населения (брошюра);
- справочные (электронное издание).

Перечисленные материалы включают термины и определения основных понятий, сборник нормативных правовых документов по вопросам радиационной безопасности, обширные статистические, справочные и методические материалы (в электронном издании), в том числе документы МЧС России, Минздрава России, Минфина России, Росгидромета, Роспотребнадзора, Рослесхоза.

Рассмотрим более подробно содержание научно-популярных материалов (правил поведения для населения) по вопросам радиационной безопасности.

Во вводных разделах показано атомное строение вещества, даны понятия химических элементов, радиоактивности и радиации, нуклидов, изотопов, радиоактивного распада, радионуклидов, периодов полураспада, видов излучений, приведены основные характеристики излучений. Для наглядности излагаемый материал иллюстрируется рисунками и схемами.

Далее в материалах:

- Изложены сведения о воздействии радиации на человека и возможных последствиях такого воздействия.
- Даны общие рекомендации для населения в случае радиационной аварии или катастрофы. Приведена информация об оповещении населения, аварийных планах, контроле радиационной обстановки службами Росгидромета и санитарно-эпидемиологического надзора.
- Показаны различия мер защиты в острый период, следующий непосредственно за радиационной аварией, и в период последующего проживания на загрязненных территориях. Изложена информация о мерах защиты в острый период, включая йодную профилактику, укрытие в убежищах и других местах, применении индивидуальных средств защиты, условиях эвакуации и переселения в благополучные районы. Даны рекомендации по действиям населения в острый период.
- Приведена информация о радиационной обстановке в Российской Федерации, а также об уровнях радиоактивного загрязнения сельхозпродукции.

По данным Роспотребнадзора по результатам радиационно-гигиенической паспортизации коллективная годовая эффективная доза облучения населения Российской Федерации за счет всех источников ионизирующего излучения составляет около 540 тыс. человеко-зиверт в год, что соответствует 3,8 мЗв/год в среднем на одного жителя. При этом 83 % (3,15 мЗв/год) дозы дают природные источники и 16,7 % (0,63 мЗв/год) — медицинское облучение. На долю всех иных источников, в том числе и прошлых радиационных аварий, в целом по Российской Федерации приходится около 0,3 % (0,02 мЗв/год).

Вместе с тем дозовый критерий не единственный, на основе которого территорию следует признавать территорией с повышенным уровнем радиации. Повышенные уровни радиации проявляются не только в дозовом выражении, но и в уровнях радиоактивного загрязнения сельхозпродукции. По результатам мониторинга ежегодно выявляются продукты, не соответствующие требованиям СанПиН по допустимому содержанию цезия-137.

Радиационно-гигиенические паспорта свидетельствуют о значительном числе выявленных проб с



превышениями гигиенических нормативов. Большая часть проб относится к дикорастущим продуктам, а также к молоку и молочным продуктам, получаемым в личных хозяйствах на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС (в основном это Брянская область), отдельные пробы относятся к территориям, загрязненным в результате аварии на ПО "Маяк" в 1957 г. (Челябинская область).

В рассматриваемом научно-популярном материале дан прогноз загрязнения территорий, в том числе по цезию-137 и стронцию-90, а также пояснены различия в ситуациях на землях сельскохозяйственного назначения и лесных территориях.

Радионуклид цезий-137 усваивается растениями и животными. Его присутствие в пищевых цепях будет неуклонно снижаться за счет процессов физического распада, заглубления на величину, недоступную для корней растений, и химического связывания минералами почвы. Период полураспада от чернобыльского цезия составит порядка 10...14 лет. Следует отметить, что это не относится к поведению цезия в лесной подстилке, где ситуация в какой-то мере законсервирована. Снижение загрязнения грибов, лесной ягоды и дичи пока практически незаметно — это всего 2...3 % в год.

Стронций-90 несколько более подвижен, чем цезий, вследствие чего период полураспада от стронция составит 7...12 лет.

Одновременно с выведением цезия и стронция из активного кругооборота будет снижаться и скорость горизонтальной миграции радионуклидов, хотя этот процесс не представлял опасности уже с весны 1987 г.

Важным являются данные диагностических обследований специалистами-психологами и описание расстройств психического здоровья населения, проживающего на пострадавших и смежных с ними территориях.

Восприятие радиационного риска не зависит от реальной степени опасности, которая с годами уменьшается. Реально радиационная обстановка улучшается, и все больший объем объективной и достоверной информации о последствиях аварии для здоровья становится доступным населению. Возможно, удержание в сознании угрожающего образа аварии является своеобразным механизмом защиты, который помогает уменьшить другие, более реальные угрозы. Можно сказать, что происходит своеобразное социальное усиление риска, т. е. ухудшение социальной ситуации как бы "подогревает" опасения населения о возможности неблагоприятного влияния радиационного фактора на здоровье.

Меры социально-экономической и психологической коррекции во всех случаях, где они адекватны и своевременны, могут существенно уменьшить ущерб здоровью и способствовать ослаблению медицинских последствий аварии.

Важно отметить, что психосоматические эффекты носят интернациональный характер. Так, после радиоактивного загрязнения в результате Чернобыльской аварии ни один житель стран Западной Европы и Скандинавии не получил единовременной дозы облучения выше 0,1 мЗв. Тем не менее многие говорили, что из-за радиации у них появилась сыпь, головные боли, тошнота, бессонница. Нет никаких оснований сомневаться в том, что эти симптомы действительно имели место, но утверждение о том, что их болезнь является биологическим последствием облучения, сомнительно.

Страх, обеспокоенность, чувство тревоги и несведомленность могут вызвать временные физические признаки болезни. У тех, кто получал достаточную информацию и хорошо понимал ситуацию, таких симптомов не наблюдалось, хотя они после аварии подвергались воздействию таких же доз облучения.

Согласно исследованиям, проведенным международными экспертами в наиболее загрязненных районах России, Беларуси и Украины, причинами самых серьезных проблем было не непосредственное биологическое воздействие излучения, а травмы, страхи, чувство безнадежности, депрессия и нарушения питания. Во многих случаях причинами реальных проблем со здоровьем были именно перечисленные выше причины, а не излучение.

Очевидно, что люди с описанными выше симптомами нуждаются в лечении. И если симптомы имеют психосоматический характер и вызваны страхом перед излучением, пациенту следует сказать правду: малые дозы облучения не вызывают признаков болезни. Любое предположение со стороны психологов или медицинских работников о связи симптомов с излучением может вызвать ненужную тревогу у человека и ухудшить его состояние.

Проведем "параллель" с известными событиями в Японии, связанными с ядерным взрывом в Хиросиме и Нагасаки и на АЭС в Фукусиме. Лучевая болезнь, из-за которой погибло едва ли не больше человек, чем от самих ядерных взрывов, сделала жизнь десятков тысяч японцев невыносимой не только физически, но и морально. После событий в Хиросиме и Нагасаки люди, пережившие бомбардировки, столкнулись с дискриминацией со стороны остальных японцев.

Из-за сильной радиофобии, которая начала развиваться в Японии, простое население сторонилось жителей пострадавших городов. Во многих местах им даже отказывали в трудоустройстве. Похожая ситуация, но, к счастью, в куда меньших масштабах, наблюдалась совсем недавно, когда жители префектуры Фукусима могли почувствовать себя ущемленными в правах в других регионах страны по вине событий на АЭС.

В рассматриваемых научно-популярных материалах (правилах поведения для населения) и электронном справочнике по радиационной безо-

пасности содержатся также сведения о радиологической эффективности защитных и реабилитационных мероприятий в сфере сельскохозяйственного производства, в том числе на пахотных и кормовых угодьях (применение агротехнических и агрохимических технологических приемов позволяет снижать переход радионуклидов из почвы в урожай сельскохозяйственных культур, а также в травостой до 10 раз) и в животноводстве (так, организационно-хозяйственные, зоотехнические и ветеринарные мероприятия позволяют многократно снижать содержание цезия-137 в молоке и мясе).

Там приведены требования к защитным и реабилитационным мероприятиям в зонах радиоактивного загрязнения лесов, сведения о режимах лесохозяйственных мероприятий, дифференцированных по зонам (степени) радиоактивного загрязнения.

Эти материалы содержат также расширенные рекомендации для населения по многим направлениям жизнедеятельности (правильное питание, здоровый образ жизни, сад и огород, личное подсобное хозяйство, лесные грибы и ягоды, кулинарная обработка продуктов и др.) и сборники методических разработок по реабилитации населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях.

Учебно-методические, научно-популярные и справочные материалы по вопросам радиационной безопасности направлены в учебно-методические центры, территориальные органы МЧС Рос-

сии для использования в учебном процессе и повседневной деятельности.

Внедрение подготовленных ВНИИ ГОЧС (ФЦ) материалов будет способствовать решению задач по обеспечению радиационной безопасности населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Список литературы

1. **Если вы живете на загрязненной радионуклидами территории:** Памятка для населения. Гомель: РНИУП "Институт радиологии", 2007.
2. **Ставров А. М., Тушин Н. Н.** Радиоактивность и человек: Учеб. пособ. Минск, 2002.
3. **Факты для жизни:** Науч.-попул. изд. Белорусское специальное издание для районов, пострадавших от последствий аварии на Чернобыльской АЭС. По заказу Детского Фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ). Минск, 2004.
4. **Шерлок Холмс.** Дело о радиации: Образоват. мультимед. прогр. // CD-ROM. М.: Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук (ИБРАЭ РАН), 2006.
5. **Чернобыль** в трех измерениях: Образоват. мультимед. прогр. // CD-ROM. М.: Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук (ИБРАЭ РАН), 2001.
6. **Электронная энциклопедия** по вопросам радиационной безопасности для Тульской области // DVD-R. М.: Центр исследований экстремальных ситуаций (ООО "ЦИЭКС"), 2009.
7. **Разработка и реализация** проекта системы популяризации безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, в рамках обеспечения реализации проекта ПРООН (ICRIN): Отчет. М.: Экспертно-аналитический центр по безопасности и кризисным ситуациям (Экспертцентр БКС), 2009.

УДК 658.382.3:621.375.826:006.354

Б. Н. Рахманов, д-р техн. наук, проф., МГТУ им. Н. Э. Баумана,
В. Т. Кибовский, ст. науч. сотр., ФГУП ВНИИОФИ, эксперт
АНО "АтомТехноТест"

Противодействие нарастанию лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности методами лазерной дозиметрии на открытых пространствах

Рассмотрены методы оценки степени опасности лазерного излучения на открытых пространствах в видимой и ближней инфракрасных (ИК) областях спектра (излучение с длинами волн λ от 380 до 1400 нм), в которых работает подавляющее большинство широко доступных лазерных изделий. Дана правовая оценка использования лазерных целеуказателей различной мощности на открытых пространствах.

Ключевые слова: лазер, излучение, дозиметрия, степень опасности, лазерный целеуказатель

Rachmanov B. N., Kibovsky V. T. Laser Threat Grows Resists to Life Safety by Outdoor Space Laser Dosimetry Methods

Evaluation methods of laser danger degree for outdoor space lasers in visible and near IR spectral range (radiation with wavelengths λ from 380 to 1400 nm), where most of wide accessible laser apparatus function, are considered. Law evaluation of outdoor space use for laser pointers with various powers is presented.

Keywords: laser, radiation, dosimetry, danger degree, laser pointer



1. Нарастание лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности

В течение последних двух лет со страниц отечественных печатных СМИ, с экранов телевизоров и из интернет-сайтов поступает информация о применении так называемых "лазерных указок" для облучения самолетов, что приводит к неблагоприятному и даже весьма опасному воздействию лазерного излучения (ЛИ) на глаза пилотов и чревато катастрофическими последствиями для всех участников полета. Такие действия людей, использующих лазерные изделия (ЛИЗ), во многих случаях можно квалифицировать как хулиганство. С легкой руки журналистов получил хождение термин "лазерное хулиганство".

Имеются данные о "лазерном хулиганстве", направленном против наземных транспортных средств, в результате чего подвергаются опасному воздействию глаза водителей автотранспорта и машинистов поездов. Воздействие ЛИ на глаза водителей и машинистов часто может быть гораздо более опасным, чем для глаз пилотов самолетов, вследствие малой дистанции облучения, измеряемой иногда десятками метров, и малых углов облучения.

Поступает информация о неправомерных действиях "лазерных хулиганов" на футбольных матчах, что может привести не только к ослеплению, но и повреждению глаз футболистов.

За рубежом отмечены факты облучения лазером полицейских во время уличных беспорядков. Например, во время массовых беспорядков в Греции и Египте в 2011 и 2012 гг. хулиганы неоднократно применяли мощные "лазерные указки" для ослепления полицейских.

В настоящее время в Госдуме РФ (далее Госдума) рассматривается законопроект, предлагающий ввести новую статью в Уголовный Кодекс РФ (далее УК), предусматривающую суровую уголовную ответственность за действия из хулиганских побуждений, угрожающие безопасности людей на транспорте. Законодатели позиционируют новую проектную уголовную статью, как направленную в первую очередь против "лазерных хулиганов", при этом следует отметить, что прямого упоминания лазера как орудия совершения преступления в тексте проектной статьи нет.

В сентябре 2011 г. в Госдуму был внесен законопроект, разработанный Ространснадзором, предусматривающий административную ответственность за "умышленное применение лазеров и изделий на основе лазеров в направлении осуществляющих руление, взлет, посадку и полет воздушных судов".

В 2012 г. впервые за многие годы вопросы лазерной безопасности (ЛБ) и термин "лазер" появились в отечественном законодательстве. Постановлением Правительства РФ от 19 июля 2012 г. № 735 Федеральные правила использования воздушного пространства РФ (ФПИВР РФ) дополнены пунктом 56.1 следующего содержания: "Применение лазеров и изделий на основе лазеров в направле-

нии осуществляющих руление, взлет, посадку и полет воздушных судов запрещается"* [1].

Как видим, формулировка п. 56.1 [1] практически совпадает с формулировкой законопроекта, внесенного в Госдуму Ространснадзором.

К сожалению, ни указанные выше законопроекты, ни п. 56.1 ФПИВР РФ [1] не увязаны с существующей нормативно-правовой базой ЛБ и поэтому в них, например, не учитывается тот факт, что далеко не всякий лазер представляет опасность для транспортного средства и далеко не каждый случай "умышленного" облучения лазером совершается из "хулиганских побуждений".

После введения п. 56.1 в ФПИВР РФ возникает ситуация, при которой запрещается деятельность в воздушном пространстве с применением любых лазеров, в том числе деятельность, осуществляемая для нужд авиации. Например, в настоящее время становится невозможным использовать, например, наземные лазерные измерители расстояния до воздушного судна, работающие на вполне безопасной для глаз длине волны $\lambda = 1540$ нм ("eye safety" лазерные дальнометры типа ЛДМ-7, EG-LRF и др., измеряющие дистанции до 20 км). Кроме того, должностные лица, применяющие лазерную систему посадки типа "Глиссада-М" [2], и осуществляющие "умышленное применение изделий на основе лазеров в направлении воздушных судов, осуществляющих посадку", в настоящее время уже являются нарушителями требований пункта 56.1 ФПИВР РФ.

Как будет показано далее, "применение лазеров в направлении осуществляющих полет воздушных судов" не представляет никакой угрозы безопасности полета, даже если речь идет о самых мощных "лазерных указках", находящихся на руках у населения, а *полет выполняется на высоте более 2 километров*. С другой стороны, наиболее распространенные маломощные "красные" "лазерные указки" с мощностью излучения порядка 1 мВт не представляют никакой угрозы безопасности воздушных судов, осуществляющих "руление", а тем более "взлет, посадку и полет", на дистанции более 50 м от ЛИЗ. Привлечение к административной ответственности человека, направившего лазерный пучок такой "лазерной указки", в сторону "гуляющего" где-то в отдалении самолета лишено всякого смысла.

Состав правонарушения, предусмотренный законопроектом Ространснадзора, и дословно приведенный в запретительном п. 56.1 ФПИВР РФ [1], не содержащий дополнительных квалифицирующих признаков противоправного действия, не дает возможности адекватно применить введенные законодательные меры на практике.

* Здесь и далее в тексте *выделены курсивом некоторые слова, словосочетания и фразы, заслуживающие особого внимания*; в цитируемых текстах подчеркнуты слова, словосочетания и фразы, заслуживающие особого внимания.

Разработчики п. 56.1 ФПИВП РФ [1] пошли по неконструктивному пути полного запрета деятельности с применением лазеров, излучающих в сторону воздушных судов, вместо применения общепринятого в мировой практике принципа учета приемлемого риска воздействия опасного и вредного физического фактора.

Мы наблюдаем ситуацию, когда законодательство в области лазерной безопасности, осуществляемое без участия экспертов, сведущих в этой области, приводит к путанице и противоречиям в законодательстве, направленном на обеспечение безопасности полетов. В настоящее время назрела необходимость выработать экспертные количественные критерии для оценки степени опасности (безопасности) ЛИЗ, работающих на открытых пространствах и выработать основу для доказательной базы применения требуемых юридических санкций в случае предполагаемого нарушения закона при использовании лазеров и ЛИЗ в любой сфере жизнедеятельности человека.

Нарастание лазерной угрозы в последние годы вызвано тем, что достижения в области полупроводниковой электроники привели к созданию и широкому выпуску лазерных полупроводниковых диодов (ЛПД), генерирующих достаточно мощное лазерное излучение (ЛИ) в видимой области оптического спектра (излучение с длинами волн λ от 380 до 750 нм).

На основе этих ЛПД созданы различные малогабаритные и недорогие ЛИЗ, предназначенные для визуального дистанционного наблюдения пятна облучения, формируемого лазерным пучком на какой-либо удаленной поверхности, или для наблюдения трассы распространения излучения (лазерного пучка) в пространстве.

К таким ЛИЗ относятся: "лазерные указки" (правильный технический термин — лазерный целеуказатель или ЛЦУ), лазерные прицелы, лазерные средства пристрелки оружия, лазерные макеты оружия, а также лазерные изделия, применяемые в строительстве и геодезии: лазерные дальнометры — рулетки, лазерные теодолиты и нивелиры.

Перечисленные выше ЛИЗ вызывают повышенный интерес, они широко доступны (особенно через сеть интернет-магазинов), имеют сравнительно невысокую стоимость, и их продажа в настоящее время ничем не регламентирована.

Дальнейшее развитие полупроводниковой электроники привело к созданию мощных ЛПД, генерирующих излучение в ближней инфракрасной области спектра (ЛПД ИК) (излучение с длинами волн λ от 750 до 1400 нм). Основное назначение мощных ЛПД ИК — служить источниками оптической накачки в мощных твердотельных лазерах (т. н. DPSS лазерах или лазерах с диодной накачкой). На базе ЛПД ИК созданы малогабаритные и экономичные DPSS лазеры, работающие от встроенных автономных источников электропитания. Начался массовый выпуск мощных "зеленых"

и "желтых" "лазерных указок", работающих на основе DPSS лазеров, генерирующих излучение в видимой области спектра на длинах волн 532 и 594 нм. Появление на рынке упомянутых "лазерных указок", являющихся по существу портативными мощными твердотельными лазерами с диодной накачкой, значительно ухудшило ситуацию с обеспечением безопасности при массовом бесконтрольном использовании источников лазерного излучения.

Кроме того, в последние годы на основе ЛПД высокой мощности начался массовый выпуск мощных "синих" и "голубых" "лазерных указок", генерирующих излучение в видимой области спектра на длинах волн 445, 473 нм и имеющих мощность излучения до 1 Вт.

Решить вопросы обеспечения лазерной безопасности в условиях широкого распространения лазерных изделий позволяют расчетные методы дозиметрии лазерного излучения на открытых пространствах, которым до сих пор не уделялось достаточного внимания.

В последние два года разработаны методы количественной оценки степени опасности и степени ослепляющего действия ЛИЗ, работающих на открытых пространствах в видимой и ближней ИК области спектра. Некоторые результаты, относящиеся к применению "лазерных указок", приведены в данной работе. Более подробно эти вопросы будут рассмотрены в работе, которая готовится к публикации в приложении к журналу "Безопасность жизнедеятельности".

2. Дозиметрия лазерного излучения на открытых пространствах как часть системы обеспечения лазерной безопасности

Система обеспечения ЛБ в нашей стране основана на применении следующих национальных стандартов: ГОСТ 12.1.040—83 [3], ГОСТ Р 50723—94 [4], ГОСТ Р 12.1.031—2010 [5] и на применении "Санитарных норм и правил устройства и эксплуатации лазеров" СН № 5804—91 [6].

ГОСТ Р 50723—94 [4] и СН № 5804—91 [6] устанавливают требования к изготовителям ЛИЗ в части обеспечения безопасности этих изделий, а также устанавливают правила их безопасного применения. Эти нормативные документы устанавливают порядок классификации ЛИЗ по степени потенциальной опасности генерируемого ими лазерного излучения. Классификация, регламентируемая в ГОСТ Р 50723—94 [4], в настоящее время несколько отличается от международной классификации, принятой в стандарте IEC 60825-1:2007 [7].

В 2009 г. введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р МЭК 60825-1—2009 [8], являющийся "аутентичным переводом на русский язык" стандарта IEC 60825-1:2007 [7]. Однако пользоваться этим отечественным документом следует с достаточной осторожностью из-за допущенных в нем неточностей и ошибок перевода.



В СН № 5804—91 [6] установлена классификация лазерных изделий, незначительно отличающаяся по своей структуре от международной, но являющаяся более простой и понятной, поскольку она напрямую связана со значениями предельно допустимых уровней (ПДУ) лазерного излучения, также регламентируемыми в указанном документе. Значения ПДУ вычисляются по приведенным в СН формулам и графикам. ПДУ зависят от длины волны лазерного излучения λ (нм), длительности воздействия ЛИ t_b (с) и режима генерации ЛИ (непрерывное или импульсное ЛИ)

В частности, для ЛЦУ, работающего в спектральном интервале (СПИ) $380 < \lambda \leq 600$ нм, ПДУ мощности лазерного излучения, проходящего через ограничивающую апертуру диаметром 7 мм, $P_{\text{ПДУ}} = 0,1$ мВт, а для ЛЦУ, работающего в СПИ $600 < \lambda \leq 750$ нм, $P_{\text{ПДУ}} = 0,2$ мВт. Эти значения определены по СН № 5804—91 [6] для длительностей воздействия $t_b = 0,25$ с. Значение длительности воздействия $t_b = 0,25$ с — это среднее значение времени защитной реакции "мигания" глаза человека. Считается, что, почувствовав дискомфорт от высокой яркости видимого лазерного источника, человек закроет глаза не более чем через 0,25 с с момента начала облучения зрачка.

В ближней ИК области спектра от 750 до 1400 нм сетчатка не имеет фоточувствительности к оптическому излучению, и глаз не воспринимает падающее лазерное излучение как свет, поэтому у человека отсутствует защитная реакция "мигания". В ближней ИК области спектра не следует применять для нормирования значение $t_b = 0,25$ с, а следует применять значение $t_b = 10$ с.

В стандарте IEC 60825-1:2007 [7] также установлены соответствующие уровни лазерного излучения, которые называются "maximum permissible exposure" (МРЕ), т. е. максимальный дополнительный уровень.

При сравнении значений ПДУ и МРЕ, рассчитанных для различных режимов работы лазеров, видно, что в России, по сравнению со странами Европы и США, установлены значительно более низкие значения ПДУ, т. е. отечественные нормативы лазерной безопасности являются более жесткими. Необходимо подчеркнуть, что в настоящее время прямое применение ГОСТ Р МЭК 60825-1—2009 [8] на территории нашей страны в части нормирования лазерного излучения и классификации лазерной аппаратуры по степени опасности, противоречит действующим санитарным правилам СН № 5804—91 [6] и тем самым противоречит Федеральному закону от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения". Во избежание возникших противоречий с СН № 5804—91 [6] *новый ГОСТ Р МЭК 60825-1—2009 [8] следует применять лишь для лазерной аппаратуры, предназначенной для экспорта в зарубежные страны.*

Кроме того, следует учитывать следующее.

Классификация лазерных изделий по классам опасности является лишь приближенной качественной оценкой степени опасности лазерного излучения, генерируемого изделием. Она отвечает на вопрос — каким является лазерное излучение на выходе из ЛИЗ: безопасным, умеренно опасным, опасным или очень опасным — но не отвечает на основные вопросы: насколько в количественном выражении и на каком расстоянии от излучателя опасно лазерное излучение в конкретных условиях его применения и на каком расстоянии от излучателя оно безопасно.

Ответ на эти вопросы дает количественная оценка степени опасности, проводимую методами *лазерной дозиметрии*, под которой понимают комплекс методов и средств определения значений параметров лазерного излучения в заданной точке пространства с целью оценки степени опасности лазерного излучения (СОЛ) для организма человека.

Сущность лазерной дозиметрии заключается в определении расчетным или экспериментальным методом значений параметров лазерного излучения и сравнении полученных результатов расчетов или измерений со значениями ПДУ или МРЕ.

Лазерная дозиметрия включает в себя два основных раздела:

— *расчетная или теоретическая дозиметрия*, которая рассматривает методы расчетов параметров лазерного излучения в зоне возможного воздействия на человека и приемы вычисления степени его опасности;

— *экспериментальная (инструментальная) дозиметрия*, рассматривающая методы и средства дозиметрического контроля, под которым понимается непосредственное измерение параметров лазерного излучения в заданной точке пространства и вычисление степени его опасности по результатам измерений.

В отечественной литературе существует весьма ограниченное число публикаций, посвященных вопросам гигиены и охраны труда при работе с лазерами и вопросам лазерной дозиметрии. Эти публикации вышли в 80—90-х годах прошлого века и в начале 2000-х годов [9—13].

Большинство результатов разработок в области лазерной безопасности, в том числе в области лазерной дозиметрии, направлены в первую очередь на обеспечение безопасности труда на предприятиях и в организациях, использующих лазерную технику. Существующие методы обеспечения ЛБ не предусматривают методов контроля безопасного применения лазерных изделий отдельными группами населения, не имеющими специальной подготовки в вопросах работы с лазерным излучением.

Так, например, в современной лазерной дозиметрии разработаны методы оценки степени опасности лазерного излучения *на рабочих местах операторов* лазерных установок (ЛУ), т. е. на ограниченной области пространства вблизи ЛУ.

На практике чаще ЛИЗ применяют не специально подготовленные операторы ЛУ, а люди, малосведущие в вопросах безопасности при использовании лазерного излучения, причем излучение ЛИЗ специально направляется в открытое пространство на сравнительно большие расстояния по отношению к размерам зоны нахождения пользователя ЛИЗ. Термин "открытое пространство" заимствован из п. 6.19 СН № 5804—91 [6], который запрещает "использование ... на открытых пространствах" лазеров III, IV класса).

Широкое применение на открытых пространствах методов экспериментальной лазерной дозиметрии, т. е. методов дозиметрического контроля с помощью специальных средств измерений — лазерных дозиметров, в настоящее время весьма затруднительно, поскольку существующие средства измерений представляют собой достаточно сложные и дорогие приборы (ЛД-4, ЛАДИН), а простые и дешевые лазерные дозиметры не выпускаются.

Лазерное излучение, генерируемое в видимой и ближней ИК-областях спектра, представляет большую опасность для глаз человека. Оптические среды (ОС) глаза (роговица, хрусталик, стекловидное тело) в рассматриваемых областях спектрального диапазона прозрачны для лазерного излучения, которое достигает сетчатки глаза.

Лазерное излучение фокусируется на сетчатке в пятно крайне малого диаметра (10...40 мкм), в котором создается высокая плотность мощности (энергии) излучения, что может привести к повреждению сетчатки. Поэтому в системе ЛБ основное внимание уделяется методам оценки степени опасности лазерного излучения по критерию поражения сетчатки глаза.

Основными количественными параметрами ЛБ для ЛИЗ, работающих на открытых пространствах, являются:

— коэффициент степени опасности лазерного излучения $R_{СОЛ}$, показывающий степень превышения мощности P (Вт) или энергии $W_{И}$ (Дж) лазерного излучения, попадающей в зрачок глаза диаметром $d_{зр} = 7$ мм, над ПДУ;

— расстояние до границы лазерно опасной зоны (ЛОЗ) для лазерных пучков $Z_{ЛОЗ}$ (м), на которой $R_{СОЛ} = 1$;

— диаметр лазерного пучка на границе ЛОЗ $d_{ЛОЗ}$ (мм).

3. Оценка степени опасности "лазерных указок"

В таблице приведены значения основных параметров лазерной безопасности для ЛЦУ ("лазерных указок") сравнительно малой мощности ($P = 1$ мВт и $P = 3$ мВт), средней мощности ($P = 20$ мВт) и высокой мощности ($P = 100, 200, 300$ и 500 мВт), генерирующих лазерные излучения основной ТЕМ₀₀ моды с диаметром пучка на выходе ЛИЗ $d_{ЛИ} = 3$ мм и углом расходимости $\theta = 5 \cdot 10^{-4}$ рад.

Значения $R_{СОЛ1}$, $Z_{ЛОЗ1}$ вычислены для СПИ $380 < \lambda \leq 600$ нм; $R_{СОЛ2}$, $Z_{ЛОЗ2}$ — для СПИ $600 < \lambda \leq 750$ нм.

Значения $R_{СОЛ1}$, $R_{СОЛ2}$ вычислены для наиболее опасной ближней ($Z \leq Z_{б3}$), средней ($Z_{б3} < Z \leq Z_{с3}$) и дальней ($Z_{с3} < Z \leq Z_{ЛОЗ}$) зон, где $Z_{б3} = 8$ м — расстояние, при котором диаметр лазерного пучка становится равным диаметру зрачка $d_{зр} = 7$ мм, $Z_{с3} = 30$ м — расстояние, при котором диаметр лазерного пучка становится равным $2,6d_{зр}$.

Результаты вычислений, приведенные в таблице, позволяют сделать вывод о том, что прямое лазерное излучение практически всех "лазерных указок" является крайне опасным для глаз человека.

"Лазерные указки" средней и большой мощности вполне можно рассматривать как нелетальное лазерное оружие. В настоящее время действует международная "Конвенция о запрещении или ограничении применения конкретных видов обычного оружия, которые могут считаться наносящими чрезмерные повреждения или имеющими неизбирательное действие" от 10.10.1980 г. (г. Женева). В 1995 г. эта Конвенция была дополнена "Протоколом об ослепляющем лазерном оружии (Протокол IV)" [14]. В соответствии с Протоколом [14] "Запрещается применять лазерное оружие, специально предназначенное для использования в боевых действиях исключительно или в том числе для того, чтобы причинить постоянную слепоту органам зрения человека...". В статье 4 данного Протокола указывается следующее: "Для целей настоящего Протокола "постоянная слепота" означает необратимую и неисправимую потерю зрения, которая вы-

Параметры лазерной безопасности, характеризующие лазерные целеуказатели («лазерные указки»)

Зона	P , мВт	1	3	20	100	300	500
Ближняя зона, ($Z_{б3} = 8$ м)	$R_{СОЛ 1}$	259...300	777...900	5200...6000	$2,6 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^4 \dots 7,8 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^5 \dots 1,5 \cdot 10^5$
	$R_{СОЛ 2}$	130...150	390...450	2600...3000	$1,3 \cdot 10^4 \dots 1,5 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^4 \dots 4,5 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^4 \dots 7,5 \cdot 10^4$
Средняя зона, ($Z_{с3} = 30$ м)	$R_{СОЛ 1}$	2,6...259	7,8...777	52...5200	$260 \dots 2,6 \cdot 10^4$	$780 \dots 7,8 \cdot 10^4$	$1300 \dots 1,3 \cdot 10^5$
	$R_{СОЛ 2}$	1,3...130	3,9...390	26...2600	$130 \dots 1,3 \cdot 10^4$	$390 \dots 3,9 \cdot 10^4$	$650 \dots 6,5 \cdot 10^4$
Дальняя зона	$Z_{ЛОЗ 1}$, м	57	102	274	620	1078	1394
	$d_{ЛОЗ 1}$, мм	31	54	140	313	542	700
	$R_{СОЛ 1}$	1...2,6	1...7,8	1...52	1...260	1...780	1...1300
	$Z_{ЛОЗ 2}$, м	38	71	192	437	761	984
	$d_{ЛОЗ 2}$, мм	22	38	99	221	383	495
	$R_{СОЛ 2}$	1...1,3	1...3,9	1...26	1...130	1...390	1...650



зывает серьезную инвалидность, не поддающуюся лечению. Серьезная инвалидность эквивалентна снижению остроты зрения ниже 20/200 по таблицам Снеллена, измеряемой на обоих глазах".

Следует пояснить, что установленный критерий "серьезной инвалидности" означает, что человек не различает обоими глазами на известной таблице проверки остроты зрения буквы или символы, расположенные в строках, лежащих ниже первой строки с буквами (символами) наибольшего размера. То есть человек может и не быть полностью слепым в общепринятом понимании.

Нам не известны исследования по установлению взаимосвязи между уровнем остроты зрения и уровнем мощности лазерного излучения, попадающего в зрачок глаза человека. Однако известно, что отечественные ПДУ установлены со стократным запасом превышения среднего порога термического повреждения (ожога) сетчатки глаза. Поэтому можно утверждать, что превышение ПДУ в плоскости зрачка по крайней мере в 200—300 раз приведет к *гарантированному необратимому ожогу сетчатки*, при котором уже вообще не стоит вести речь о какой-либо остроте зрения. Другими словами, *лазерное изделие, создающее в плоскости зрачка глаза на расстоянии нескольких десятков метров $R_{СОЛ}$ порядка 200...300, можно рассматривать как боевое лазерное оружие, запрещенное международными Конвенцией* [14].

В соответствии с данными, приведенными в таблице, этот вывод следует распространить на "синие", "голубые", "зеленые" и "желтые" "лазерные указки" мощностью более 100 мВт и "красные" "лазерные указки" мощностью более 200 мВт, которые имеют на расстояниях более 30 м значения $R_{СОЛ1}$ и $R_{СОЛ2}$ более 260.

Таким образом, в нашей стране наблюдается парадоксальная ситуация, при которой на руках у населения оказались лазерные изделия, военные аналоги которых запрещено применять в соответствии с международным гуманитарным законодательством.

4. Предложения по снижению степени лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности

На основании приведенных выше данных можно сделать следующие выводы.

Прямое лазерное излучение практически всех широко доступных лазерных изделий, работающих на открытых пространствах в видимой и ближней ИК области спектра, является крайне опасным для глаз человека. Даже маломощные "лазерные указки" имеют дистанцию вероятного кратковременного поражения сетчатки глаза до 100 м.

Широко разрекламированные в Интернете мощные "синие", "голубые", "зеленые", "желтые" и "красные" "лазерные указки" могут кратковременно повредить сетчатку глаза человека на дистанциях до 1500 м и способны нанести необратимый ущерб зрению на дистанциях до 300 м.

В настоящее время представляется малореальным обеспечить людей, подвергающихся риску несанкционированного облучения лазером, например, пилотов или водителей, средствами индивидуальной защиты (очками для защиты от ЛИ). Единственным эффективным средством снижения уровня лазерной угрозы является регулирование продаж лазерных изделий гражданскому населению.

При этом *продажа ЛЦУ повышенной мощности (более 100 мВт) гражданскому населению должна быть категорически запрещена, как и реклама таких ЛИЗ в Интернете*.

Кстати говоря, такое решение будет находиться в полном соответствии с требованиями п. 6.19 СН № 5804—91 [7], которыми *на открытых пространствах запрещается применение лазерных изделий III и IV класса*. Рассмотренные выше "лазерные указки" мощностью более 100 мВт (для СПИ $380 < \lambda \leq 600$ нм) и более 200 мВт (для СПИ $600 < \lambda \leq 750$ нм) представляют собой ЛИЗ III и IV класса.

Что касается ЛЦУ средней и малой мощности, все они формально относятся к ЛИЗ II класса, не подпадающим под ограничения п. 6.19 СН № 5804-91 [7]. Однако проведенные вычисления, основанные на учете более опасных условий облучения глаза, чем предусмотрено в действующих СН [7], показали, что $R_{СОЛ}$ таких ЛЦУ в ближней зоне (до 8 м) значительно превышает единицу, являющуюся критерием безопасности лазерной аппаратуры. *Свободная продажа практически всех типов ЛЦУ должна быть прекращена. "Лазерные указки" и все другие ЛИЗ, предназначенные для работы на открытых пространствах и имеющие уровень выходной мощности (энергии), превышающий ПДУ, должны продаваться обычным гражданам исключительно по разрешению соответствующих органов*. При этом следует помнить, что указание продавцом или разработчиком класса безопасности лазерного изделия в настоящее время не является гарантией его безопасного применения.

К свободной продаже ЛИЗ средней и большой мощности следует относиться не менее ответственно, чем к продаже огнестрельного оружия.

Результаты данного исследования могут послужить основой для разработки новых нормативно-правовых документов в области лазерной дозиметрии на открытых пространствах. При этом необходимо провести работы по модернизации и гармонизации между собой существующих отечественных нормативно-правовых документов в области лазерной безопасности.

В новые государственные стандарты, являющиеся "аутентичными переводами" стандартов МЭК из серии стандартов "Safety of Laser Products", должны быть внесены изменения и исправления, а *область их применения должна быть распространена лишь на лазерную продукцию, предназначенную для экспорта*. Следует учесть, что определение границ лазерной опасных зон для наиболее опасных ЛЦУ на ос-

новании нормативов этой серии стандартов, дает значение, заниженное в 1,4 раза, а значение коэффициентов степени опасности — заниженное в 10 раз по сравнению с результатами расчетов на основании отечественных норм ПДУ!

Следует учитывать, что отечественная система лазерной безопасности имеет тридцатилетнюю историю, развивалась параллельно с формированием системы лазерной безопасности в США, и за долгие годы накоплен достаточно большой опыт ее успешного применения с использованием отечественных нормативов.

На основании полученных результатов количественных оценок СОЛ необходимо провести научно обоснованные мероприятия по правовому регулированию вопросов несанкционированного применения лазерных изделий и регулированию их продаж с целью снижения уровня возникшей лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности широких кругов населения.

В частности, следует пересмотреть запретительный п. 56.1 ФПИВР РФ [1] с целью устранения противоречий между необходимостью обеспечения безопасности полетов и необходимостью применения безопасной лазерной техники для нужд авиации.

Список литературы

1. **Федеральные правила** использования воздушного пространства Российской Федерации, утв. постановлением Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 (с изменениями и дополнениями от 5, 27 сентября 2011 г., 19 июля 2012 г.).

2. **Миряха А., Свердлов М., Жуков Г.** Полупроводниковые лазерные излучатели в курсо-гладсадной системе посадки воздушных судов // Фотоника. — 2012. — № 3 (33). — С. 32—37.
3. **ГОСТ 12.1.040—83. ССБТ.** Лазерная безопасность. Общие положения.
4. **ГОСТ Р 50723—94.** Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.
5. **ГОСТ Р 12.1.031—2010. ССБТ.** Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения.
6. **СН № 5804—91.** Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.
7. **IEC 60825—1:2007.** Safety of Laser Products — Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide.
8. **ГОСТ Р МЭК 60825-1—2009.** Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей.
9. **Кибовский В. Т., Кухтевич В. П., Новицкий Л. А.** Оценка степени опасности направленных лазерных пучков для глаз человека. — "Квантовая электроника", 1980, 7, № 12. — С. 2523—2530.
10. **Рахманов Б. Н., Чистов Е. Д.** Безопасность при эксплуатации лазерных установок. — М.: Машиностроение, 1981. — 113 с.
11. **Кириллов А. И., Морсков В. Ф., Устинов Н. Д.** Дозиметрия лазерного излучения / Под ред. Н. Д. Устинова. — М.: Радио и связь, 1983. — 192 с.
12. **Дозиметрия** лазерного излучения // Сб. научных трудов / Под ред. Б. М. Степанова. — М.: Изд-во ВНИИФТРИ, 1984. — 90 с.
13. **Рахманов Б. Н.** Лазеры. Защита и профилактика от их неблагоприятного действия // Безопасность жизнедеятельности. — 2004. — № 6. — Приложение.
14. **Конвенция** о запрещении или ограничении применения конкретных видов обычного оружия, которые могут считаться наносящими чрезмерные повреждения или имеющими неизбирательное действие. 10.10.1980 г., г. Женева. Протокол IV. Протокол об ослепляющем лазерном оружии. 13.10.1995 г., г. Вена.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 61.504

А. Ю. Жукова, асп., Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)
E-mail: zhukova_au@mail.ru

Участие экологических волонтеров в операциях по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов

Рассмотрены вопросы ликвидации крупных разливов нефти и нефтепродуктов с привлечением добровольцев, прошедших специальную подготовку; указаны основные темы программы теоретического и практического обучения экологических волонтеров на примере Санкт-Петербурга. Приведены рекомендации к расчету необходимого количества добровольцев.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологический волонтер, ликвидация нефтеразливов

Zhukova A. Y. *Preparation of the Environmental Volunteers Involved in Oil Spill Response Operations*

The questions of oil spill response with involving of specially trained volunteers and the main subjects of theoretical and practical volunteers' preparation program are considered. To coordinate and develop ecological volunteering, the principal ways are recommended in this publication.

Keywords: ecological safety, ecological volunteer, oil spill response



Через северо-западный регион России проходит значительная часть нефтепродуктов. Их транспортировка осуществляется автомобильным, железнодорожным, трубопроводным и морским транспортом. Водный транспорт занимает лидирующее место по объемам перевозок нефтепродуктов через Санкт-Петербург. Рост транспортной нагрузки сопровождается увеличением негативного влияния на окружающую среду и среду обитания жителей города [1].

Можно говорить о высокой интенсивности в пределах города как всего грузопотока, так и нефтепродуктов в частности. С учетом ночной проводки судов через створы разведенных мостов степень риска нефтеразлива на акватории реки Невы, и прежде всего в границах города остается достаточно высокой. По прогнозам специалистов, объемы транспортировки нефтепродуктов в нашем регионе будут продолжать расти.

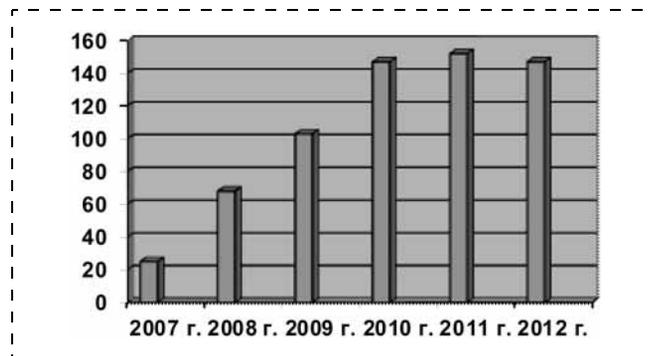
Часть маршрута стратегических для России внутренних водных путей, по которым осуществляют грузоперевозки по коридору "Север—Юг", проходит по акватории реки Невы. Навигация на Неве продолжается с апреля по конец октября. Движение судов по Неве достаточно интенсивно, особенно в ночное время [2].

Опасность для водной экосистемы реки Невы создает попадание в воду нефти и нефтепродуктов, вследствие прежде всего аварийных ситуаций с танкерами и судами всех типов (столкновения, посадка на мель, дефекты топливоприемного оборудования, переливы на нефтебазах и рейдовых терминалах), удаления топлива и нефтесодержащих вод при проведении обработки и обслуживания судов у причалов и др. Другим источником загрязнения акватории в Санкт-Петербурге являются предприятия и хранилища нефтепродуктов, расположенные в береговой зоне.

Отрицательное, даже пагубное, влияние разливов нефтепродуктов сказывается, в первую очередь, на обеспечении жизнедеятельности и здоровья человека, а также на условиях существования редких видов водоплавающих птиц, морской и речной фауны и флоры. Результатом разлива нефти могут стать загрязнение пляжей и мест культурного отдыха людей. Таким образом, обеспечение экологической безопасности от загрязнения нефтепродуктами является значимой задачей для города как в настоящее время, так и в обозримом будущем [3].

С каждым годом растет нагрузка на водную систему, и, как следствие, растет риск разливов нефти и нефтепродуктов. Рисунок иллюстрирует динамику выходов экологической аварийной службы ГУП "ПИЛАРН" для ликвидации разливов нефтепродуктов на акватории Санкт-Петербурга за период 2007—2012 гг.

Наибольший ущерб при разливах нефтепродуктов на акватории наносится окружающей среде при попадании нефтяного пятна на побережье. Работы по его ликвидации требуют привлечения значительного количества подготовленного персонала. Поэтому



Статистика выходов ГУП "ПИЛАРН" для ликвидации нефтепродуктов

участие подготовленных добровольцев, экологических волонтеров в ликвидации последствий разливов нефтепродуктов в береговой зоне позволит минимизировать ущерб, наносимый окружающей среде в результате загрязнения.

Экологический волонтер — это квалифицированный доброволец, допущенный к участию в защите окружающей природной среды от техногенных воздействий на безвозмездной основе.

В настоящее время в связи с участвовавшими случаями аварий, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов, все чаще к массовым работам на побережье привлекают добровольцев.

Работу волонтеров целесообразно проводить в двух направлениях. Первое — массовые работы по уборке береговой зоны. Второе — работы по очистке птиц, оказавшихся в зоне разлива и пострадавших от загрязнения нефтепродуктами.

В Санкт-Петербурге с 2009 г. реализуется концепция создания и развития Движения экологических волонтеров. В рамках данной деятельности Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности (далее Комитет) заключил Соглашения о сотрудничестве с девятью вузами города: Санкт-Петербургским государственным университетом, Российским государственным гидрометеорологическим университетом, Санкт-Петербургским национальным исследовательским университетом информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом, Государственной морской академией им. С. О. Макарова, Государственной полярной академией, Санкт-Петербургским университетом водных коммуникаций, Санкт-Петербургским государственным морским техническим университетом, Государственной академией ветеринарной медицины.

К участию в деятельности волонтеров было решено привлекать студентов 3—4 курсов, предварительно прошедших специальную практическую подготовку на базе ВУЗов. Студенты этих курсов

обладают необходимым запасом знаний и уже имеют практические навыки.

Основные принципы волонтерской деятельности, положенные в основу сотрудничества, следующие:

— добровольность (никто не может быть принужден действовать в качестве волонтера);

— безвозмездность (труд волонтера не оплачивается, однако могут быть компенсированы сопутствующие расходы волонтера: затраты на транспорт, спецодежду, оборудование и др.);

— добросовестность (волонтер, взявший на себя обязательство выполнить ту или иную работу, должен довести ее до конца);

— законность (деятельность волонтера не должна противоречить законодательству РФ).

Для осуществления непрерывного взаимодействия между Комитетом и вузами было принято решение о подготовке 120 волонтеров за 3 года. Комитет подготовил и согласовал с вузами Программу подготовки экологических волонтеров для участия в ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в береговой зоне Санкт-Петербурга.

Цель Программы — теоретическая и практическая подготовка экологических волонтеров для участия в ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов в береговой зоне.

Задачи Программы подготовки экологических волонтеров:

— познакомить обучаемых с особенностями эксплуатации объектов транспортировки, хранения и перевалки нефти и нефтепродуктов;

— способствовать развитию у обучаемых мотивации к волонтерской деятельности;

— передать обучаемым необходимые знания и навыки по организации и выполнению работ по ликвидации нефтеразливов в береговой зоне, и очистке загрязненной нефтью флоры и фауны.

Предлагаемая программа предусматривает необходимый образовательный минимум для выполнения работ по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в береговой зоне Санкт-Петербурга с обязательным выполнением мер личной безопасности.

Кроме теоретической подготовки студентов-волонтеров, проводимой преподавателями вуза, предусмотрена практическая подготовка на базе ГУП "ПИЛАРН". В рамках практической подготовки волонтеры знакомятся с оборудованием, необходимым для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, техникой безопасности, с судами экологического обеспечения и судами-нефтемусоросборщиками, с установкой боновых заграждений, сорбентами, с оборудованием и инструментами, используемыми при ликвидации нефтеразливов на акватории и территории города. Кроме того, Комитетом предусмотрены ежегодные полевые тренировки волонтеров на побережье Финского залива.

В настоящий момент в Санкт-Петербурге уже подготовлено 185 добровольцев из состава студен-

тов вузов. Однако волонтерское движение в области обеспечения экологической безопасности в других регионах России не настолько развито. Поэтому для принятия управленческих решений целесообразно оценить необходимое количество волонтеров, необходимых для участия в операции по ликвидации разлива нефтепродуктов.

Количество волонтеров, необходимых для очистки береговой полосы можно рассчитать следующим способом:

$$N = \frac{Sk}{P_1 \Delta T}, \quad (1)$$

где S — площадь береговой полосы, m^2 ; k — коэффициент, учитывающий трудозатраты; P_1 — производительность одного волонтера, $m^2/ч$; ΔT — время проведения работ, ч.

Производительность одного волонтера установлена опытным путем во время проведения полевых тренировок на побережье Финского залива в Санкт-Петербурге и составляет $18,5 m^2/ч$.

Так как во время полевых тренировок волонтеры убирали песок и мусор, а нефтесодержащие отходы тяжелее, необходимо ввести коэффициент k , учитывающий данный факт. Коэффициент может быть определен следующим образом:

$$k = \frac{\rho_{нп} + \rho_{п}}{\rho_{п}}, \quad (2)$$

где $\rho_{нп}$ — плотность пролитого нефтепродукта; $\rho_{п}$ — плотность песка.

Время проведения работ по сбору нефтесодержащих отходов зависит от следующих факторов:

— время $t_{опов}$, затраченное на оповещение координаторов и самих добровольцев об аварийной ситуации, и необходимости привлечения дополнительных сил для уборки;

— время $t_{сб}$, необходимое для сбора волонтеров на условленном месте с последующей организованной транспортировкой;

— время $t_{тр}$, затраченное на транспортировку волонтеров на место проведения аварийной операции;

— время $t_{приб}$, необходимое для проведения вводного инструктажа, переодевания в защитные костюмы и получения инструмента при прибытии волонтеров на место работ;

— временные потери $t_{пот}$, обусловленные перерывами на прием пищи, санитарные нужды и др.;

— работы с участием волонтеров целесообразно проводить только в светлое время суток, поэтому это время $t_{свет}$ также нужно учесть при расчетах.

В результате время проведения работ по сбору нефтесодержащих отходов в первый день ликвидации аварийной ситуации определяется следующим образом:

$$\Delta T = t_{свет} - t_{опов} - t_{сб} - t_{тр} - t_{приб} - t_{пот}. \quad (3)$$



Время проведения работ в последующие дни определяется только величиной светового дня и временными потерями, указанными выше:

$$\Delta T_1 = t_{\text{свет}} - t_{\text{пот.}} \quad (4)$$

Дополнительно нужно учитывать тех добровольцев, которые не будут заниматься непосредственно сбором загрязненного нефтепродуктом песка и мусора. На каждые 1000 м² необходимо поставить двух человек, которые будут заниматься погрузкой мешков с нефтесодержащими отходами из сборных емкостей в пункт утилизации и хранения твердых отходов.

Отдельно следует отметить, что требуется учитывать ограничение по количеству дней проведения аварийных работ с участием волонтеров. В среднем, как показывает практика Скандинавских стран, добровольцев задействуют в течение 3...5 дней.

Проведение заблаговременных расчетов достаточности сил и средств, задействованных в операциях по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, позволит принять эффективные меры по снижению рисков и обеспечению безопасности населения и территорий.

Список литературы

1. Голубев Д. А., Сорокин Н. Д. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2009 году. — СПб.: Сезам, 2010.
2. План по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на акватории Санкт-Петербурга на 2006—2010 годы. — СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2005. — Исполн.: Семанов Г. Н.
3. Голубев Д. А., Сорокин Н. Д. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2011 году. — СПб.: Сезам, 2012.

УДК 57.013

О. А. Завальцева, канд. биол. наук, доц., Ульяновский государственный университет (УлГУ), **Л. В. Коновалова**, асп., зам. нач. лаборатории, **В. В. Светухин**, д-р физ.-мат. наук, директор, Научно-исследовательский технологический институт УлГУ
E-mail: Z.Olga1979@mail.ru

Влияние техногенных факторов на экологическое состояние родников (на примере Ульяновской области)

Представлены результаты исследования физико-химического состояния воды родников, находящихся под воздействием техногенных факторов различной интенсивности (на примере Сенгилеевского района Ульяновской области). Перечислены основные загрязняющие вещества природной водной системы. Показаны полученные результаты экологического состояния родниковой воды в районе исследования и возможности их использования в целях мониторинга и прогноза.

Ключевые слова: родники, показатели гидрохимического состояния, техногенные факторы

Zavaltzeva O. A., Konovalova L. V., Svetuhin V. V. Influence of Technogenic Factors on the Ecological Condition of Springs (on the Example of the Ulyanovsk Region)

Results of research of a physical and chemical condition of water of the springs being under the influence of technogenic factors of various intensity (on the example of the Sengileevsky region of the Ulyanovsk region) are presented. The main polluting

substances of natural water system are revealed. The received results characterize an ecological condition of spring water around research and can be used for monitoring and the forecast.

Keywords: springs, indicators of a hydrochemical condition, technogenic factors

Введение

Вода играет огромную роль в существовании всего живого на планете. Без воды невозможно представить себе большую часть природных и антропогенных процессов. Вода — важнейшая составляющая среды нашего обитания. Нашему организму очень важно получать чистую, не содержащую вредных компонентов воду со сбалансированным минеральным составом.

Деятельность человека является полиэлементным источником загрязнения природных вод. Кардинальные преобразования происходят в водных системах промышленно-урбанизированных районов. Многочисленные и разнообразные по своим характеристикам источники загрязнения обуславливают формирование в водах интенсивных полиэлементных геохимических анома-

лий, проявляющихся как в растворе вод, так и во взвешенном веществе [1].

Вопрос охраны водной среды и рационального использования воды — это вопрос жизни на Земле. Принятие решений в этой области должно быть основано на достоверной информации о состоянии водных объектов и тенденциях его изменения, что немислимо без сбора, анализа и интерпретации гидрохимических данных.

Следует заметить, что природная вода не бывает совершенно чистой, даже дождевая вода содержит некоторое количество разнообразных соединений. Но, чтобы ответить на вопрос о пригодности воды для питья необходимо оценить образец по определенному набору показателей.

На сегодняшний день даже для регионов мира, не испытывающих недостатка в пресной воде, актуальна проблема нехватки чистой питьевой воды, поскольку природные водные объекты оказываются загрязненными промышленными и бытовыми стоками, а сама природная водная система зачастую уже не может самостоятельно справиться с очисткой загрязненных человеком вод.

Таким образом, чтобы масштабы загрязнения природных вод (и других объектов окружающей среды) не приняли необратимого и катастрофического характера, необходимо, с одной стороны, изменение стратегии природопользования, устранение путей и источников дальнейшего загрязнения, а с другой — разработка и практическое внедрение способов, а также технологий подавления токсичности и очистки объектов природной среды от загрязнений. При этом первостепенным и очень важным является оценка химического состава природных вод и их постоянный мониторинг, особенно вод, находящихся в функционирующих на урбанизированных территориях с высоким уровнем техногенной нагрузки [2—5].

Одними из источников потребления воды, особенно в сельской местности, являются родники, многие из которых — это памятники природы. Родниковая вода все-

гда считалась чистой, а во многих случаях и целебной. Но в связи с увеличением техногенной нагрузки на урбанизированные территории родники подвергаются возрастающему негативному воздействию, приводящему к ухудшению качества воды в них. Поэтому исследование современного экологического состояния воды родников на промышленно-урбанизированных территориях является актуальным и своевременным.

Цель настоящего исследования — изучение показателей гидрохимического состояния воды родников в районе интенсивной антропогенной деятельности.

1. Объекты и методы исследования

Объектом исследования стала родниковая вода из природных источников на территории Сенгилеевского района Ульяновской области, который расположен в центральной части области и граничит с севера с Ульяновским районом, с юга — с Самарской областью, с запада — с Тереньгульским районом, с востока омывается Куйбышевским водохранилищем. Район занимает территорию 1349 км² и имеет протяженность с севера на юг 42 км, а с востока на запад 37 км [6].

Рельеф местности представляет собой холмисто-увалистую равнину с абсолютными высотами до 320 м, сильнопересеченную реками, промоинами, оврагами. Грунты на большей части территории — глинистые, суглинистые, в долинах рек — песчаные и супесчаные. Горы сложены скальными породами, с поверхности они прикрыты щебеночно-песчаными грунтами. Грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 8 м.

Гидрографическая сеть Сенгилеевского района развита достаточно сильно. На территории района протекает полностью или частично 12 малых рек, находится 14 озер и прудов. В районе имеется более 70 родников. Сенгилеевский район отличается наличием значительного количества памятников природы (табл. 1).

Таблица 1

Памятники природы Сенгилеевского района [6]

	Наименование	Адрес	Общая площадь, га	Статус, профиль	Нормативно-правовая основа функционирования
1	Горный сосняк на отложениях палеогена в квартале № 8 Сенгилеевского лесничества Сенгилеевского лесхоза	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в квартале № 8 Сенгилеевского лесничества	12	Региональный ботанический памятник природы	Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
2	Горный сосняк на меловых отложениях в квартале № 11 Сенгилеевского лесничества Сенгилеевского лесхоза	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в квартале № 11 Сенгилеевского лесничества	3,9	Региональный ботанический памятник природы	Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
3	Останец «Гранное Ухо»	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в 1,5 км к северо-западу от п. Цемзавод	7	Региональный геологический, природно-исторический памятник природы	Постановление законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
4	Лесные верховья реки Сенгилейки	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в 1...3,5 км к северо-востоку от п. «Индом»	100	Региональный комплексный, гидрологический, ботанический памятник природы	Решение Ульяновского Облисполкома № 552 от 23.12.1989 г.
5	Долина реки Смородинки	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в 1 км к востоку от с. Смородино	125	Региональный ботанический, гидрологический памятник природы	Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.



Продолжение таблицы

	Наименование	Адрес	Общая площадь, га	Статус, профиль	Нормативно-правовая основа функционирования
6	Оползневый цирк	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в 0,5 км северо-западнее с. Шиловка	22	Региональный ландшафтный памятник природы	Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
7	Родник «Богомольный»	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, в 1 км к югу от с. Тушна	1,5	Региональный гидрологический памятник природы	Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
8	Сенгилеевский государственный палеонтологический заказник	В северной части Сенгилеевских гор, в 3 км от южной границы с. Каранино	1700	Региональный комплексный палеонтологический заказник	Решение Ульяновского облисполкома № 288 от 06.08.91 г.
9	Государственный ландшафтный заказник «Шиловская лесостепь»	Ульяновская обл., Сенгилеевский район, по правому берегу Куйбышевского водохранилища между населенными пунктами Шиловка и Цемзавод	2300	Региональный комплексный ландшафтный заказник	Решение Ульяновского облисполкома № 274 от 24.07.90 г. Постановление Законодательного собрания Ульяновской области № 30/333 от 27.11.97 г.
10	Национальный парк «Сенгилеевские горы»	Ульяновская обл., Сенгилеевский район	50 000	Федеральный комплексный ландшафтный, гидрологический парк	Распоряжение правительства России от 23.05.2001 г. № 725-р. Распоряжение Главы администрации Ульяновской области от 21.11.96 г. № 1132-р.
11	Сенгилеевский государственный охотничий заказник	Ульяновская область, полоса вдоль р. Волги на территории Сенгилеевского района, в 3 км от с. Каранино	6200	Региональный комплексный заказник	Решение Ульяновского облисполкома № 285 от 05.04.71 г.

На рисунке (см. 3-ю стр. обложки) представлена карта-схема гидрогеологических районов Ульяновской области. Как видно из него, исследованная территория в гидрогеологическом отношении относится к району верхнемеловых (3/4 территории) и палеогеновых (1/4 территории) вод.

Водоснабжение населенных пунктов муниципального образования "Сенгилеевский район" осуществляется из артезианских скважин и родников (с преобладанием родников).

В Сенгилеевском районе одними из профилирующих отраслей экономики являются добыча и переработка полезных ископаемых и производство строительных материалов. Данные отрасли промышленности являются одними из основных источников негативного воздействия на компоненты природной среды, в том числе и родники, многие из которых находятся вблизи предприятий.

Для определения характера и степени воздействия на качественный и количественный состав воды, отбор проб проводился из источников, находящихся под воздействием техногенных факторов разной интенсивности, и источников, не подвергающихся явному антропогенному влиянию. Пробы воды были отобраны из родников в районе населенных пунктов Цемзавод, Тушна, Артюшкино, Кротково, Никольское.

Образцы проб воды были исследованы в аккредитованной химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского технологического института Ульяновского государственного университета.

Все результаты экспериментальной работы получены с использованием аккредитованных методик. Экспериментальная работа была проведена на сертифицированном оборудовании. Основные средства измерений: спектрофотометр ЮНИКО 2100; спектрометр с индук-

тивно-связной плазмой ICAP 6500 DUO, анализатор жидкости "Эксперт-001-3" (0.1)" (рН-метр/иономер лабораторный), анализатор содержания нефтепродуктов АН-2, весы лабораторные Acculab ATL-22024-I.

2. Результаты и обсуждение

Результаты исследования воды показали, что во всех пробах есть показатели гидрохимического состояния, не отвечающие нормативным требованиям к качеству воды.

Практически во всех пробах родниковой воды были обнаружены превышения нормативов по следующим показателям: мутность (по формазину), цветность, общая жесткость, сульфат-ион, нитрат-ион. В некоторых пробах было повышено содержание свинца, алюминия, селена, марганца.

Самой загрязненной оказалась вода родников в районе п. Цемзавод и с. Артюшкино. А самой чистой и отвечающей всем нормативным требованиям к качеству питьевой воды — вода родников в районе с. Кротково и родника "Богомольный", который является региональным гидрологическим памятником природы (см. табл. 1).

Повышенная мутность исследованной воды связана с наличием тонкодисперсных примесей, которые обусловлены нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Значение показателя мутности в воде родника п. Цемзавод превысило норматив ($1,5 \text{ ЕМ/дм}^3$) в 2,3 раза, а в воде родника с. Тушна — в 3,4 раза.

Превышение норматива цветности природной воды обусловлено в первую очередь наличием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Максимальный градус цветности был определен в воде родника с. Тушна, который составил $32,90 \pm 6,58$ градуса цветности при нормативе 20 градусов.

Таблица 2

Основные промышленные стационарные источники загрязнения территории Сенгилеевского района [6]

№ п/п	Предприятие	Адрес	Класс опасности	Размер СЗЗ, м
1	ОАО "Кварц" (добыча, обогащение и сбыт кварцевых песков)	п. Силикатный	I	1000
2	ЗАО «Силикатчик» (производство мела, извести и силикатного кирпича)	п. Силикатный	II	500
3	ООО "Ульяновскифтер" (производство цемента)	п. Цемзавод	II	500
4	ООО «Симбирские стройматериалы» (производство стеклянной тары)	п. Красный Гуляй	IV	100
5	ООО "Ульяновская горная компания" (добыча и переработка мела)	с. Шиловка	II	500
6	ООО "Ташлинский ГОК" (добыча и переработка полезных ископаемых)	п. Красный Гуляй	II	500
7	Филиал ОАО "Ульяновск-энерго" СРПП (производство красного кирпича)	с. Новая Слобода	III	300

Как было отмечено выше, практически во всех пробах были зафиксированы повышенные значения общей жесткости. Это может быть связано не только с влиянием промышленных объектов, но и с природными факторами. Жесткость зависит главным образом от наличия в воде растворенных солей кальция и магния. В естественных условиях катионы кальция и магния (катионы жесткости) поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с породами, содержащими карбонаты, а также при других процессах растворения и химического выветривания горных пород. В гидрогеологическом отношении исследуемый район характеризуется преимущественно водообильными горизонтами верхнего мела верхней и средней юры (карбонатсодержащие породы). Такие воды содержат значительные количества ионов жесткости (кальция и магния). Во всех исследованных водах жесткость была обусловлена преимущественно ионами кальция и в значительно меньшей степени — магния. Наибольший показатель общей жесткости был зафиксирован в воде родника п. Цемзавод — $12,1 \pm 1,82$ мг-экв/дм³, что превышает норматив (7 мг-экв/дм³) в 1,7 раза.

Максимальные концентрации нитрат-ионов были зафиксированы в воде родников с. Артюшкино ($93,3 \pm 11,2$ мг/дм³) и родника в районе п. Цемзавод ($58,1 \pm 1,1$ мг/дм³). ПДК нитрат-ионов для питьевой воды составляет 45 мг/дм³. Повышенное содержание нитрат-ионов может быть связано с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, стоком с сельскохозяйственных угодий. Причем подземные воды более подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные воды из-за отсутствия "потребителей" нитратов (фитопланктон, денитрифицирующие бактерии).

Анализ воды родников п. Цемзавод показал высокую концентрацию сульфатов $2352,25 \pm 258,75$ мг/дм³ при ПДК 500 мг/дм³, что однозначно связано с антропогенным влиянием.

Концентрация ионов свинца в воде родника п. Цемзавод составила $0,065 \pm 0,021$ мг/дм³ при ПДК 0,03 мг/дм³, селена $0,072 \pm 0,014$ мг/дм³ при ПДК 0,01 мг/дм³. Как известно, данные элементы являются крайне токсичными для живых организмов.

Родниковая вода с. Артюшкино содержит марганец в концентрации $0,366 \pm 0,088$ мг/дм³ при ПДК 0,1 мг/дм³.

Повышенное содержание ионов свинца, алюминия, селена и марганца можно связать только с влиянием техногенных факторов (промышленность, транспорт). В табл. 2 представлены основные промышленные источники загрязнения окружающей природной среды Сенгилеевского района.

Кроме промышленных источников, в Сенгилеевском районе практически во всех населенных пунктах имеются несанкционированные свалки, которые также являются источниками загрязнения природных водных объектов.

Заключение

Результаты исследования показали, что наличие техногенных факторов (промышленные предприятия, транспорт и т. п.) значительно ухудшают экологическое состояние родников, особенно находящихся в непосредственной близости от промышленных и иных объектов инфраструктуры.

Таким образом, в настоящее время необходим комплексный систематический контроль и анализ состояния экосистем родников, позволяющий осуществить прогноз экологической обстановки, разработать рекомендации по достижению экологической безопасности, устойчивого эколого-экономического развития и направления социально-экологической реабилитации территории, а значит и более рационального его использования.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России.

Список литературы

1. Янин Е. П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы: Труды биогеохимической лаборатории. — М.: Наука, 2003. — С. 37—75.
2. Сулов С. В. Геоэкологическая оценка современного состояния и функционирования ландшафтов водохранной зоны водохранилищ в условиях техногенного воздействия: Дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. — Москва, 2003. — 218 с.
3. Кочеткова М. Ю. Целесообразность проведения экологического мониторинга / Дружининские чтения: Научные основы экологического мониторинга водохранилищ // Материалы всероссийской научно-практической конференции. — Хабаровск.: ДВО РАН, 2005. — С. 62—63.
4. Коновалова Л. В., Лебедева Ю. А., Шроль О. Ю. Комплексное обследование загрязнения акватории Куйбышевского водохранилища территории Ульяновской области // Геоэкологические проблемы Среднего Поволжья: Сборник научных трудов регионального научного семинара. — Ульяновск, 2008. — С. 91—93.
5. Никаноров А. М., Брызгалов В. А., Косменко Л. С., Кондакова М. Ю. Динамика притока растворенных веществ и антропогенная нагрузка на устьевую область р. Кубань // Вода: химия и экология. — 2011. — № 9. — С. 9—16.
6. Инвестиционный паспорт муниципального образования Сенгилеевский район Ульяновской области. — Ульяновск, 2011.
7. Ульяновская-Симбирская энциклопедия. — Ульяновск: Симбирск. кн., 2000. Т. 2. — С. 181.

Новые подходы стандартизации требований эргономики при проектировании машин и оборудования по ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011

В ноябре 2011 г. был принят и введен в действие национальный стандарт "Эргономическое проектирование машин для обеспечения безопасности. Часть 2: Принципы определения размеров отверстий доступа" (ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011), который соответствует Европейским Директивам по охране труда в машиностроении.

Как следует из предисловия, стандарт идентичен международному стандарту ИСО 15534-2—2000 (ISO 15534-2—2000 "Ergonomic design for the safety of machinery — Part 2: Principles for determining the dimensions required for access opening").

Во введении к рассматриваемому документу указывается, что он определяет способы применения принципов конструирования с учетом эргономических требований, нормализованных EN 614-1—2009 "Безопасность машин и механизмов. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Терминология и основные принципы" (EN 614-1—2009 "Safety of machinery — Ergonomic design and principles — Part 1: Terminology and general principles").

В разделе "Область применения" стандарта разъясняется, что он устанавливает размеры отверстий доступа в машины в соответствии с ISO/TR 12100-1:1992 "Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы расчета. Часть 1. Основная терминология, методология" (ISO 12100-1:1992 "Safety of machinery: basic concepts, general principles for design. Part 1. Basic terminology, methodology").

Обращается внимание, что требования ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011 сформулированы в основном для стационарных машин исходя из антропометрических данных, базирующихся на статистически обработанных измерениях обнаженных людей и не учитывающих возможность движения, наличия одежды, использования оборудования и условия эксплуатации машины.

В разделе "Нормативные ссылки" дается перечень стандартов ИСО, требования которых используются в рассматриваемом стандарте.

В разделе "Общие требования" подчеркивается, что оптимальным конструктивным решением, с точки зрения безопасности, удобства и эффективности эксплуатации, является отсутствие в машинах отверстий доступа. Это возможно, в частности, при создании разъемных конструкций, съемных ограждений, что позволяет упростить наладку, ремонт оборудования и его обслуживание.

В тех случаях, когда это невозможно, особую важность, согласно ГОСТ, приобретает следующий критерий: Технологические операции, предусматривающие досягаемость через минимальные отверстия доступа, являются менее результативными, менее безопасными и менее полезными, чем работа с полным доступом. Поэтому перед размещением отверстий доступа должны быть рассмотрены другие варианты, например возможность открытия машины, извлечения ее частей для ремонта. Это становится особенно важным, когда работа требует частого доступа во внутреннюю часть машины.

Если работа невозможна без отверстий доступа особую важность приобретают следующие критерии:

- a) легкость доступа, на которую влияют:
 - поза человека, характер и скорость движения, направления прямой видимости, применение силы;
 - расположение отверстий доступа относительно положения человека, например надлежащая высота над уровнем пола (в пределах легкой досягаемости), достаточное пространство внутри для возможности выполнить задание с хорошей производительностью;
 - периодичность и продолжительность выполнения задания;
 - вид инструмента для технического обслуживания или ремонта;
 - длина отверстия доступа, например проем с относительно тонкими стенками или проем туннелеобразного типа;
 - наличие дополнительного, переносного оборудования, а также средств индивидуальной защиты, включая спецодежду;
 - тип одежды, например легкая или тяжелая одежда, работа голыми руками или в толстых перчатках, с открытой головой или в каске;
- b) условия окружающей среды, например, темнота, высокая температура, шум, влажность;
- c) наличие риска при выполнении рабочего задания.

Особо отмечается, что в каждом случае наряду с антропометрическими данными должны учитываться припуски для соответствующих размеров доступа и расстояния досягаемости.

В разделе 4 "Отверстия доступа" рассматривается порядок расчета их размеров в следующих, наиболее распространенных случаях: для верхней части туловища и рук, для головы (до плечевых суставов); для обеих рук; для обоих предплечий по локоть (вперед и вниз); для одной руки до плечевого сустава; для одного предплечья до локтя; для кулака; для плоской кисти, включая большой палец до запястья; для плоской кисти (четыре пальца) до основания большого пальца; для указательного пальца до его основания; для одной стопы до щиколотки; для переднего отдела стопы, управляющей исполнительным механизмом.

Во всех случаях даются формулы для расчета геометрических размеров проемов доступа в зависимости от среднестатистических антропометрических размеров соответствующих частей тела с учетом величины припусков, необходимых для обеспечения безопасной, эффективной и удобной эксплуатации машин. Величина указанных припусков определяется по приложению А (см. ниже).

В обязательном Приложении А наибольший интерес представляют принципы определения дополнительного свободного пространства для отверстий доступа с целью обеспечения безопасности для здоровья человека, а также рекомендации по величине припусков, которые сле-

дует учитывать при определении размеров отверстия доступа. В частности, припуск для:

- входа в отверстие доступа (основной припуск) 50 мм
- рабочей одежды 20 мм
- толстой и зимней одежды или средств индивидуальной защиты 100 мм
- одежды, которая может быть повреждена от контакта со стенками отверстия доступа 100 мм
- средств индивидуальной защиты (за исключением дыхательного аппарата) 100 мм

Соответствующие рекомендации даны для всех отверстий доступа, рассмотренных выше.

В справочном Приложении В даны указания по расположению отверстий доступа для предполагаемой совокупности пользователей. Например, отверстие доступа для наблюдения должно быть расположено на высоте меньше или равной высоте плечевого сустава человека низкого роста в позе стоя над опорной поверхностью (≤ 1220 мм).

В справочном Приложении С дается расшифровка обозначений размеров доступа и антропометрических размеров частей тела человека.

В заключение нельзя не отметить низкое качество перевода рассматриваемого документа. Так, например, вместо термина "стационарное оборудование", используется термин "неподвижное оборудование". Вместо термина "средства индивидуальной защиты" используется термин "дополнительное оборудование, которое надевают на себя".

Тем не менее представляется, что введение ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011 "Эргономическое проектирование машин для обеспечения безопасности. Часть 2. Принципы определения размеров отверстий доступа" будет содействовать обеспечению безопасности, эффективности и удобству эксплуатации машин и оборудования.

Н. А. Гапонюк, доц., Э. П. Пышкина,
канд. техн. наук, проф., МГТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: anytabond@rambler.ru

ИНФОРМАЦИЯ

Новый костюм сварщика запущен в промышленное производство

Новый костюм сварщика способен противостоять искрам и брызгам расплавленного металла в течение всего нормативного срока эксплуатации, имеет уникальную конструкцию, одновременно снижающую рабочее напряжение и исключая ожоговые травмы тела и весит меньше трех килограммов. Костюм, разработанный в России Группой компаний "Энергоконтракт", с высокими результатами прошел все необходимые испытания и опытную эксплуатацию на 20 крупнейших российских предприятиях.

Профессия сварщика сопряжена с множеством рисков: искры и брызги расплавленного металла, опасность воспламенения, ультрафиолетовое излучение. Существующие до этого в нашей стране защитные костюмы, по признанию самих сварщиков, имели ряд существенных недостатков. Комплекты из брезентовых тканей неудобны в носке, дают большую усадку после стирок и химчисток, создают множество проблем при уходе. Костюмы, изготовленные из хлопка, быстро "рассыпаются", не выдерживая активной работы. Спилок и кожа имеют низкую воздухопроницаемость, тяжелые, при

намокании становятся неподъемными и "дубеют" на холоде.

"Мы проанализировали все замечания к традиционным комплектам и тщательно изучили условия работы сварщиков, характерные рабочие позы и профессиональные риски. Затем испытали десятки различных материалов и их комбинаций и тщательно проработали конструкцию костюма. Найденное в итоге решение обеспечило принципиально новый уровень безопасности и комфорта", — рассказывает директор по продуктовой стратегии ГК "Энергоконтракт" Анастасия Игнатова.

Высокую стойкость к прожиганию новому костюму сварщика обеспечивает арамидная ткань "Термол[®]" со специальным огне- и термостойким полимерным покрытием. Срок службы спецодежды увеличен за счет сочетания материала из химических волокон, который не воспламеняется даже при попадании окалины в складки одежды, и покрытия, с которого искры и брызги металла скатываются не задерживаясь. Опытная эксплуатация показала, что комплект не прогорает в течение всего года использования. Кроме того, но-





вый материал отличается хорошей воздухопроницаемостью.

Конструктивные особенности костюма обеспечивают комфорт в эксплуатации. К примеру, форма рукавов повторяет положение рук при производстве сварочных работ, а также препятствует образованию дополнительных складок, в которые могут попасть искры и брызги металла. Специалисты "Энергоконтракта" предусмотрели объемные наколенники и налокотники из негорючего амортизирующего материала, а также съемные вставки в задние карманы брюк.

Дополнительную защиту для шеи и лица от брызг расплавленного металла создает воротник-стойка. Даже карманы на куртке и в брюках расположены таким образом, чтобы не допустить попадания окалины. Основная застежка-молния на куртке смещена в левую сторону и закрыта тканевыми планками с двух сторон, что не дает искрам проникнуть под одежду. При всех своих достоинствах костюм отличается небольшим весом — всего 2,9 кг. Для достижения минимального веса при сохранении высокого уровня защитных свойств специалисты "Энергоконтракта" сочетали в конструкции костюма современные термостойкие ткани и более тонкий материал на тех участках, где риск получения ожоговых травм минимален.

В анкетах с результатами испытаний костюм и по эргономическим, и по гигиеническим характеристикам получил от сварщиков самые положительные отзывы, а в графе с оценкой защитных свойств отмечено: "не прогорает, повреждений нет". Вот как о разработке отзываются сами сварщики, тестировавшие новый комплект от трех до шести месяцев.

"Новый комплект сварщика удобен и практичен в эксплуатации. Хотелось бы полностью перейти на данную спецодежду". Д. Синицын, электрогазосварщик ОАО "НПК "Уралвагонзавод";

"Конструкция костюма очень удобна. Благодаря смещенной застежке искры и брызги расплавленного металла не попадают под одежду". Я. Павлютин, сварщик по ремонту грузовых вагонов, ОАО "РЖД";

"В костюме удобно работать и в помещении, и на улице". Н. Акулич, сварщик ОАО "Газпромнефть" — "ОНПЗ".

Только после прохождения многочисленных испытаний и получения исключительно положительных отзывов в процессе опытных носок, костюм был пущен в промышленное производство для поставки на предприятия нефтегазового, энергетического и железнодорожного комплексов. Спецодежда сварщика, обеспечивающая российским специалистам принципиально новый уровень безопасности, прочности и комфорта, ориентирована на 2-й и 3-й классы защиты, установленные ГОСТ 12.4.247—2008. Это наиболее тяжелые условия сварки, при которых расстояние от источника брызг металла и окалины составляет 50 см, а работы ведутся в тесных замкнутых помещениях. Соответственно и требования, предъявляемые к таким костюмам, особенно жесткие. Однако многочисленные испытания, тесты и полученные к настоящему времени отзывы самих сварщиков свидетельствуют — новинка "Энергоконтракта" отвечает самым высоким требованиям с запасом.

Т. А. Кутузова,
PR менеджер ЗАО "ФПГ Энергоконтракт"
E-mail: kutuzova@energocontract.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии""

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

Технический редактор *Е. М. Патрушева.* Корректор *Е. В. Комиссарова.*

Сдано в набор 30.05.13. Подписано в печать 16.07.13. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ813.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 5/7, стр. 2, офис 2.