



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

7 (127)
2011

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ГРИГОРЬЕВ С. Н.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
МАХУТОВ Н. А.
ПАВЛИХИН Г. П.
СИДОРОВ В. И.
СОКОЛОВ Э. М.
СОРОКИН Ю. Г.
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:

ГРУНИЧЕВ Н. С.
ИВАНОВ Н. И.
КАЛЕДИНА Н. О.
КАРТАШОВ С. В.
КАЧАНОВ С. А.
КАЧУРИН Н. М.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.
КСЕНОФОНТОВ Б. С.
КУКУШКИН Ю. А.
МАЛАЯН К. Р.
МАСТРИУКОВ Б. С.
МИНЬКО В. М.
ПАНАРИН В. М.
ПОЛАНДОВ Ю. Х.
ПОПОВ В. М.
СИДОРОВ А. И.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.
ФРИДЛАНД С. В.
ХАБАРОВА Е. И.
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

- Андреева В. А., Ефремов С. В. Разработка понятийного ряда в области охраны труда . . . 2
Родин В. Е., Казаков Ю. М. Обоснование параметров упругих элементов защитной каски на основе моделирования динамики удара 6

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ

- Черный К. А. Современное представление о природе аэроионов и их классификация . . . 15

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дудников Ю. В., Азметов Х. А. Выбор параметров заглубления, необходимых для обеспечения безопасности подводных переходов магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов 21
Павлова Н. М., Волохина А. Т., Иванова М. В., Глебова Е. В. Экспертная оценка как метод анализа производственной деятельности руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара" 24

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Ахтямов Р. Г., Саханевич М. В., Куликова Д. В. Снижение экологической опасности ливневого стока с мостовых переходов 30
Фоменко А. И., Коснырева Н. А. Безопасность децентрализованного водоснабжения на территориях в зонах техногенного загрязнения 36

ОБРАЗОВАНИЕ

- Томаков М. В., Курочкин В. А. Интеграция интернет-ресурсов в процесс формирования информационной компетентности инженера: решения и проблемы 43

РЕЦЕНЗИИ НА ВЫШЕДШИЕ КНИГИ

- Рецензия на монографию А. М. Апасова "Активная диагностика разрушения и предотвращение техногенных катастроф" 48

ИНФОРМАЦИЯ

- IV Международная научно-техническая конференция "Безопасность. Технология. Управление" и Пленум Учебно-методического Совета "Техносферная безопасность" 50
Вторая международная выставка по безопасности и охране труда в энергетике (SAPE-2011) . 52
Информация о Международной электротехнической комиссии и стандартах на средства индивидуальной защиты 53
Круглый стол на тему: "Эффективные средства защиты населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области в чрезвычайной экологической ситуации" 55
Приложение. Андреева В. А., Ефремов С. В., Малаян К. Р., Монашков В. В. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования для профиля подготовки бакалавров "Безопасность технологических процессов и производств" направления подготовки 280700 "Техносферная безопасность" по ФГОС ВПО. Выпуск 1

Журнал входит в Перечень ведущих и 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 658.382.3

В. А. Андреева, асп., **С. В. Ефремов**, канд. техн. наук,
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
E-mail: vika.andreeva@gmail.com

Разработка понятийного ряда в области охраны труда

В статье предпринята попытка выстроить логически связанную систему понятий в области охраны труда. Для этого сформулированы принципы построения понятийного ряда, выбрано исходное понятие, определена структура понятийного ряда, даны определения некоторым терминам, в том числе термину "охрана труда".

Ключевые слова: понятийный ряд, вред, опасность, опасное событие, поражение, риск, безопасность, безопасность труда, охрана труда, производственная санитария, производственная безопасность, техника безопасности

Andreeva V. A., Efremov S. V. Occupational safety and health definition line designing

There is an attempt to develop logical system of occupational safety and health definitions in the article. Thereto principles of definition line designing were laid down, source definition was chosen, structure of definition line was determined, some term definitions were laid down including term occupational safety and health".

Keywords: definition line, harm, hazard, dangerous event, injuries, risk, safety, injuries, occupational safety and health, occupational sanitation, occupational safety, safety techniques

1. Формулирование принципов построения понятийного ряда в области охраны труда

В научно-методической литературе используется ряд терминов, определения которых не всегда способствуют четкому пониманию излагаемых мыслей. Для понимания формирующейся области знаний — безопасность жизнедеятельности — можно указать на работы С. В. Белова [1], О. Н. Русака [2], которые с разных позиций описывают и определяют одно и то же понятие, что указывает на многогранность явлений и сложность создания единого глоссария.

В охране труда, сложившейся как "система организационных и технических мероприятий и средств" до настоящего времени отсутствует логи-

чески обоснованная структура понятий, которыми оперирует эта область человеческой деятельности. Авторами предпринята попытка выстроить логически связанную систему понятий, присущих охране труда в качестве версии научного обоснования терминологического аппарата этой области деятельности. При формировании понятийного ряда необходимо соблюдать некоторые принципы. В качестве основных принципов выберем три [3].

Принцип гармонизации. Для гармонизации понятийного аппарата необходимо на практике использовать только логически непротиворечивые определения терминов, даже если они не закреплены юридически.

Принцип единственности. При построении понятийного ряда следует учитывать, что любое понятие, являющееся общим для нескольких областей деятельности, не может в равной степени использоваться в них, а одно и то же определение в контексте различной деятельности приобретает различный смысл. Поэтому в разных словарях и энциклопедиях можно встретить разные определения для одинаковых терминов. Однако необходимо выбрать или сформировать то единственное определение, которое подходит для рассматриваемой области деятельности.

Принцип исходного понятия. Необходимо выбрать некоторое исходное понятие, т. е. термин, содержание которого не вызывает сомнений и который может быть использован в качестве основы для остальных определений. На основе этого понятия и будут строиться все остальные определения.

В качестве элементарных понятий можно использовать понятия: угроза, вред, ущерб.

Угроза говорит о чем-то еще не совершенном, т. е. нереализованном, поэтому оно не полностью отвечает требованиям к исходному понятию. *Ущерб* — это сложное понятие, которое можно определить исходя из понятия *вред*. Воспользуемся термином *вред* в качестве исходного понятия. Он не используется как сложное понятие, и в то же время у людей не возникает двойного понимания, когда они слышат это слово. Будем считать, что

его значение ясно всем и не нуждается в определении [4]. По форме вред может быть острым и хроническим. Острый вред — приводит к травме, хронический вред — приводит к заболеванию.

При формировании понятийного ряда в области охраны труда очень важно определить объект охраны. Это не столько "труд", сколько "условия труда" как совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

2. Определение структуры понятийного ряда

Выбрав в качестве исходного понятия "*вред*", *опасность* определим как свойство объекта, выраженное в его способности причинять вред себе и другим объектам.

Опасности реализуются в ходе некоторых событий, назовем их *опасные события*. При реализации опасного события причиняется вред. Результат причинения вреда назовем *поражением*.

Нереализованную (потенциальную) опасность будем характеризовать таким понятием как *риск*, понимая под риском меру опасности. Учитывая, что мера — это количественная характеристика, меру опасности будем представлять как произведение вероятности причинения вреда на тяжесть причиненного вреда. В соответствии с действующими нормами, нормативные требования чаще всего являются детерминированными значениями физических, химических или биологических характеристик вредных и опасных факторов, если же учесть вероятность реализации факта превышения критериальных значений (норм), то вместо детерминированной меры опасности получим вероятностную меру опасности, которую назовем "показатель профессионального риска".

Свойство объекта противостоять опасности назовем *безопасность*.

Рассматривая понятийный ряд в области охраны труда, в качестве объекта, который должен противостоять опасностям, целесообразно выбрать условия труда и говорить о *безопасности условий труда*, но в настоящее время часто взамен этого термина применяют термин "безопасность труда", понимая под безопасностью труда такие условия труда, которые обеспечивают нормативные требования к производственной среде и трудовому процессу. Систему мероприятий по обеспечению безопасности работника будем называть *охраной труда*. Термин "охрана труда" сложился исторически. В царской России использовался созвучный ему термин "охрана жизни и здоровья рабочих" [5].

В международном законодательстве используется термин, "occupational safety and health", кото-

рый дословно переводится как производственная безопасность и здоровье. По смысловой нагрузке этот термин совпадает с нашим термином "охрана труда". Однако в документах МОТ на русском языке [6, 7] можно встретить и другие переводы этого словосочетания. Будем использовать термин "охрана труда" как единый для определения всего комплекса мероприятий по обеспечению безопасности труда.

В Трудовом Кодексе Российской Федерации [8] охрана труда определяется как "система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия". Окончательная фраза — "...и иные мероприятия" — делает это определение незаконченным, поскольку непонятно, какие именно это мероприятия. С точки зрения логики, делая дефиницию для термина, мы должны описать полную группу событий, входящих в этот термин, т. е. точно определить все его составляющие, которых, по нашему мнению, четыре:

- социально-экономические и правовые аспекты;
- производственная санитария и гигиена труда;
- производственная безопасность;
- пожарная безопасность (выделена из производственной безопасности исторически вследствие особой опасности и специфичности).

Производственная санитария определяется как система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов. *Гигиена труда* изучает меры, направленные на профилактику вредного и опасного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работников. Гигиена также включает в себя санитарно-бытовое обеспечение работников, лечебно-профилактическое питание и реабилитационное лечение.

Производственная безопасность определяется как комплекс мероприятий по обеспечению безопасности в случае возникновения опасных факторов и включает в себя электробезопасность, безопасную эксплуатацию оборудования, безопасное протекание технологических процессов, безопасность перемещения грузов, безопасность перемещения персонала по территории предприятия и эргономику.

Необходимо разобраться также, каким образом соотносятся понятия промышленная безопасность и охрана труда. Исходя из определения ФЗ № 116 от 21.07.1997 [9], *промышленная безопасность* опас-



Структура понятийного ряда в области охраны труда

| Исходное понятие — вред Объект охраны труда — условия труда | | | | |
|--|--|---|--|---|
| ▼ | | | | |
| Группы понятий | | | | |
| Опасность | Опасные события | Поражение | Риск | Безопасность |
| Опасность Источник опасности Опасные вещества Опасные воздействия | Опасное событие Профзаболевание Несчастный случай Индициент Авария | Поражение Поражающий фактор Поражающий параметр Критерий поражения Вредный фактор Опасный фактор | Риск Приемлемый риск Профессиональный риск Показатели риска (технический, потенциальный, индивидуальный коллективный, социальный) | Безопасность Охрана труда Социально-правовые мероприятия охраны труда Производственная санитария Производственная безопасность Пожарная безопасность |

ных производственных объектов — это состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий. Основная цель промышленной безопасности — предотвращение и/или минимизация последствий аварий на опасных производственных объектах. Основная цель охраны труда — сохранение жизни и здоровья работников. Промышленная безопасность не является полностью составной частью охраны труда, поскольку аварии на опасных производственных объектах могут затронуть не только работников предприятия, но и остальное население. Однако те функции, которые несет промышленная безопасность относительно работников, полностью вписываются в производственную безопасность, т. е. можно сказать, что охрана труда и промышленная безопасность пересекаются лишь в части производственной безопасности.

Еще один термин, с которым нужно четко определиться — это *техника безопасности*. Для многих техника безопасности и охрана труда часто являются неразличимыми, например, до недавнего времени на многих предприятиях должность инженера по охране труда называлась инженер по технике безопасности, однако это исторически сложившаяся ошибка, поскольку техника безопасности является составной частью охраны труда.

По ГОСТ 12.0.002—80 [10] техника безопасности — это система организационных мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов. Однако в том же ГОСТе дается эквивалент этого термина на английском, который звучит как *safety (laws)*, что в дословном переводе означает: безопасность (законы, предписывающие акты). Большая советская энциклопедия [11] определяет технику безопасности как один из разделов охраны труда, представляющий собой систему организационных и технических мероприятий и

средств, предотвращающих воздействие на работников опасных производственных факторов.

Таким образом, техника безопасности полностью соответствует более широко применяемому в настоящее время термину производственная безопасность. Терминология любой науки постоянно претерпевает изменения: появляются новые термины, а старые иногда заменяются на более употребительные. По мнению авторов, термин техника безопасности устарел и целесообразно заменить его термином производственная безопасность, как полностью соответствующим по содержанию и более современным.

Из приведенных суждений можно сделать вывод о необходимости включения в структуру понятийного ряда в области охраны труда пяти групп понятий (см. таблицу):

1. Понятия, связанные с опасностью.
2. Понятия опасных событий.
3. Понятия, связанные с поражением.
4. Понятия, связанные с риском.
5. Понятия, связанные с безопасностью.

Каждая группа понятий начинается с понятия, давшего название группе, затем идут соподчиненные понятия. В этот ряд включены только основные понятия, так называемые понятия первого ранга. Могут быть понятия и более низких рангов.

В группу понятий, связанных с опасностью, кроме термина опасность включены термины: источник опасности; опасные вещества; опасные воздействия.

Опасные вещества — это вещества, способные причинить вред. Опасные вещества можно разделить на четыре группы: взрывопожароопасные вещества, опасные химические вещества, опасные биологические вещества, радиоактивные вещества [4].

Опасные воздействия — это энергетические воздействия, причиняющие вред (поле давления, световое, электрическое, акустическое, информационное и другие поля) [4].

В группу опасные события вошли термины: опасное событие, профессиональное заболевание, несчастный случай, инцидент, авария.

Профессиональное заболевание — хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредного производственного фактора и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности [12].

Несчастный случай на производстве — событие, в результате которого работник получил увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им обязанности по трудовому договору (контракту) и в иных установленных Федеральным законом случаях как на территории организации, так и за ее пределами, либо во время следования к месту работы или возвращения с места работы на транспорте, предоставленном организацией, и которое повлекло необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть [12].

Инцидент — отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте [9].

Авария — разрушение сооружений или технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв или выброс опасных веществ [4].

Понятие "поражение" раскрывается в терминах поражение, поражающий фактор, поражающий параметр, критерий поражения, вредный производственный фактор, опасный производственный фактор.

Под поражением будем понимать результат причинения вреда. Силу, причиняющую вред, назовем поражающим фактором. То есть это сила (форма движения материи), с помощью которой поражающие эффекты (энергия, вещество, информация) передаются от источника опасности к объекту поражения.

Поражающий параметр — это количественная характеристика поражающего фактора (это параметр, определяющий степень воздействия поражающего фактора на объекты).

Критерий поражения — это численное значение поражающего параметра, соответствующее определенной степени поражения.

Вредный производственный фактор — фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию или стойкому снижению работоспособности [1].

Опасный производственный фактор — фактор, воздействие которого на работающего может привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья [1].

Характеризуя группу понятий, связанных с риском, нельзя не остановиться на таких понятиях как приемлемый риск, профессиональный риск [6]. Особое место в этой группе занимают показатели риска: технический риск, потенциальный риск, индивидуальный риск, коллективный риск и социальный риск.

Предложенный понятийный ряд позволяет создать единую терминологическую систему в области охраны труда, выявить связь между понятиями, сформировать группы и составить иерархическую структуру терминов. Все это дает возможность ученым и практикам иметь непротиворечивый и логически выверенный понятийный аппарат в области охраны труда.

Список литературы

1. Белов С. В., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: Учеб. пособие / Под ред. С. В. Белова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 304 с.
2. Русак О. Н. Основы учения о безопасности человека // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 8. Приложение. — С. 2.
3. Ефремов С. В., Данько В. А. Разработка понятийного ряда терминов техногенных опасностей // 35 неделя науки СПбГПУ: Материалы ВМНТК. Ч. 12. СПб.: СПбГПУ, 2007 год.
4. Ефремов С. В. Опасные технологии и производства. Техногенные опасности: Учеб. Пособие. Гриф УМО. — СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008. — 224 с.
5. Погожев А. В. Взаимодействие техники и медицины по охране жизни и здоровья рабочих: (сообщение д-ра А. В. Погожева в заседании санитарной группы Моск. отд. Импер. рус. техн. общ-ва 18 марта 1899 г.) / А. В. Погожев. — Б. м.: б. и., 1899. — 50 с.
6. Конвенция МОТ № 161 "О службах гигиены труда".
7. Конвенция МОТ № 155 "О безопасности и гигиене труда и производственной среде".
8. Федеральный закон от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ "Трудовой кодекс Российской Федерации".
9. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
10. ГОСТ 12.0.002—80. ССБТ. Термины и определения.
11. Большая Советская Энциклопедия [Электронный ресурс]: в 30 т. — Электрон. текстовые дан. (1 файл: К6). — [М.]: БСЭ: Гласнет, 2003. — 3 электрон. опт. диска (CD-ROM).
12. ГОСТ Р 12.0.007—2009. ССБТ. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.



УДК 62-78

В. Е. Родин, д-р техн. наук, НИИ охраны труда, г. Екатеринбург,
Ю. М. Казаков, канд. техн. наук, Уральский государственный горный университет,
г. Екатеринбург
E-mail: iot@iotekbru

Обоснование параметров упругих элементов защитной каски на основе моделирования динамики удара

Рассматривается вертикальный неупругий удар тяжелого предмета по защитной каске. Механическая система "каска—ударник" состоит из ударника и купола каски, подвешенного на упругом амортизаторе. Исследование колебательного движения системы с двумя степенями свободы проводится на эквивалентной схеме, полученной путем замены упругих элементов — амортизатора и купола каски на вертикальные пружины с соответствующими приведенными коэффициентами жесткости. Аналитически построена область допустимых значений коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски, при которых выполняются ограничения на передаваемое усилие и безопасный зазор. Проведено исследование динамики удара по защитной каске, подкрепленной ребром жесткости. Показана возможность минимизации усилия, передаваемого на голову человека, путем надлежащего выбора ширины ребра. Описан алгоритм выбора параметров упругих элементов каски.

Ключевые слова: защитная каска, динамика удара, передаваемое усилие, ребро жесткости

Rodin V. E., Kazakov Yu. M. Substantiation of parameters of elastic elements of protective helmet on basis of impact dynamics modeling

We examine here a type of the vertical non-elastic impact on a protective helmet with some heavy object. The "helmet—hammer" mechanical system shall consist of a "hammer" (the heavy object) and a dome of the helmet suspended on an elastic shock absorber. Examination of fluctuating movement of the system with two degrees of freedom shall be performed on the equivalent scheme obtained by means of substitution of the elastic elements (namely, shock absorber and helmet dome) by vertical springs with the appropriate reduced rigidity factors. The area of allowable values of rigidity factors of the shock absorber and helmet dome whereat restrictions for the transferred force and the safe gap will be observed is built in analytical way. We conducted researching of dynamics of the impact on the protective helmet strengthened with a rigidity rib. We demonstrated possibility of minimizing the force affecting a head of a human being by means of the appropriate choice of the rib's width. The algorithm of selection of parameters of the helmet's elastic elements is described.

Keywords: protective helmet, dynamics of the impact, transferred force, rigidity rib

Высокий уровень производственного травматизма горнорабочих и ограниченный ассортимент защитных касок, пригодных для условий горного производства, приводит к необходимости создания новых касок и не только для шахтеров, но и для других профессий горнорабочих с приемлемыми защитными свойствами. Для достижения этой цели необходимо проведение комплекса теоретических, экспериментальных, конструкторских и дизайнерских исследований.

Недостаточность существующих теоретических исследований амортизационных свойств касок заключается в том, что все имеющиеся модели поглощения энергии удара каской учитывают упругие свойства либо только корпуса каски, либо — только амортизатора отдельно без взаимосвязи между собой. Такое моделирование процесса деформации каски приводит к существенному упрощению моделей и к снижению их адекватности реальным физико-механическим процессам удара.

Известные попытки одновременного учета упругих свойств купола каски и внутренней оснастки построены на основе априорно устанавливаемого перераспределения энергии удара между корпусом каски и амортизатором. Очевидно, что перераспределение энергии удара зависит от динамики процесса, от соотношений конструктивных параметров каски и не может являться нормируемой величиной.

Результаты экспериментов показывают, что передаваемое на голову усилие носит колебательный характер, выявить который можно только путем построения динамических моделей. Таким образом, существующие методы разработки и конструирования касок в части теоретических исследований необходимо дополнить динамическими моделями, связывающими в единой механической системе упругие свойства купола каски и амортизатора.

Амортизация удара каской с куполом без ребра жесткости

Для обоснования параметров упругих элементов защитной каски рассматривается вертикальный прямой удар по защитной каске. Каска состоит из купола и упругого амортизатора. Купол каски представляет собой однородную оболочку, поверхность которой близка по форме к поверхности свода головы и представляется в виде отсеченной верхней части трехосного эллипсоида. Полуосьями эллипсоида являются: половина ширины эллипса нижнего основания купола каски, половина его длины и высота купола от плоскости нижнего основания. Амортизатор состоит из четырех или шести упругих линейных элементов — лучей. Рассматривается линейная модель амортизатора, в которой сложная кривая изгиба луча (по поверхности головы, затем по касательной до точки крепления у основания каски) заменяется ее хордой, соединяющей точку крепления луча у основания каски с вершиной головы, где сходятся все лучи. Схематическое изображение купола каски и крепления лучей амортизатора в поперечном сечении каски показано на рис. 1.

Движение в системе, состоящей из ударника и упругого купола, подвешенного на упругом амортизаторе, начинается после того, как ударник падает на неподвижную каску и в момент удара имеет скорость $V_{0\text{уд}}$. Каска начинает двигаться вертикально вниз по направлению удара — проседает. Кроме того, купол каски упруго прогибается под ударником, допуская движение ударника относительно купола. Так как верхняя точка лучей амортизатора, условно расположенная на голове, остается неподвижной, а нижние, прикрепленные к куполу каски, перемещаются в вертикальном направлении, лучи упругого амортизатора поворачиваются и растягиваются.

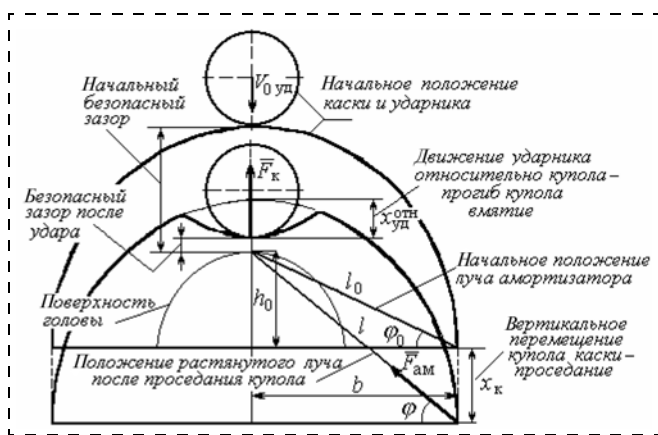


Рис. 1. Схема движения купола каски и ударника

В системе действуют силы упругой деформации лучей амортизатора $F_{\text{ам}}$ и купола каски $F_{\text{к}}$. На схеме (см. рис. 1) показано начальное состояние системы, когда ударник касается каски, перемещение купола каски после удара — $x_{\text{к}}$, а также движение ударника относительно купола — $x_{\text{уд}}^{\text{отн}}$. В начальный момент времени луч амортизатора длиной l_0 составляет угол φ_0 к вертикали. В модели учитывается, что длина луча включает как длину упругой части, так и длину жесткого вкладыша — устройства крепления луча к каске. При этом растяжению подвергается только упругая часть луча амортизатора. После проседания каски на величину $x_{\text{к}}$ растянутый луч длиной l наклонен к вертикали под углом φ (на рис. 1 для удобства отмечен только один луч). На схеме показано направление силы упругости растянутого амортизатора и силы упругой деформации купола. Выражая силу упругости луча амортизатора через вертикальное перемещение каски, можно получить приближенный коэффициент жесткости всего амортизатора, приведенный к этому движению и выраженный через параметры каски,

$$p_{\text{ам}} = E_{\text{ам}} \sum_i \frac{A_i}{l_{0i\text{упр}}} \left(1 - \frac{b_i^2}{l_{0i}^2} \right),$$

где $E_{\text{ам}}$ — модуль упругости материала лучей амортизатора; A_i — площадь сечения лучей амортизатора; l_{0i} — начальная длина луча амортизатора; $l_{0i\text{упр}}$ — начальная длина упругой части луча; b — расстояние от точки крепления луча на каске до центра эллипса основания каски. Суммирование производится по всем лучам амортизатора.

Определение энергии упругой деформации купола проведено на модели, основанной на представлении деформации выпуклой оболочки в виде зеркального отражения исходной поверхности¹. Предполагается, что потенциальная энергия упругой деформации купола состоит только из энергии изгиба купола на границе области деформации. С учетом допустимого приближения вогнутой поверхности эллипсоидального купола каски к эллиптическому параболоиду энергия деформации купола каски определяется по формуле

$$U = 2\pi\gamma E_{\text{к}} h^5/2 u^3/2 K,$$

где $E_{\text{к}}$ — модуль упругости материала каски; h — толщина каски на границе области прогиба; u — высота прогиба купола; $u = x_{\text{уд}}^{\text{отн}}$; K — средняя

¹ Погорелов А. В. Геометрическая теория устойчивости оболочек. — М.: Наука, 1966.



кривизна поверхности; $K = \frac{1}{2}(k_1 + k_2)$, k_1, k_2 — главные кривизны поверхности купола каски в его вершине; c_γ — постоянная величина.

Сила упругости F_K , вызванная упругой деформацией купола, находится из равенства элементарного изменения энергии деформации элементарной работе силы упругости: $dU = dA$. Отсюда зависимость между величиной силы упругости купола и деформацией (величиной прогиба) выражается в виде $F_K = 3\pi c_\gamma E_K h^{5/2} K \sqrt{u}$.

Для выделения колебательной составляющей изменения прогиба купола сила упругости купола должна быть представлена в виде линейной зависимости от величины его прогиба. Задача приближения представляется как задача минимизации интегрального среднеквадратического отклонения в границах допустимого предела прогиба каски, равного величине начального безопасного зазора. В результате коэффициент жесткости купола, приведенный к вертикальному движению ударника,

$$p_K = \frac{18}{5\sqrt{h_B}} \pi c_\gamma E_K h^{5/2} K,$$

где h_B — начальный безопасный зазор.

Исследование колебательного движения системы — купола каски на упругом амортизаторе и ударника на упругом куполе проведено на эквивалентной схеме (рис. 2). Эквивалентная модель получена путем замены упругих элементов системы — наклонных лучей упругого амортизатора и упругой деформации купола каски на вертикальные пружины с соответствующими приведенными коэффициентами жесткости. На схеме обозначено $m_K, m_{уд}$ — массы каски и ударника; $p_K, p_{ам}$ — приведенные коэффициенты жесткости упругого купола каски и упругого амортизатора; $x_K, x_{уд}$ — абсолютные перемещения каски и ударника, отсчитываемые от соответствующих положений статического равнове-

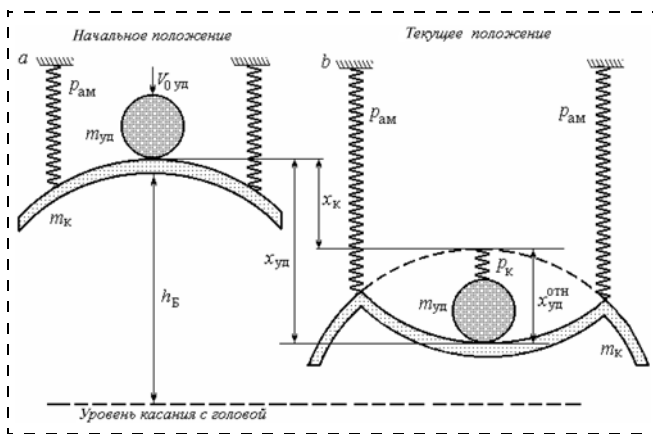


Рис. 2. Эквивалентная модель колебаний ударника и каски

сия. Так как амортизатор и каска являются достаточно жесткими элементами и их статические деформации пренебрежимо малы, можно считать, что положения статического равновесия каски и ударника совпадают с начальным положением недеформированной системы.

В результате движение описывается системой дифференциальных уравнений Лагранжа II рода

$$m_K \ddot{x}_K + (p_K + p_{ам})x_K - p_K x_{уд} = 0,$$

$$m_{уд} \ddot{x}_{уд} + p_K(x_{уд} - x_K) = 0$$

с начальными условиями: время $t = 0$, $x_K = 0$, $\dot{x}_K = 0$, $x_{уд} = 0$, $\dot{x}_{уд} = V_{0уд}$.

Общее решение системы, выражающее движение каски и ударника, представляется в виде:

$$x_K = \frac{V_{0уд} \mu_1 \mu_2}{(\mu_2 - \mu_1)} \left(\frac{1}{\omega_1} \sin \omega_1 t - \frac{1}{\omega_2} \sin \omega_2 t \right),$$

$$x_{уд} = \frac{V_{0уд}}{(\mu_2 - \mu_1)} \left(\frac{\mu_2}{\omega_1} \sin \omega_1 t - \frac{\mu_1}{\omega_2} \sin \omega_2 t \right),$$

$$\mu_1 = \frac{p_K - \omega_1^2 m_{уд}}{p_K}, \quad \mu_2 = \frac{p_K - \omega_2^2 m_{уд}}{p_K},$$

где ω_1, ω_2 — собственные частоты колебаний ударника и каски;

$$\omega_{12} = \sqrt{\frac{1}{2} q \pm \sqrt{\frac{1}{4} q^2 - r}},$$

$$q = p_{ам} \frac{1}{m_K} + p_K \left(\frac{1}{m_K} + \frac{1}{m_{уд}} \right), \quad r = \frac{p_K p_{ам}}{m_K m_{уд}}.$$

Из общей формы решения видно, что движение купола на упругом амортизаторе и ударника на упругом куполе каски представляются как сумма двух главных колебаний — высокочастотного с частотой ω_1 и низкочастотного с частотой ω_2 . Амплитуда колебаний зависит как от условий удара, так и от параметров каски.

Усилие F_d , передаваемое на голову при ударе по каске, представляет собой суммарную проекцию на вертикальное направление сил упругости лучей растянутого амортизатора и рассчитывается через приведенную жесткость амортизатора $p_{ам}$ и вертикальное перемещение купола каски x_K , т. е. $F_d = p_{ам} x_K$. Безопасный зазор, который обеспечивает каска после удара, вычисляется как разность между начальным безопасным зазором h_B и абсолютной координатой движения ударника $x_{уд}$ в конце удара. На рис. 3 приведены результаты расчетов на модели максимальной величины передаваемого усилия и максимальной координаты движения ударника в за-

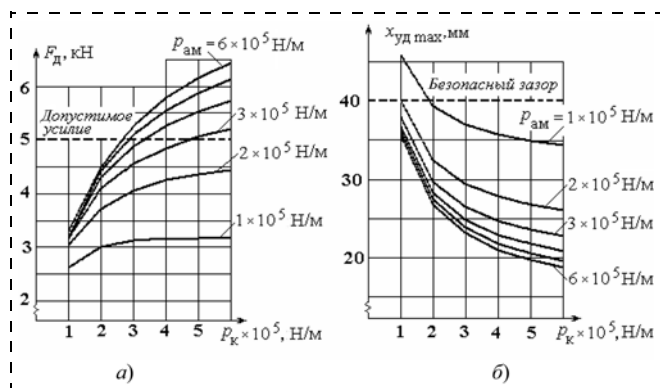


Рис. 3. Изменение максимальных значений передаваемого усилия (а) и координаты движения ударника (б) в зависимости от жесткости каски p_k и амортизатора $p_{ам}$

висимости от коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски. Расчеты показывают противоречивый характер изменения максимального значения передаваемого усилия и величины безопасного зазора при однонаправленном изменении коэффициентов жесткости каски и амортизатора. Очевидно, что при конструировании защитной каски упругие характеристики амортизатора и купола каски должны быть согласованы между собой.

Аналитический вид решения задачи колебаний каски и ударника позволил провести теоретическую оценку передаваемого усилия и безопасного зазора и построить область допустимых значений параметров жесткости амортизатора и каски. Обоснование вида области допустимых значений коэффициентов жесткости амортизатора и каски основано на безусловных оценках передаваемого усилия и величины безопасного зазора.

Установлено, что ограничение на величину передаваемого усилия $F_{дmax} \leq F_{adm}$ и требование по безопасному зазору $x_{удmax} < h_B$ будут выполнены, если среднее гармоническое значение приведенных коэффициентов жесткости упругих элементов системы

удовлетворяет неравенствам $A \leq \frac{p_{ам} p_k}{p_{ам} + p_k} \leq B$, где

нижняя A и верхняя B границы среднего гармонического значения коэффициентов

$$A = \frac{2T_{уд}}{h_B^2} \left(1 + \frac{m_k}{m_{уд}} \right);$$

$$B = \frac{F_{adm}^2}{2T_{уд} \left(\sqrt{1 + \frac{m_k}{m_{уд}}} + \sqrt{\frac{m_k}{4m_{уд} - m_k}} \right)^2},$$

где $T_{уд}$ — энергия удара.

В результате решения задачи максимизации интервалов изменения коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски, при которых выполняются ограничения на передаваемое усилие и безопасный зазор, установлено, что максимальная область согласованного изменения коэффициентов представляет собой квадрат, определяемый неравенствами $2A < p_k < 2B$, $2A < p_{ам} < 2B$.

Теоретические значения констант A и B , ограничивающих средние гармонические величины коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски, получены в результате применения безусловно выполняемых неравенств и поэтому в значительной степени сужают область допустимых значений коэффициентов. Более точные значения констант A и B находятся путем аппроксимации расчетных граничных значений коэффициентов жесткости теоретически известными уравнениями границ — верхней

$$p_{ам} = \frac{B p_k}{p_k - B} \text{ и нижней } p_{ам} = \frac{A p_k}{p_k - A}.$$

На рис. 4 показано построение уточненной области допустимых значений коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски $p_{ам}$ и p_k , при которых передаваемое усилие не превосходит 5 кН, а координата движения ударника достигает величины начального безопасного зазора, равного 37,5 мм. Расчеты проводились при значениях энергии удара $T_{уд} = 50$ Дж, массы каски $m_k = 0,4$ кг, массы ударника $m_{уд} = 5$ кг. В результате расчетов уточненные нижняя и верхняя границы средних гармонических значений коэффициентов жесткости амортизатора и каски равны: $A = 0,69 \cdot 10^5$ Н/м, $B = 1,9 \cdot 10^5$ Н/м. (Для сравнения, теоретические нижняя и верхняя границы средних гармонических значений коэффициентов жесткости амортизатора и каски составляют: $A = 0,768 \cdot 10^5$, $B = 1,79 \cdot 10^5$ Н/м).

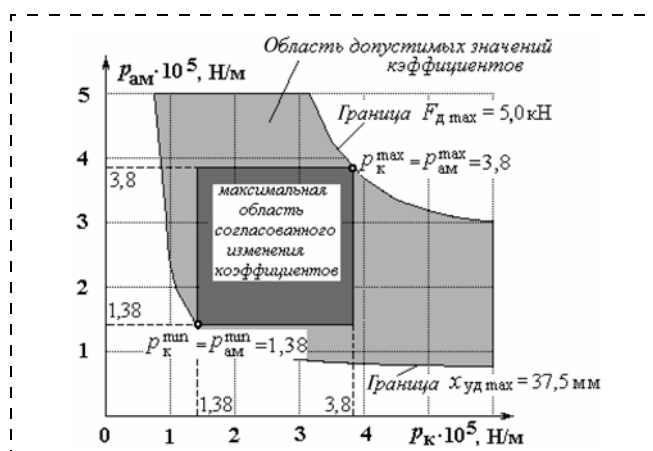


Рис. 4. Уточненная область допустимых значений коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски и максимальная область их согласованного изменения при $F_{adm} = 5$ кН, $h_B = 37,5$ мм



Тогда максимальные границы согласованного изменения коэффициентов жесткости каски и амортизатора определяются неравенствами: $1,38 \cdot 10^5 < p_k < 3,8 \cdot 10^5$ Н/м, $1,38 \cdot 10^5 < p_{ам} < 3,8 \cdot 10^5$ Н/м.

Конструктивными параметрами, существенно влияющими на жесткость упругих элементов, являются: для амортизатора — число лучей в амортизаторе, площадь сечения лучей и модуль упругости материала амортизатора, для купола каски — толщина каски в области удара и модуль упругости материала, из которого изготовлен купол каски.

В настоящее время для изготовления корпусов защитных касок наиболее распространенным материалом является полиэтилен низкого давления (ПЭНД), а элементы внутренней оснастки часто изготавливаются из полиэтилена высокого давления (ПЭВД). Это связано с невысокой стоимостью материала и относительной простотой технологии изготовления. Основным показателем, характеризующим механические свойства полиэтиленов, является модуль упругости. Однако для полиэтиленов этот показатель нестабилен и меняет свое значение при колебаниях температуры, так, при стандартном изменении температуры в средних широтах от $+20$ до -20 °С модули упругости материалов каски и амортизатора увеличиваются более, чем в 2 раза. Это сказывается на величинах приведенных коэффициентов жесткости купола каски и амортизатора и, следовательно, на амортизационных показателях защитных касок.

В этом случае задача оптимального выбора конструктивных параметров упругих элементов касок заключается в определении таких их значений, при которых обеспечиваются необходимые амортизационные свойства каски для максимально широкого температурного диапазона эксплуатации.

Выбор осуществляется путем построения областей допустимых значений конструктивных параметров упругих элементов.

На рис. 5 показаны рабочие области для выбора значений площади сечения лучей амортизатора и толщины купола каски с учетом максимальных допустимых изменений коэффициентов жесткости купола каски и амортизатора. Расчеты проведены на основании установленных зависимостей модулей упругости материалов амортизатора и корпуса каски от температуры при стандартной геометрии купола каски и типичной конструкции шестилучевого амортизатора.

Из рис. 5, а, б следует, что у защитной каски с полиэтиленовыми амортизатором и куполом каски допустимые изменения коэффициентов жесткости $1,38 \cdot 10^5 \leq p_{ам} \leq 3,8 \cdot 10^5$ Н/м, $1,38 \cdot 10^5 \leq p_k \leq 3,8 \cdot 10^5$ Н/м, при которых передаваемое усилие не превосходит 5 кН, а максимальная координата движе-

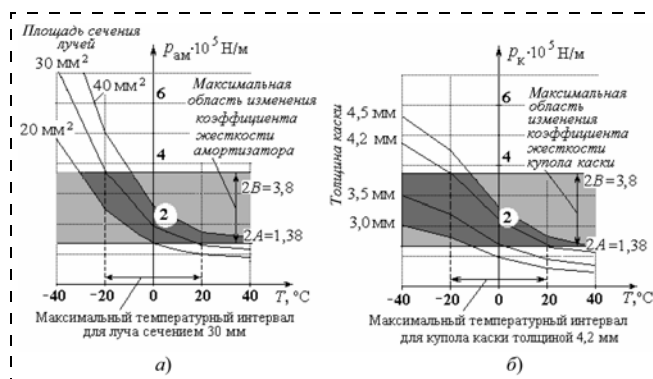


Рис. 5. Области допустимых значений конструктивных параметров амортизатора и купола каски:

а — выбор площади сечения лучей амортизатора и допустимого температурного интервала; б — выбор толщины купола каски и допустимого температурного интервала

ния ударника меньше величины начального безопасного зазора 37,5 мм достигаются у шестилучевого амортизатора при площади сечения лучей 30 мм^2 и при толщине купола каски 4,2 мм в температурном диапазоне эксплуатации от $+20$ до -20 °С.

Таким образом установлено, что защитная каска с полиэтиленовым куполом толщиной 4,2 мм в окрестности точки удара и начальным безопасным зазором 37,5 мм с шестилучевым полиэтиленовым амортизатором с площадью сечения лучей 30 мм^2 будет обладать необходимыми амортизационными свойствами (передаваемое усилие не больше 5 кН и отсутствие касания каски с головой) в температурном интервале ± 20 °С.

Моделирование ударного воздействия на каску, подкрепленную ребром жесткости

Рассматривается каска с ребром жесткости коробчатого профиля, расположенного вдоль продольной оси так, что верхняя поверхность ребра повторяет поверхность купола каски. В этом случае характер деформации и упругие свойства верхней поверхности ребра не отличаются от аналогичных свойств гладкого купола каски. При наличии у каски ребра жесткости движение механической системы рассматривается на двух участках (рис. 6). Первый участок начинается от момента, когда ударник касается каски в верхней точке поверхности ребра и до того момента, когда область прогиба верхней поверхности ребра достигнет его вертикальных стенок. На втором участке движение ударника вызывает прогиб стенки ребра в вертикальной плоскости и геометрически допустимую деформацию купола каски вместе с ребром. При этом на границе первого и второго этапов происходит скачкообразное изменение жесткости каски за счет добавления изгибной жесткости вертикаль-

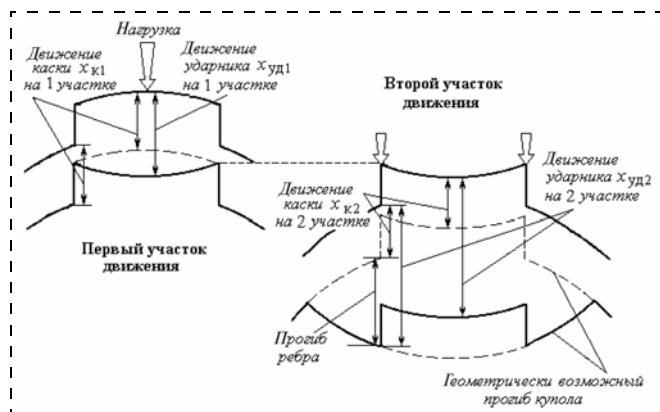


Рис. 6. Модель деформации каски при наличии ребра жесткости

ных стенок ребра. Для определения эквивалентной изгибной жесткости ребра его вертикальная стенка рассматривается как криволинейный брус в виде полукольца прямоугольного сечения с закрепленными краями. Предполагается, что прогиб стенки ребра под действием вертикальной силы происходит таким образом, что точка приложения силы не имеет горизонтального смещения.

В результате теоретических оценок получено, что коэффициент жесткости купола каски на втором участке $p_{к2}$ с учетом жесткости двух вертикальных стенок ребра рассчитывается по формуле:

$$p_{к2} = \frac{18}{5\sqrt{h_B}} \pi c_g E_k h_2^2 K_2 + 0,54 \frac{E_k A_p}{\rho},$$

где h_2 — толщина каски в области ребра жесткости; K_2 — средняя кривизна поверхности купола в верхней точке под стенкой ребра; ρ — радиус кривизны купола каски в верхней точке сечения вдоль стенки ребра; A_p — площадь сечения стенки ребра.

На первом участке движения от момента, когда ударник касается каски в верхней точке поверхности ребра и до того момента, когда область прогиба верхней поверхности ребра достигла его вертикальных стенок движение системы описывается дифференциальными уравнениями Лагранжа, аналогичными тем, что выведены на эквивалентной схеме для каски без ребра. Приближенное решение системы уравнений достаточно точное для исследовательских целей имеет вид

$$x_{к1} = \frac{V_{0уд} p_{к1}}{(p_{к1} + p_{ам})} \left(\frac{1}{\omega_{21}} \sin \omega_{21} t - \frac{1}{\omega_{11}} \sin \omega_{11} t \right),$$

$$x_{уд1} = \frac{V_{0уд}}{\omega_{21}} \sin \omega_{21} t,$$

где $V_{0уд}$ — скорость ударника в момент начала удара; ω_{11} , ω_{21} — частоты первого и второго главных колебаний ударника и каски на первом участке; $p_{к1}$, $p_{ам}$ — коэффициенты жесткости верхней поверхности ребра каски и амортизатора, приведенные к вертикальному движению системы.

При заданной ширине ребра a_p момент времени окончания движения каски на первом участке t_p определяется из равенства ширины ребра ширине области прогиба

$$a_p = 2 \sqrt{\frac{x_{уд1}^{отн}(t_p)}{k_1}},$$

где $x_{уд1}^{отн}(t)$ — относительное движение ударника

(вмятие); $x_{уд1}^{отн}(t) = x_{уд1}(t) - x_{к1}(t)$; k_1 — главная кривизна верхней поверхности ребра в поперечном сечении каски.

Прогиб каски на втором участке происходит у внешней стенки ребра. При этом нагрузка на купол передается не по центру, а через вертикальные стенки ребра. Предполагается, что такая деформация является геометрически допустимой, эквивалентной прогибу купола, когда нагрузка приложена в его центре. Это дает возможность использовать для вычисления перемещений ударника и каски на втором участке ту же дифференциальную модель движения системы, что и на первом. Отличие состоит в начальных условиях движения и коэффициенте жесткости каски, учитывающем жесткость ребра. Движения каски и ударника на втором участке начинаются из положений, определяемых концом первого участка, а начальные скорости каски и ударника на втором участке равны соответствующим скоростям конца первого. Модель движения каски и ударника на втором участке представлена в виде

$$x_{уд2}(t) = x_{уд1}(t_p) + C_{уд22} \sin \omega_{22} \tau,$$

$$x_{к2}(t) = x_{к1}(t_p) + C_{к22} \sin \omega_{22} \tau + C_{к12} \sin \omega_{12} \tau,$$

$$C_{к22} = \frac{p_{к2}}{(p_{к2} + p_{ам})} \frac{V_{уд02}}{\omega_{22}},$$

$$C_{к12} = \left(V_{к02} - \frac{p_{к2}}{p_{к2} + p_{ам}} V_{уд02} \right) \frac{1}{\omega_{12}},$$

$$C_{уд22} = C_{уд22}(t_p) = \frac{V_{уд02}}{\omega_{22}}, \quad t = t_p + \tau, \quad \tau \geq 0,$$

где $x_{к2}$, $x_{уд2}$ — координаты движения каски и ударника на втором участке; t_p — момент времени окончания движения каски на первом участке; $x_{к1}(t_p)$, $x_{уд1}(t_p)$ — значения координат каски и



ударника в конечный момент времени движения их на первом участке; ω_{12} , ω_{22} — собственные частоты главных колебаний ударника и каски на втором участке; $V_{к02}$, $V_{уд02}$ — скорости каски и ударника в начале второго участка; $V_{к02} = \dot{x}_{к1}(t_p)$; $V_{уд02} = \dot{x}_{уд1}(t_p)$; $p_{ам}$, $p_{к2}$ — приведенные коэффициенты жесткости амортизатора и каски с учетом стенок ребра на втором участке; τ — время движения на втором участке.

Для того чтобы ребро выполняло свое функциональное назначение, деформация каски обязательно должна достигать вертикальных стенок ребра и распространяться за него на второй участок движения. В этом случае максимальное значение передаваемого усилия определяется по формуле

$$F_{д\max}(a_p) = p_{ам} x_{к\max}(a_p) = p_{ам} \left\{ x_{к1}(a_p) + \max_{\tau} [C_{к22}(a_p) \sin \omega_{22} \tau + C_{к12}(a_p) \sin \omega_{12} \tau] \right\},$$

где $F_{д\max}(a_p)$ — максимальное значение передаваемого усилия в зависимости от ширины ребра; $x_{к\max}(a_p)$ — максимальное смещение каски; $x_{к1}(a_p)$ — перемещение каски за время движения на первом участке, определяемое шириной ребра; $C_{к12} = C_{к12}(a_p)$, $C_{к22} = C_{к22}(a_p)$ — коэффициенты при высокочастотной и низкочастотной составляющих колебания каски на втором участке движения; модули этих коэффициентов представляют собой амплитуды соответствующих низкочастотного и высокочастотного колебаний купола каски на втором участке движения.

На рис. 7 показано изменение максимальной величины передаваемого усилия $F_{д\max}$ и максимальной координаты движения ударника $x_{уд\max}$

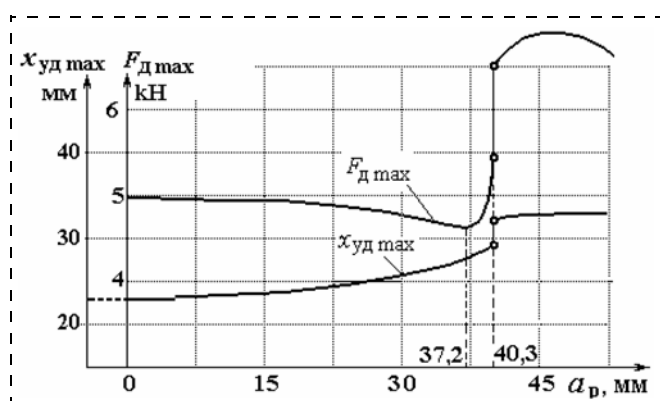


Рис. 7. Максимальное значение передаваемого усилия и максимальная координата движения ударника в зависимости от ширины ребра

в зависимости от ширины ребра. Видно, что с ростом ширины ребра передаваемое усилие убывает. При этом локальный минимум максимального значения передаваемого усилия имеет величину меньшую, чем передаваемое усилие у каски без ребра ($a_p = 0$). Это указывает на возможность минимизации передаваемого усилия надлежащим выбором ширины ребра.

В отличие от максимальной величины передаваемого усилия максимальная координата движения ударника является возрастающей функцией ширины ребра (см. рис. 7) и не может быть минимизирована одновременно с передаваемым усилием. В результате, при решении задачи минимизации передаваемого усилия выполнение условия безопасного зазора может служить только дополнительным ограничением на выбор ширины ребра и определять необходимую величину начального безопасного зазора, при которой у каски не происходит касания с головой после удара.

Расчеты показывают, что уменьшение максимальной величины передаваемого усилия с ростом ширины ребра относительно значения, полученного для каски без ребра, происходит при любых сочетаниях коэффициентов жесткости амортизатора, купола каски и верхней поверхности ребра. При этом максимальное значение передаваемого усилия у каски без ребра определяется величинами коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски, а его минимизация — выбором ширины ребра и коэффициентом жесткости его верхней поверхности. Такое разделение на доминирующие связи определяет *двухуровневую схему* решения задачи минимизации передаваемого усилия.

На верхнем уровне рассматривается базовая модель каски без ребра. Задается предполагаемая максимальная величина передаваемого усилия $F_{д\ баз}$ и начальный безопасный зазор $h_{б\ баз}$. Строится область допустимых значений коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски такая, что при любых значениях коэффициентов из этой области максимальная величина передаваемого усилия не превосходит базового значения $F_{д\max} \leq F_{д\ баз}$, а максимальная координата движения ударника не больше начального безопасного зазора $x_{уд\max} \leq h_{б\ баз}$. Из области допустимых значений коэффициентов выделяется максимальная область их согласованного изменения и определяются максимальные и минимальные значения. Предполагается, что у каски с ребром область максимального согласованного изменения коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски с учетом стенок ребра задается теми же неравенствами.

На нижнем уровне решается задача минимизации передаваемого усилия. Выбор параметров ребра производится при максимальных значениях коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски, при которых передаваемое усилие у каски без ребра достигает своего базового значения, а проверка выполнения условия безопасного зазора — при минимальных, когда максимальная координата движения ударника становится равной базовому начальному безопасному зазору. Выбранное таким образом ребро не ухудшает амортизационные показатели каски и при других значениях коэффициентов жесткости из максимальной области их согласованного изменения.

Решение задачи выбора параметров упругих элементов каски проведено для случая, когда максимальная величина передаваемого усилия у каски без ребра выше допустимой и равна $F_{дбаз} = 5,2$ кН, а начальная величина безопасного зазора равна $h_{ббаз} = 40$ мм.

Путем аппроксимации расчетных граничных значений коэффициентов жесткости теоретическими уравнениями границ при заданных значениях $F_{дбаз}$ и $h_{ббаз}$ для каски без ребра получены константы нижнего и верхнего пределов средних гармонических значений коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски $A = 0,605 \cdot 10^5$ Н/м, $B = 2,05 \cdot 10^5$ Н/м. Максимальная область согласованного изменения коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски представляет собой квадрат максимальной площади, описываемый неравенствами $1,21 \cdot 10^5 \leq p_k \leq 4,1 \cdot 10^5$, $1,21 \cdot 10^5 \leq p_{ам} \leq 4,1 \cdot 10^5$ Н/м. Таким образом, максимальные значения коэффициентов жесткости амортизатора и купола каски без ребра, при которых достигается базовая допустимая величина передаваемого усилия 5,2 кН, $p_{ам} = p_k = 4,1 \cdot 10^5$ Н/м. Минимальные значения, при которых максимальная координата движения ударника равна 40 мм, $p_k = p_{ам} = 1,21 \cdot 10^5$ Н/м.

На рис. 8 приведены графики изменения максимального значения передаваемого усилия при максимальных коэффициентах жесткости и максимальной координаты движения ударника при минимальных коэффициентах в зависимости от ширины ребра и при различных коэффициентах жесткости верхней поверхности ребра.

Из рис. 8, а видно, что ширину ребра можно выбирать в зависимости от ограничений на жесткость верхней поверхности ребра. Так, если максимальное значение коэффициента жесткости верхней поверхности ребра $p_{к1} = 5 \cdot 10^5$ Н/м, то минимум максимальной величины передаваемого усилия достигается при ширине ребра $a_p = 33,8$ мм. При этом максимальное значение передаваемого уси-

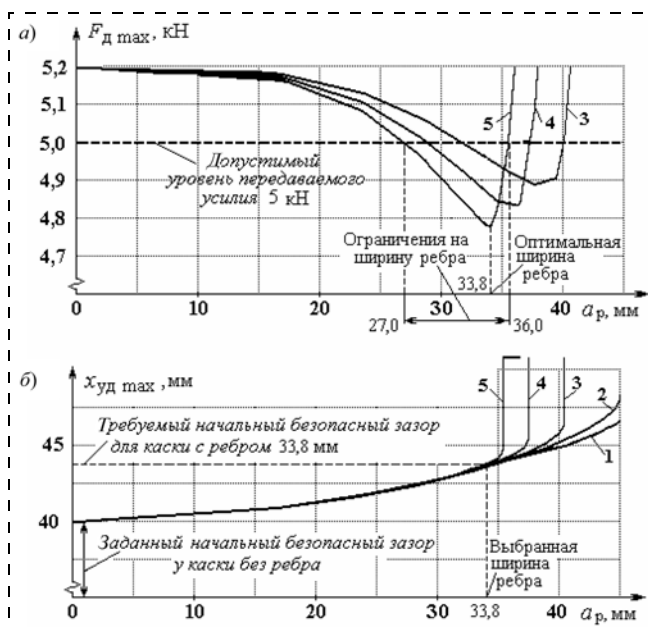


Рис. 8. Изменение максимального передаваемого усилия при $p_{к2} = p_{ам} = 4,1 \cdot 10^5$ Н/м и максимальной координаты движения ударника при $p_{к2} = p_{ам} = 1,21 \cdot 10^5$ Н/м в зависимости от ширины ребра и жесткости поверхности ребра $p_{к1}$:

1 — $1,0 \cdot 10^5$; 2 — $2,0 \cdot 10^5$; 3 — $3,0 \cdot 10^5$; 4 — $4,0 \cdot 10^5$; 5 — $5,0 \cdot 10^5$ Н/м; а — выбор ширины ребра; б — выбор начального безопасного зазора

лия по сравнению с каской без ребра снижается на 0,43 кН (с 5,2 до 4,77 кН).

Выбор начального безопасного зазора для каски с ребром 33,8 мм показан на рис. 8, б. Для такой каски при любом коэффициенте жесткости верхней поверхности ребра в пределах $1 \cdot 10^5 \leq p_{к1} \leq 5 \cdot 10^5$ Н/м максимальная координата движения ударника не превосходит 44 мм. Это означает, для каски с ребром 33,8 мм, начальный безопасный зазор должен быть не меньше 44 мм. В противном случае возможно касание каски с головой.

По установленным границам изменения коэффициентов жесткости амортизатора, купола каски, верхней поверхности ребра и выбранной ширине ребра осуществляется подбор конструктивных параметров упругих элементов каски. На рис. 9 показаны рабочие области выбора параметров упругих элементов каски — площади сечения амортизатора, площади сечения стенки ребра и толщины верхней поверхности ребра. Рабочие области строятся путем наложения на графики изменений коэффициентов жесткости в зависимости от температуры ограничений, полученных при решении задачи минимизации передаваемого усилия.

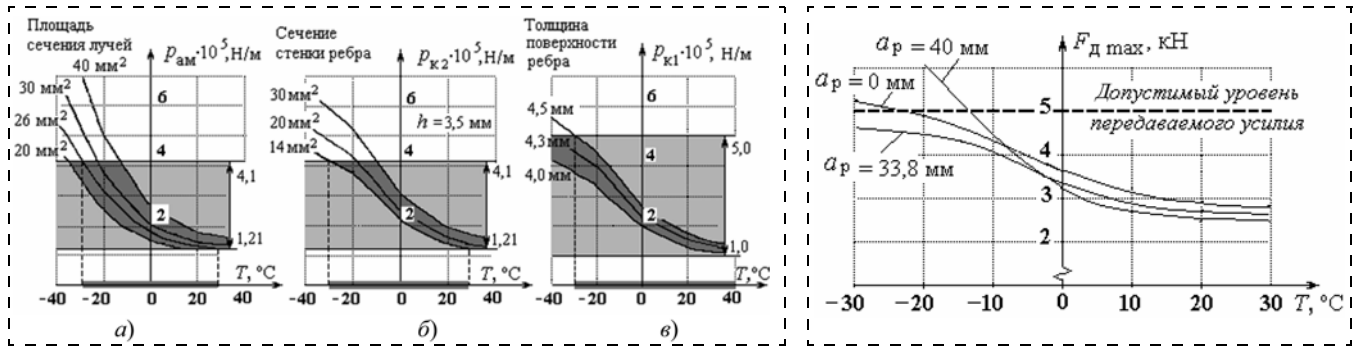


Рис. 9. Рабочие области для выбора значений параметров упругих элементов каски, минимизирующих передаваемое усилие:

a — выбор площади сечения лучей амортизатора; *b* — выбор сечения стенки ребра при толщине каски под ребром 3,5 мм; *v* — выбор толщины верхней поверхности ребра

Рис. 10. Максимальная величина передаваемого усилия в зависимости от температуры при разных значениях ширины ребра

На рис. 9, *a* показано, что коэффициент жесткости амортизатора находится в необходимых пределах $1,21 \cdot 10^5 \leq p_{ам} \leq 4,1 \cdot 10^5$ Н/м у шестилучевого амортизатора с сечением лучей 26 мм^2 в температурном интервале ± 30 °С. У амортизатора с меньшей площадью сечения лучей интервал допустимых температур сдвигается в область отрицательных значений, с большей площадью — в область положительных.

На рис. 9, *b* отмечена рабочая область для выбора площади сечения вертикальной стенки ребра. Показано, что при толщине каски в области прогиба ребра $h = 3,5$ мм необходимый диапазон изменения коэффициента жесткости купола каски $1,21 \cdot 10^5 \leq p_{к2} \leq 4,1 \cdot 10^5$ Н/м в температурном интервале ± 30 °С обеспечивается при площади сечения вертикальных стенок ребра 14 мм^2 . Таким образом, если толщину вертикальной стенки ребра принять равной толщине каски в области прогиба ребра 3,5 мм, то высота ребра должна быть 4 мм.

Толщину верхней поверхности ребра следует выбирать так, чтобы заданное максимальное зна-

чение коэффициента жесткости поверхности ребра $p_{к1} = 5 \cdot 10^5$ Н/м достигалось при той же температуре -30 °С, при которой коэффициенты жесткости амортизатора и купола каски максимальны. Как следует из рис. 9, *v* толщину поверхности ребра следует выбрать равной 4,5 мм.

В результате, если у каски без ребра максимальное значение передаваемого усилия составляет 5,2 кН, то защитная каска с ребром жесткости, для которой приняты следующие значения конструктивных параметров упругих элементов: шестилучевой амортизатор с площадью сечения лучей 26 мм^2 ; ширина ребра 33,8 мм; толщина верхней поверхности ребра 4,5 мм; толщина купола каски в области прогиба ребра и толщина стенки ребра 3,5 мм; высота стенки ребра 4 мм; начальный безопасный зазор не менее 44 мм обеспечивает передаваемое усилие меньше 5 кН в температурном диапазоне ± 30 °С. На рис. 10 показано изменение максимальной величины передаваемого усилия в температурном диапазоне ± 30 °С для разных значений ширины ребра.

Информация

Комитетом Госдумы РФ по энергетике 31 мая 2011 года был представлен нижней палате парламента в первом чтении проект Федерального закона № 522325-5 "О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса", внесенный Президентом Российской Федерации. Как отметил председатель Комитета Госдумы по энергетике Ю. А. Липатов, "целью законопроекта является создание основ устойчивого и безопасного функционирования объектов топливно-энергетического комплекса, защита интересов личности, общества и государства в сфере топливно-энергетического комплекса от актов незаконного вмешательства". Законопроектом регулируются порядок разработки паспорта безопасности объекта и вопросы обеспечения физической защиты объектов, права и обязанности субъектов топливно-энергетического комплекса в области обеспечения безопасности объектов.

УДК 613.155:537.562

К. А. Черный, канд. техн. наук, доц., Пермский государственный технический университет
E-mail: sms@pstu.ru

Современное представление о природе аэроионов и их классификация

Обобщены сведения о механизмах формирования и физико-химической природе аэроионов, образующихся в воздушной среде при воздействии ионизирующих излучений различного характера. Предложена уточненная классификация аэроионов по электрической подвижности. Отмечено, что классификацию аэроионов наиболее целесообразно проводить на основе учета характера физических взаимодействий, определяющих устойчивость того или иного вида ионов в тех или иных условиях. Подчеркнута важность учета спектрального распределения аэроионов по электрической подвижности при санитарно-гигиенических оценках аэроионного состава.

Ключевые слова: ионизация воздуха, спектральное распределение аэроионов по электрической подвижности, классификация аэроионов

Chernyy K. A. The up-to-date knowledge on the air ions nature and their classification

The information about the ways of air ion formation under different ionizing radiation and about their physico-chemical nature is generalized. The more exact air ion classification according to electrical mobility is proposed. It is noticed that the most expedient way for making the air ion classification is to take into account the nature of physical interactions which define stability of different air ions in a different conditions. The importance of hygienic rating of air ion rate with taking into consideration air ion mobility spectra is emphasized.

Keywords: air ionization, air ion mobility spectra, air ion classification

Введение

В соответствии со сложившимися в литературе понятиями, под аэроионами принято понимать все заряженные частицы, взвешенные в воздушной среде, скорость дрейфа у которых в первом приближении описывается формулой $v = \mu E$, где E — напряженность электрического поля, а посто-

янная μ носит название электрической подвижности частицы.

Аэроионы характеризуются величиной и знаком заряда, электрической подвижностью, массой, характерным размером и временем жизни.

Аэроионный состав является одним из показателей качества воздушной среды. Наличие в воздухе помещений различного назначения легких аэроионов определенных концентраций позитивно сказывается на работоспособности и самочувствии человека, и напротив, наличие тяжелых аэроионов в воздухе в больших количествах оказывает негативное влияние на организм человека.

В России требования к аэроионному составу установлены СанПиН 2.2.4.1294—03 [1], однако в указанном документе отсутствуют какие-либо упоминания о дифференциации аэроионов на легкие и тяжелые. Между тем, физико-химическая природа и свойства легких и тяжелых аэроионов различны и следует ожидать различное их влияние на организм человека.

Отметим, что до сих пор не сформировано общее мнение по поводу количественной и качественной стороны образования и эволюции аэроионов, а также классификации аэроионов.

Настоящая статья направлена на обобщение сведений и результатов, полученных различными исследователями, относительно физико-химической природы аэроионов и их образования и эволюции, а также на установление единообразной классификации аэроионов по электрической подвижности и определение взаимосвязей между традиционными и современными классификациями аэроионов.

Традиционная классификация аэроионов по подвижности

Основным параметром дифференциации разных аэроионов является их электрическая подвижность. Распределение аэроионов по электрической подвижности (спектр аэроионов) описывает электрические свойства воздушной среды и содержит



информацию о наличии в нем газовых и аэрозольных примесей.

Объединив результаты, полученные различными исследователями, Г. Израэль [2] сделал вывод, что спектр аэроионов содержит две основные группы: первичные (*primary*) аэроионы — класс легких аэроионов, образующихся в результате непосредственного действия ионизационных процессов, и вторичные (*secondary*) аэроионы — классы средних промежуточных и тяжелых аэроионов, образующихся после присоединения легкого аэроиона к нейтральным частицам, представляющих собой заряженные аэрозольные частицы. В соответствии с предложениями Г. Израэля длительное время считалось целесообразным разделить аэроионов на пять классов по электрической подвижности и размерам:

1) легкие (*small*) ионы (подвижность более $1 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, диаметр менее 1,32 нм);

2) легкие промежуточные (*small intermediate*) ионы (подвижность $0,01 \dots 1 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, диаметр 1,32...15,6 нм);

3) тяжелые промежуточные (*large intermediate*) ионы (подвижность $0,001 \dots 0,01 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{т})$, диаметр 15,6...50 нм);

4) тяжелые ионы Ланжевена (*large ions of Langevin*) (подвижность $0,00025 \dots 0,001 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, диаметр 50...114 нм);

5) ультратяжелые (*ultralarge*) ионы (подвижность менее $0,00025 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, диаметр менее 114 нм).

Такая классификация в известной степени формальна и вызвана возможностью измерительной техники.

Следует отметить, что наиболее распространенной является классификация аэроионов на легкие, средние промежуточные и тяжелые [3]. К легким аэроионам относят ионы с подвижностью выше $0,1 \dots 0,5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, к тяжелым — с подвижностью ниже $0,01 \dots 0,05 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, между ними расположены средние промежуточные аэроионы. Границы классов ионов, скорее всего, имеют гипотетически условные значения, в особенности граничные подвижности средних промежуточных аэроионов [4].

Кинетика образования аэроионов и их физико-химическая природа. Современная классификация аэроионов, сопоставление с традиционной

Первичные процессы ионизации. Образование элементарных молекулярных ионов (молионов) и комплексных аэроионов — Класс легких аэроионов

Различного рода ионизирующие излучения, взаимодействуя с молекулами воздуха "выбивают" из них электроны. На молекуле остается положительный заряд, а электрон захватывается другой

молекулой электроотрицательного газа и заряжает ее отрицательно. В первый момент после ионизации молекул в воздухе образуются *элементарные молекулярные ионы (молионы)* [5, 6].

Исходя из современных квантовых представлений, ион-активными газами в воздухе будут те газы, молекулы которых имеют сравнительно низкий потенциал ионизации и (или) имеют высокий уровень энергии сродства к электрону или протону. В соответствии с долей содержания в воздухе основная роль должна принадлежать азоту N_2 , кислороду O_2 , а также водяному пару H_2O .

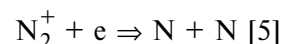
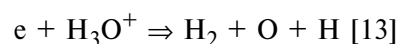
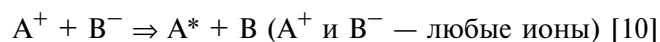
Таким образом, с учетом реального содержания указанных газов в воздухе, из-за наибольшей вероятности встречи ионизирующей частицы или кванта излучения с молекулами азота и кислорода, в качестве основного положительного молиона целесообразно принимать ион азота N_2^+ , а в качестве отрицательного молиона — ион кислорода O_2^- .

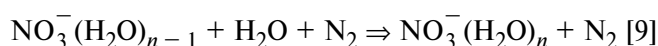
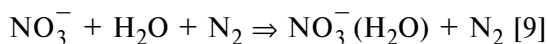
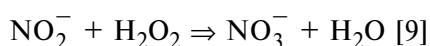
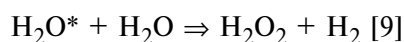
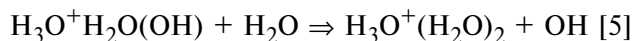
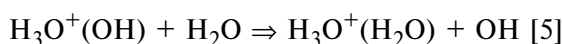
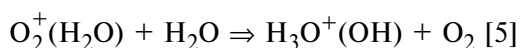
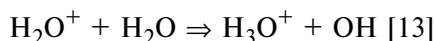
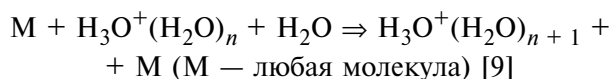
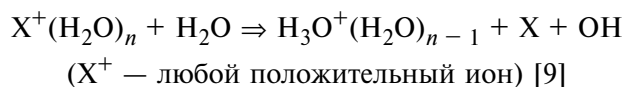
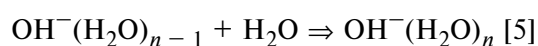
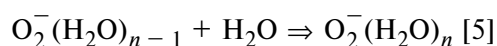
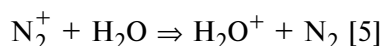
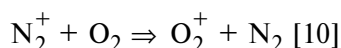
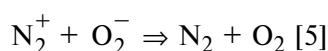
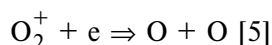
Подвижность молионов составляет величину более $3 \dots 5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. В нормальных условиях среднее время жизни таких аэроионов $10^{-10} \dots 10^{-11} \text{ с}$ и не превышает величину $10^{-6} \dots 10^{-5} \text{ с}$.

Представленная схема образования молионов явилась основой ряда теорий как о позитивном воздействии аэроионов на человека [7], так и о неблагоприятных последствиях аэроионизации [8]. Однако физическая природа и химический состав аэроионов, как будет показано ниже, подвержен дальнейшему изменению со временем в силу протекания ион-молекулярных реакций, а также влияния ряда газов, химических примесей и условий ионизации. Таким образом, модель аэроионов не ограничивается структурами типа N_2^+ и O_2^- .

В результате первичных элементарных реакций ионообразования, протекающих при активном участии полярных молекул воды, образуются следующие молионы: N^+ , N_2^+ , NO^+ , O^+ , O_2^+ , H^+ , H_2O^+ , OH^+ , O^- , O_2^- , H^- , NO_2^- , OH^- [5, 9–12].

После образования молионов в воздухе практически одновременно происходит рекомбинация ионов, преимущественно N_2^+ и O_2^- , перезарядка ионов, их гидратация, приводящая к образованию гидратных ионных комплексов, а также протекают иные вторичные ион-молекулярные реакции. Ниже перечислены основные ион-молекулярные реакции:





В кинетике формирования аэроионов значительную роль играют молекулы водяного пара, содержащиеся в обычном воздухе в большом количестве ($\sim 10^{17} \dots 10^{18} \text{ см}^{-3}$) и обладающие довольно высоким дипольным моментом (порядка 1,87 Дебая) в поле молиона. В силу этого, молионы достаточно быстро (за время порядка $\sim 10^{-4} \dots 10^{-3} \text{ с}$) присоединяют молекулы водяного пара и превращаются в гидратированные ионные комплексы или *комплексные ионы* [6] (называемые другими исследователями кластерными ионами [14]), состоящие из заряженного ядра (молиона) и оболочки из преимущественно одного слоя, в крайнем случае, двух слоев молекул водяного пара [15].

В начальный момент гидратации молионов в воздухе образуются следующие основные первичные комплексные аэроионы: $\text{N}_2^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{NO}^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{NO}_2^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{H}^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{O}_2^-(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{OH}^-(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{NO}^-(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{NO}_2^-(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{NO}_3^-(\text{H}_2\text{O})_n$

и др. [5, 6, 16]. Подвижность первичного комплексного аэроиона порядка $1 \dots 3 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.

V-образная форма молекулы воды с отрицательно заряженными атомами посередине сказывается на том, что молекулы воды могут легче и в большем количестве группироваться вокруг положительных ионов, обуславливая меньшую их подвижность (примерно в 1,1—1,4 раза) по сравнению с отрицательными ионами. Указанное заключение соответствует наблюдениям [17], согласно которым средняя подвижность отрицательного легкого иона вблизи поверхности Земли на 13 % выше, чем подвижность положительного легкого иона.

Качественный и количественный характер ион-молекулярных реакций на последующих этапах "старения" первичных гидратированных ионных комплексов и образования вторичных комплексных ионов является до настоящего времени предметом углубленных исследований и дискуссий. Тем не менее, большинство исследователей [3, 18—20] полагают, что ионы $\text{N}_2^+(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{O}_2^-(\text{H}_2\text{O})_n$, $\text{OH}^-(\text{H}_2\text{O})_n$ и др. в реальной воздушной среде не являются конечными продуктами. Ион-молекулярные реакции могут заканчиваться формированием более сложных, но более химически активных структур типа ион-радикалов $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_m$, $\text{NO}_3^-(\text{HNO}_3)_n(\text{H}_2\text{O})_m$, $\text{NO}_3^-(\text{H}_2\text{O})_n$ и др. вторичных положительных и отрицательных комплексных ионов, имеющих различный и чрезвычайно сложный химический состав [21—23], который сильно зависит от содержащихся в воздушной среде микропримесей. Например, если в воздухе присутствует озон O_3 или оксиды азота NO и NO_2 , что нередко наблюдается при проведении ионизации воздуха при помощи коронных ионизаторов [24], доминирующую роль во вторичных отрицательных комплексных ионах играет ион $\text{NO}_3^-(\text{HNO}_3)_n(\text{H}_2\text{O})_m$ [25].

Наиболее вероятным вторичным отрицательным комплексным аэроионом в атмосфере считается $\text{NO}_3^-(\text{H}_2\text{O})_3$, наиболее вероятным вторичным положительным комплексным аэроионом — $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$ [6, 26]. Связь в комплексном ионе осуществляется, главным образом, за счет дальнедействующих зеркальных электростатических сил притяжения дипольных молекул к центральному иону. Подвижность вторичных комплексных аэроионов находится в пределах от 0,5 до $1 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. Размеры комплексных ионов, как правило, не превышают 1 нм.

Время гидратации и "старения" молиона до комплексного иона оценивается различно. Естественно полагать, что это время зависит от влажности и сте-



пени загрязнения воздуха. По данным разных источников это время оценивается от 10^{-1} до 10^{-3} с [27] или до нескольких единиц секунд [28].

Время жизни комплексных ионов зависит в основном от концентрации, физико-химического и дисперсного состава аэрозольных частиц, на которые адсорбируются такие ионы, а также от характеристик самого комплексного иона. В воздухе, свободном от аэрозольных частиц, время жизни аэроионов определяется процессом взаимной рекомбинации после столкновения разнополярных аэроионов и находится в пределах порядка 100 с и более [29]. Таким образом, процесс формирования класса комплексных аэроионов — это процесс довольно длительный, значительно превышающий время гидратации и старения.

*Оседание на аэрозольные частицы.
Формирование аэрозольных аэроионов —
класс тяжелых аэроионов*

В дальнейшем молионы и комплексные аэроионы могут сорбироваться взвешенными в воздухе аэрозольными частицами, образуя сложные аэроионы [6] (подвижностью в 2...4 тыс. раз меньше комплексных).

Разграничение между комплексными и сложными аэроионами приходится на граничное значение электрической подвижности $0,5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, что согласуется с материалами наблюдений [30—32], согласно которым наблюдается положительная корреляция при переходе через такое граничное значение между отдельными фракциями аэронов и различными метеорологическими факторами.

Сложные аэроионы предложено [14] подразделять на аэрозольные и конденсационные.

Сложные аэрозольные аэроионы — это аэрозольные частицы с "приобретенным" зарядом, возникающие при столкновении и прилипании молионов и комплексных аэроионов к нейтральным частицам аэрозоля. Теория диффузионной зарядки частиц дает достаточно точную математическую модель такого механизма образования [33].

Класс аэрозольных аэроионов охватывает широкий диапазон диаметров от единиц нанометров до сотен микрометров (ядра Айткена, капли, пыли и другие метастабильные соединения, основанные на ковалентных связях) и подвижностей от бесконечно малых до $0,01 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. На основе сравнения [32] экспериментально наблюдаемого спектрального распределения аэрозольных аэроионов с расчетным распределением, полученным из спектра размеров частиц аэрозоля по модели, описанной в работе [34], сделан вывод о физической недостаточности обоснованности традиционной классификации аэроионов на средние промежуточные тяжелые аэроионы Ланжевена, ультратяже-

лые с подробными градациями и с четкими границами. Аэрозольные аэроионы составляют единый класс, а их подразделение носит условный характер.

*Процессы конденсации, образование нейтральных
ионных пар и комплексных ионов —
класс средних промежуточных аэроионов*

Переходным классом между комплексными аэроионами и аэрозольными ионами служит класс средних промежуточных ионов, при этом диапазоны подвижности разных классов частично перекрываются.

Подвижность указанных средних промежуточных ионов находится в пределах $0,01...0,5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ [35].

Теоретически механизмы образования средних промежуточных аэроионов, концентрации которых в обычных условиях незначительны и не превышают нескольких десятков в кубическом сантиметре, которые, однако, наблюдались в значительных концентрациях в ряде исследований [36—41], не могут быть объяснены только в рамках теории диффузионной зарядки первоначально нейтральных аэрозольных частиц. Для объяснения появления значительных концентраций средних промежуточных аэроионов в настоящее время выдвигаются три гипотезы [32].

Согласно *первой гипотезе*, предполагается [42], что происходит прилипание комплексных ионов к нейтральным частицам аэрозоля или очень мелким частицам загрязнений SO_3 , Cl_2 , NO_3 и др.

Вторая гипотеза [5, 6, 43] дополняет первую. Средние промежуточные ионы представляют собой соединения из нескольких молионов и комплексных ионов, связь в которых носит как электростатический (кулоновский), так и ковалентный характер. В качестве источника нейтральных частиц рассматривается [44] гипотетический процесс образования в результате ассоциации столкнувшихся строго определенных по химическому составу разнополярных комплексных ионов достаточно стабильных полимолекулярных нейтральных образований — *нейтральных ионных пар*.

Первоначально образуется ионная пара — дублет комплексных аэроионов. Предположительная химическая структура нейтральных ионных комплексов подобна водным растворам азотной кислоты: $\text{NO}_3^- (\text{H}_2\text{O})_n + m \text{H}_3\text{O}^+$ или $\text{NO}_3^- (\text{HNO}_3)_n \times \times \text{H}_3\text{O}^+ (\text{H}_2\text{O})_m$ [45]. Устойчивость нейтрального комплекса определяется как ионной, так и ковалентной связями. Характерное время образования начальных нейтральных ионных пар порядка 10^4 с. Характерный диаметр нейтрального комплекса, составленного из двух комплексных ионов, близок к 1 нм.

К возникшим нейтральным ионным парам в течение времени $10^3...10^4$ с в результате неупругого столкновения прилипают комплексные ионы [46],

образуя заряженный ассоциат (триплет) — *ионный кластер* или *кластерный ион* — диаметром 1,0...3,5 нм и электрической подвижностью 0,01...0,5 см²/(В·с).

Коагуляция дублетов и триплетов ведет к появлению мультиплетов. Приобретая заряд, такие мультиплеты за счет дипольных и квадрупольных сил могут объединяться в кластеры и далее расти за счет конденсационных процессов. Ассоциация разнополярных комплексных ионов и кластерных ионов друг с другом и с ионными парами ведет к укрупнению частиц до диаметра 5...7 нм [47]. Равновесная концентрация заряженных кластерных ионов при типичном содержании аэрозоля оказывается на порядок-два меньше, чем концентрации молионов и комплексных ионов.

Согласно *третьей гипотезе*, предполагается [31, 48], что вышеописанные ионы возникают согласно теории Томсона или более поздних ее модификаций ион-индуцированной нуклеацией, т. е. вызванной ионизационными процессами генерации термодинамически устойчивых молекулярных комплексов, способных к дальнейшему росту путем конденсации различных полярных молекул микропримесей воздуха вокруг заряженного центра. Исходя из этого, предлагается [14] различать *конденсационные аэроионы* — это заряженные аэрозольные частицы подвижностью 0,3...0,5 см²/(В·с) с "врожденным" зарядом, возникающие в результате ион-индуцированной нуклеации на молионах и комплексных ионах.

Заключение

Обобщая вышеизложенное, подведем итоги по результатам проведенного обзора относительно классификации и природы аэроионов:

1. В классе легких аэроионов следует различать:

1.1. Элементарные молекулярные ионы подвижностью более 3...5 см²/(В·с), образованные непосредственно действием того или иного вида ионизирующих излучений;

1.2. Комплексные ионы:

1.2.1. Первичные комплексные ионы, образованные в результате гидратации молекулярных ионов, средней подвижностью 1...3 см²/(В·с);

1.2.2. Вторичные комплексные ионы, образованные в результате ион-молекулярных реакций молионов и первичных комплексных ионов, подвижностью в пределах от 0,5 до 1 см²/(В·с).

Молионы и комплексные аэроионы могут сорбироваться взвешенными в воздухе аэрозольными частицами, образуя сложные ионы, относящиеся к классу средних промежуточных аэроионов (конденсационные аэроионы) и к классу тяжелых аэроионов (аэрозольные ионы).

2. В классе средних промежуточных аэроионов следует различать:

2.1. Сложные конденсационные ионы подвижностью 0,3...0,5 см²/(В·с), образованные в результате ион-индуцированной нуклеации на молионах и комплексных ионах;

2.2. Кластерные ионы подвижностью 0,01...0,5 см²/(В·с), образующиеся в результате прилипания комплексных ионов к нейтральным ионным парам.

3. В классе тяжелых аэроионов следует различать сложные аэрозольные ионы подвижностью от бесконечно малой до 0,01 см²/(В·с), образованные при столкновении и прилипании молионов и комплексных ионов к нейтральным частицам аэрозоля.

Указанные выше границы классов ионов имеют условные значения.

Представленная в настоящей статье обзорная информация свидетельствует о том, что физическая природа и химический состав аэроионов различных классов подвижности существенно различаются. Таким образом, для достижения максимального положительного влияния на организм человека при проведении гигиенических мероприятий по нормализации аэроионного состава воздуха в помещениях следует принимать во внимание не только объемные концентрации аэроионов, но и также их распределение по подвижности. Последнее требует проведения специальных исследований по модификации спектрального распределения аэроионов в зависимости от условий ионизации [49].

Список литературы

1. **Гигиенические требования** к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений: СанПиН 2.2.4.1294—03: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы Рос. Федерации: утв. Главным государственным санитарным врачом Рос. Федерации 18 апреля 2003 г.
2. **Israel H.** Atmospheric Electricity // Israel Program for Scientific Translations. — Jerusalem. — 1973. — V. 1. — 317 p.
3. **Reiter R.** Phenomena in Atmospheric and Environmental Electricity // Developments in Atmospheric Science. — Elsevier, 1992. — 20. — P. 50—55.
4. **Dhanorkar S. and Kamra A. K.** Diurnal variations of the mobility spectrum of ions and size distribution of fine aerosols in atmosphere // J. of Geophysical Research. — 1993. — 98. — P. 2639—2650.
5. **Смирнов В. В.** Атмосферные ионы // Труды ин-та экспериментальной метеорологии. — 1980. — Вып. 24 (89). — С. 3—28.
6. **Смирнов В. В.** Ионизация в тропосфере. — СПб: Гидрометеоздат, 1992. — 312 с.
7. **Чижевский А. Л.** Аэроионификация в народном хозяйстве. — М.: Стройиздат, 1989. — 488 с.
8. **Шандала М. Г.** Аэроионизация как неблагоприятный фактор внешней среды. — Киев: "Здоров'я", 1974. — 164 с.
9. **Смирнов В. В.** Образование ядер конденсации в областях повышенной ионизации // Труды ин-та экспериментальной метеорологии. — 1980. — Вып. 24 (89). — С. 80—98.
10. **Боярчук К. А.** Кинетика элементарных ионов в нижней атмосфере, подверженной воздействию ионизирующего излучения // Изв. Академии наук. Физика атмосферы и океана. — 1997. — Т. 33. — № 2. — С. 236—240.



11. **Смирнов Б. М.** Отрицательные ионы. — М.: Атомиздат, 1978. — 175 с.
12. **Иванов А. А., Лёгасов В. А., Смирнов Б. М.** Химия плазмы // Природа. — 1975. — № 11. — С. 2—11.
13. **Пикаев А. К.** Современная радиационная химия. Радиолит газы и жидкостей. — М.: Наука, 1986. — 440 с.
14. **Таммет Х. Ф., Сальм Я. Й., Ихер Х. Р., Тамм Э. И., Мирме А. А., Кикас Ю. Э.** Спектр подвижности аэроионов в приземном воздухе // Атмосферное электричество. Тр. III Всесоюзного симпозиума. Л.: Гидрометеоздат, 1988. — С. 46—50.
15. **Сегаль Р. Б.** Распределение малых ионов воздуха по их величине // Известия ВУЗов. Физика. — 1962. — № 6. — С. 16—21.
16. **Fletcher L. A., Noakes C. J., Sleigh P. A., Beggs C. B. and Shepherd S. J.** Air ion behavior in ventilated rooms // Indoor and Build Environment. — 2008. — 17 (2). — P. 173—182.
17. **Hörrak U., Salm J., Tammet H.** Statistical characterization of air ion mobility spectra at Thkuse Observatory: Classification of air ions // J. of Geophysical Research. Atmospheres. — 2000. — V. 105. — P. 9291—9302.
18. **Сальм Я. Й., Лутс А. М.** Кинетика эволюции легких аэроионов // Материалы III Всесоюз. симпоз. по атмосферному электричеству. — Тарту: Тартуский государственный университет, 1986. — С. 13—17.
19. **Смирнов В. В.** Электрические характеристики воздуха в зоне аварии Чернобыльской АЭС // Труды ин-та экспериментальной метеорологии. — 1992. — Вып. 19 (152). — С. 10—21.
20. **Nagato K., Ogawa T.** Atmospheric ion mobility spectra near the ground // Planetary and Space Science. — 1988. — V. 36. — N 2. — P. 163—176.
21. **Eisele F. L. and Tanner D. J.** Identification of ions in continental air // J. of Geophysical Research. — 1990. — 95. — P. 20539—20550.
22. **Beig G. and Brasseur G. P.** Model of tropospheric ion composition: A first attempt // J. of Geophysical Research. — 2000. — 105. — P. 22671—22684.
23. **Luts A. and Parts T. E.** Evolution of negative small air ions at two different temperatures // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. — 2002. — 64. — P. 763—774.
24. **Yu B. F., Hu Z. B., Liu M., Yang H. L., Kong Q. X. and Liu Y. H.** Review of research on air-conditioning systems and indoor air quality control for human health // International Journal of Refrigeration. — 2009. — V. 32. — P. 3—20.
25. **Skalny J. D., Mikoviny T., Matejcek S., Mason N. J.** An analysis of mass spectrometric study of negative ions extracted from negative corona discharge in air // International Journal of Mass Spectrometry. — 2004. — V. 233. — Issues 1—3. — P. 317—324.
26. **Parts T.** On the nature of small indoor air ions // J. of Aerosol Science. — 1996. — V. 27. — Supplement 1. — P. S445—S446.
27. **Леб Л.** Основные процессы электрических разрядов в газах. — М.—Л.: Гостехиздат, 1950. — 672 с.
28. **Смирнов В. В.** Изменения ионного, аэрозольного и газового состава воздушной среды при ее радиоактивном загрязнении // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. — 1992. — Т. 28. — № 9. — С. 958—966.
29. **Parts T. E., Luts A.** Observed and simulated effects of certain pollutants on small air ion spectra: I. Positive ions // Atmospheric Environment. — 2004. — 38. — P. 1283—1291.
30. **Прюллер П. Л.** Исследование спектра атмосферных ионов, гигиеническое и биометеорологическое значение ионизации атмосферы по данным измерения в г. Тарту // Ученые записки Тартуского государственного ун-та. — 1970. — Вып. 240. — С. 61—139.
31. **Таммет Х. Ф., Ихер Х. Р., Сальм Я. Й.** Спектр атмосферных аэроионов в диапазоне подвижностей $0,32-3,2 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ // Ученые записки Тартуского государственного ун-та. — 1987. — Вып. 755. — С. 29—46.
32. **Сальм Я. Й., Таммет Х. Ф., Ихер Х. Р., Хыррак У. Э.** Атмосферно-электрические измерения в Тахкузе, Эстония // Вопросы атмосферного электричества / Сб. статей. — Л.: Гидрометеоздат, 1990. — С. 168—175.
33. **Сальм Я. Й.** Распределение полярной плотности заряда тропосферных тяжелых аэроионов по подвижностям // Известия АН СССР. Физика атмосферы и океана. — 1988. — Т. 24. — № 5. — С. 561—563.
34. **Смеркалов В. А.** Аппроксимация среднего распределения аэрозольных частиц по размерам // Известия АН СССР. Физика атмосферы и океана. — 1984. — Т. 20. — № 4. — С. 317—321.
35. **Бенндорф Г.** Атмосферное электричество. — М.: Гостехиздат, 1934. — 123 с.
36. **Hörrak U., Salm J. and Tammet H.** Bursts of intermediate ions in atmospheric air // J. of Geophysical Research. — 1998. — 103. — P. 13909—13915.
37. **Hörrak U., Aalto P., Salm J. and Kulmala M.** Characterization of air ions during nucleation events in boreal forest air // Report Series in Aerosol Science (Helsinki). — 2003. — 59. — P. 196—201.
38. **Mäkelä J. M., Salm J., Smirnov V. V., Koponen I., Paatero J. and Pronin A. A.** Electrical charging state of fine and ultrafine particles in boreal forest air // J. of Aerosol Science. — 2001. — 32. — P. 149—150.
39. **Mäkelä J. M., Salm J., Smirnov V. V., Koponen I., Paatero J. and Pronin A. A.** Measurements of the mobility distribution of air ions as a source of information for the study of aerosol generation // Proceedings of 12th International Conference on Atmospheric Electricity / 9—13 June 2003, Versailles, France. — 2003. — P. 793—796.
40. **Froyd K. D. and Lovejoy E. R.** Experimental thermodynamics of cluster ions composed of H_2SO_4 and H_2O . 2. Measurements and ab initio structures of negative ions // J. of Physical Chemistry A. — 2003. — 107. — P. 9812—9824.
41. **Wilhelm S., Eichkorn S., Wiedner D., Pirjola L. and Arnold F.** Ion-induced aerosol formation: new insights from laboratory measurements of mixed cluster ions $\text{HSO}_4^- (\text{H}_2\text{SO}_4)_a (\text{H}_2\text{O})_w$ and $\text{H}^+ (\text{H}_2\text{SO}_4)_a (\text{H}_2\text{O})_w$ // Atmospheric Environment. — 2004. — 38. — P. 1735—1744.
42. **Bricard J., Cabane M., Madelaine G. and Vigla D.** Formation and Properties of neutral ultrafine particles and small ions conditioned by gaseous impurities of the air // J. of Colloid and Interface Science. — 1972. — 39. — P. 42—58.
43. **Смирнов В. В.** Экспериментальное исследование формирования ионных кластеров в воздухе // Тез. Докл. V Всесоюз. Конференции "Аэрозоли и их применение в народном хозяйстве". — М. — 1987. — Т. II. — С. 88—89.
44. **Смирнов В. В.** Электрические факторы чистоты воздуха // Труды ин-та экспериментальной метеорологии. — 1983. — Вып. 30 (104). — С. 74—106.
45. **Smirnov V. V., Makela J. M.** Ultrafine nucleus in ionized air // Proceeding of 12th International Conference on Atmospheric Electricity / 9—13 June 2003, Versailles, France. — 2003. — P. 397—399.
46. **Корниенко В. И., Смирнов В. В.** Количественная модель аэрозольобразования при радиолитозе воздуха // Труды ин-та экспериментальной метеорологии. — 1989. — Вып. 48 (138). — С. 71—78.
47. **Смирнов В. В., Сальм Я. Й., Мякела Ю. М., Паатеро Ю.** Динамика атмосферного аэрозоля, ионов и минорных газов при вторжении арктического воздуха // Оптика атмосферы и океана. — 2004. — Т. 17. — № 1. — С. 71—80.
48. **Briant C. L., Burton J. J.** A molecular model for the nucleation of water on ions // J. of the Atmospheric Sciences. — 1976. — V. 33. — P. 1357—1361.
49. **Черный К. А.** К вопросу о методах оценки и коррекции аэроионного состава воздушной среды на рабочих местах операторов ПЭВМ // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. — № 9 (110). — С. 70—75.

УДК 622.692.4-192

Ю. В. Дудников, канд. техн. наук, Росприроднадзор по РБ, г. Уфа,
Х. А. Азметов, д-р техн. наук, Институт проблем транспорта энергоресурсов, г. Уфа

Выбор параметров заглубления, необходимых для обеспечения безопасности подводных переходов магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов

Приведены расчетные формулы, позволяющие определить механические максимальные напряжения в заглубленном участке подводного трубопровода. Эти формулы позволяют осуществлять выбор параметров заглубления, которые обеспечивают безопасность подводных переходов магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов.

Ключевые слова: безопасность подводных переходов, магистральные нефте- и нефтепродуктопроводы, продольные напряжения, заглубление подводного трубопровода, целостность и герметичность трубопровода

Dudnikov Y. V., Azmetov H. A. Safety providing of underwater transitions of main oil and petroleum products pipelines

Having got the rated formulas allowing defining the mechanical maximum stresses in underground section of the underwater pipeline. The resulting formulas allow the selection of burial options to ensure the safety of underwater crossings of main oil and petroleum products pipelines.

Keywords: safety of underwater transitions, oil and oil products pipelines, the longitudinal stress, burying under-sea pipeline, integrity and pipeline impermeability

Магистральные нефте- и нефтепродуктопроводы имеют протяженность до нескольких тысяч километров, пересекают различные природно-климатические зоны и множество естественных и искусственных препятствий, в том числе водные преграды. Пересечение рек или водоемов осуществляется в основном сооружением подводных переходов магистральных трубопроводов, некоторые из которых пересекают такие крупные реки как Волга, Лена, Кама, Обь, Енисей и др. Протяженность отдельных подводных переходов достигает нескольких километров.

Производственные объекты трубопроводного транспорта нефте- и нефтепродуктопроводов относятся к категории опасных, что обусловлено значи-

тельным материальным и экологическим ущербом в случае возникновения аварии. Аварии представляют опасность для здоровья и жизни людей, а также сохранности промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Безопасность трубопроводов, требования к которой в последнее время значительно возросли, зависит от надежности сооружений, оборудования магистральных трубопроводов. Особое внимание при обеспечении требований безопасности и повышения надежности трубопроводов уделяется подводным переходам как наиболее опасным объектам магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Таким образом, обеспечение безопасности — эксплуатации трубопроводов и их наиболее сложного звена — переходов через водные преграды, стала одной из самых актуальных, имеющих экономическую и социальную значимость проблемой.

Подводные переходы эксплуатируются в сложных условиях, подвержены воздействию многообразных силовых факторов, отрицательно влияющих на их надежность. Диагностирование, обслуживание и ремонт подводных переходов связаны с большими трудностями.

Надежность и безопасность переходов обеспечивается на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, так как некачественное проектирование и строительство подводных переходов приводит к многократному росту затрат на обеспечение безопасности при эксплуатации. Надежность и безопасность подводных переходов на этих стадиях достигается выбором пространственного положения трубопровода с учетом русловых процессов и размывов берегов.

Несмотря на принимаемые меры, на подводных переходах трубопроводов иногда происходят аварии. Размыв и провисание подводного трубопровода является основной причиной возникновения аварийной ситуации с тяжелыми последствиями для окружающей среды [1]. Одним из наиболее эффективных методов устранения размыва является заглубление подводного трубопровода [2]. В связи с тем, что заглуб-



ляемый нефте- и нефтепродуктопровод в своей полости содержит вредный для окружающей среды продукт, весь технологический процесс заглубления должен проводиться с учетом требований, обеспечивающих целостность и герметичность трубопровода.

Заглубление связано с изменением вертикального положения трубопровода, и это изменение вызывает появление дополнительных продольных напряжений. Для обеспечения же целостности и герметичности заглубляемого трубопровода в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06—85 [3] необходимо соблюдение условия

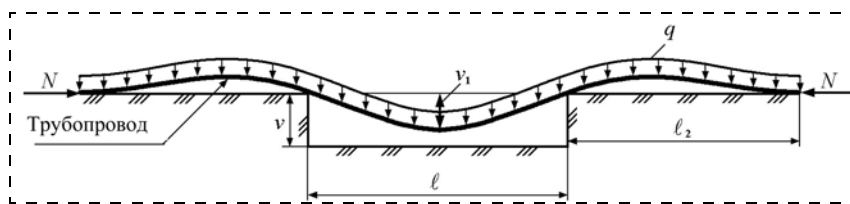
$$|\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}| \leq \Psi_3 \frac{m}{0,9k_{\text{H}}} R_2^{\text{H}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}$ — максимальные суммарные продольные напряжения в трубопроводе, МПа; R_2^{H} — нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, равное минимальному значению предела текучести σ_{T} , МПа; m и Ψ_3 — коэффициент условий работы трубопровода и коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб; k_{H} — коэффициент надежности по назначению трубопровода.

Коэффициенты m , Ψ_3 и k_{H} определяются по нормам [3].

В случае заглубления трубопроводов со сроком эксплуатации более 15 лет и наличия не устраненных дефектов стенки трубопровода проверка прочности выполняется с учетом параметров дефектов и снижения с течением времени прочностных характеристик металла трубы. В работах [4, 5] даны зависимости, позволяющие определить прочность трубопровода с учетом срока его эксплуатации и различных дефектов труб.

Основными параметрами, влияющими на напряженное состояние и безопасность проведения заглубления, которые могут быть выбраны исполнителями работ, являются глубина и протяженность заглубления, а также величина пригрузки, обеспечивающая прогиб трубопровода на необходимую величину. Известно, что в зависимости от значения внутреннего давления, знака и значения температурного перепада в эксплуатируемом трубопроводе могут действовать продольные усилия N сжимающие ($N < 0$) или растягивающие ($N > 0$). В связи с тем, что знак и величина продольного усилия существенно влияют на значение прогиба трубопровода, а также на суммарные продольные напряжения в нем, приходится при решении задач по заглублению учитывать факторы, относящиеся к продольному усилию. На рисунке представлена расчетная схема заглубления трубопровода. Для решения задачи использовано дифференциальное уравнение изгиба



Расчетная схема заглубления трубопровода

трубопровода четвертого порядка [6] с учетом действия продольного усилия и веса трубопровода с пригрузом (для подводных участков с учетом выталкивающей силы воды). В качестве граничных условий для деформированных участков трубопровода приняты условия сопряжения участков и известные величины прогибов и их производных на границах изгиба.

Проведены исследования напряженно-деформированного состояния заглубляемого трубопровода в зависимости от величины заглубления v и протяженности подкопанного участка l при действиях продольного сжимающего и растягивающего усилия. Рассмотрены два варианта — величина подкопа (заглубления) под трубопроводом v больше (или равна) и меньше возможного наибольшего прогиба трубопровода v_1 под действиями веса трубопровода с продуктом, пригрузом и продольного усилия N . В результате для изгибающих моментов в характерных сечениях получены следующие соотношения.

При действии продольного сжимающего усилия и $v \geq v_1$ в сечении максимального прогиба трубопровода изгибающий момент

$$M_1 = \omega_1 \sqrt[3]{q(EJ)^2}, \quad (2)$$

где E — модуль упругости материала трубы, МПа; J — момент инерции сечения трубы, см^4 ; q — вес трубопровода с продуктом и пригрузом, приходящийся на единицу длины, Н/см; ω_1 — безразмерный параметр, определяемый по формуле

$$\omega_1 = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{A_1 \sin a_2}{\cos a_1 (a_2 - \sin a_2)} + 1 \right]; \quad (3)$$

a_1 и a_2 — безразмерные параметры, определяемые как $a_1 = kl_1$; $a_2 = kl_2$; $k = \sqrt{\frac{N}{EJ}}$; l_1 — расстояние от сечения наибольшего прогиба до краев подкопа; из-за симметрии изгиба трубопровода относительно сечения наибольшего прогиба $l_1 = 0,5l$, см; A_1 — безразмерный параметр, определяемый в зависимости от параметра a_2 ; l_2 — протяженность прилегающих к месту заглубления участков, на которых происходят продольно-поперечные перемещения трубопровода, определяемые из условия сопряжения участков, см; α — безразмерный параметр, определяемый в зависимости от температурного перепада, давления в трубопроводе и параметров заглубления.

В сечении опирания трубопровода на грунт по краям заглубления изгибающий момент M_{11} определяется по формуле (2), где безразмерный параметр изгибающего момента

$$\omega_{11} = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{A_1 \sin a_2}{a_2 - \sin a_2} + 1 \right]. \quad (4)$$

Наибольший прогиб трубопровода на подкопанном участке

$$v_1 = \bar{v}_1 \sqrt[3]{\frac{EJ}{q}}, \quad (5)$$

где \bar{v}_1 — безразмерный параметр, определяемый по формуле:

$$\bar{v}_1 = \frac{1}{\alpha^2} \left[\frac{A_1 \sin a_2}{a_2 - \sin a_2} \left(1 - \frac{1}{\cos a_1} \right) - \frac{a_1^2}{2} \right]. \quad (6)$$

При действии в трубопроводе продольного растягивающего усилия и при $v \geq v_1$ изгибающие моменты M_1 и M_{11} определяются по формуле (2), где

$$\omega_1 = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{A_2 \operatorname{sh} a_2}{\operatorname{ch} a_1 (\operatorname{sh} a_2 - a_2)} - 1 \right]; \quad (7)$$

$$\omega_{11} = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{A_2 \operatorname{sh} a_2}{\operatorname{sh} a_2 - a_2} - 1 \right]. \quad (8)$$

Наибольший прогиб трубопровода v_1 определяется по формуле (5), где

$$\bar{v}_1 = \frac{1}{\alpha^2} \left[\frac{A_2 \operatorname{sh} a_2}{a_2 - \operatorname{sh} a_2} \left(1 - \frac{1}{\operatorname{ch} a_1} \right) + \frac{a_1^2}{2} \right]. \quad (9)$$

При действии продольного сжимающего усилия и $v \geq v_1$ изгибающий момент определяется по формуле (2), где безразмерный параметр изгибающего момента

$$\omega_{11} = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{(\bar{v} + A_3) \sin a}{a_1 - \sin a_1} + \cos a_1 - 1 \right], \quad (10)$$

где $\bar{v} = \frac{vN^2}{qEJ}$; A_3 — безразмерный параметр, определяемый в зависимости от a_1 .

Для варианта $v \geq v_1$ имеем $a_1 = kI_1^*$, где I_1^* — расстояние от края подкопа до сечения прилегания трубопровода ко дну траншеи, определяется исходя из граничных условий.

При действии продольного растягивающего усилия и $v \geq v_1$ изгибающий момент M_{11} определяется по формуле (2), где

$$\omega_{11} = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{(\bar{v} - A_4) \operatorname{sh} a_1}{\operatorname{sh} a_1 - a_1} + \operatorname{ch} a_1 - 1 \right]. \quad (11)$$

Продольное усилие определяется по формуле

$$N = \alpha \sqrt[3]{q^2 EJ}. \quad (12)$$

Определение значений изгибающих моментов M и продольных усилий N позволяет найти в соответствии с требованиями [3] максимальные суммарные продольные напряжения

$$\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = \mu \sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} - \frac{N}{F} \pm \left(\frac{ED_{\text{H}}}{2\rho} + \frac{M}{W} \right), \quad (13)$$

где μ — коэффициент Пуассона; $\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}$ — кольцевые напряжения от рабочего давления в трубопроводе, МПа; F — площадь стенки поперечного сечения трубы, см⁴; D_{H} — наружный диаметр трубы, см; ρ — радиус упругого изгиба оси трубопровода по рельефу дна траншеи при строительстве, см; W — момент сопротивления поперечного сечения трубы, см³.

В формуле (13) продольное растягивающее усилие берется со знаком плюс, а продольное сжимающее усилие — со знаком минус.

Таким образом, установлена взаимосвязь между наибольшим изгибающим моментом, продольным усилием, весом трубопровода с продуктом и пригрузом, глубиной и протяженностью снятия грунта из-под трубопровода на заглубляемом участке. Установленные значения наибольшего изгибающего момента и продольного усилия позволяют найти максимальные продольные напряжения в трубопроводе. Полученные соотношения позволяют осуществлять выбор параметров заглубления, при которых максимальные напряжения не превысят фактическую несущую способность трубопровода и обеспечат его целостность и герметичность, тем самым безопасные условия при проведении ремонтных работ и эксплуатации.

Список литературы

1. Ясин Э. М., Березин В. Л., Ращепкин К. Е. Надежность магистральных трубопроводов. — М.: Недра, 1972. — 183 с.
2. Гумеров А. Г., Азметов Х. А., Гумеров Р. С. Техническая эксплуатация подводных переходов трубопроводов. — М.: Недра, 2003. — 300 с.
3. СНиП 2.05.06—85*. Магистральные трубопроводы/ Госстрой России. М.: ГУП ЦПП, 2002. — 60 с.
4. РД 39-00147105-016—98. Методика расчета прочности и устойчивости ремонтируемых линейных участков магистральных нефтепроводов с учетом дефектов, обнаруженных при диагностическом обследовании. — Уфа: ТРАНСТЭК, 1999. — 60 с.
5. Методика расчета на прочность и долговечность труб с коррозионными дефектами потери металла. — М.: ОАО "АК "Транснефть", 2005. — 42 с.
6. Филоненко-Бородич М. М., Изюмов С. М., Олисов Б. А. и др. Курс сопротивления материалов. Часть II. — М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956. — 540 с.



УДК 681.518

Н. М. Павлова, асп., **А. Т. Волохина**, канд. техн. наук, ст. препод.,
М. В. Иванова, канд. техн. наук, доц., **Е. В. Глебова**, д-р техн. наук, проф.,
РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
E-mail: NPavlova@promgaz.gazprom.ru

Экспертная оценка как метод анализа производственной деятельности руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара"

Приведены данные производственной деятельности руководителей и специалистов объектов магистрального транспорта газа с помощью метода экспертной оценки. В результате статистической обработки выявлены профессионально важные качества руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара", необходимые для успешной и безопасной производственной деятельности. Приведена мотивация необходимости выявленных качеств на примере инженера газокompрессорной службы.

Ключевые слова: профессионально важные качества, метод экспертной оценки, анализ производственной деятельности

Pavlova N. M., Volokhina A. T., Ivanova M. V., Glebova E. V. Expert evaluation as analysis method of industrial activity of ООО "Gazprom transgaz Samara" managers and specialists

In this work the analysis of industrial activity of gas transportation facilities managers and specialists is performed with the help of expert evaluation method. In result of statistical treatment professional important qualities of ООО "Gazprom transgaz Samara" managers and specialists are revealed that necessary for successful and safe industrial activity. The motivation of necessity of revealed qualities is considered by example of gas compressor service engineer.

Keywords: professional important qualities, expert evaluation method, analysis of industrial activity

Снижение аварийности объектов магистрального транспорта природного газа является очень важной задачей, так как разрывы газопроводов приводят к масштабным потерям природного газа, загрязнению окружающей среды, а в исключительных случаях и к человеческим жертвам.

В работе [1] был проведен анализ статистических данных аварийности и травматизма на магистральных газопроводах. В результате данного анализа было выявлено, что 21 % от общего числа аварий происходит по причине брака строительного

монтажных работ. Строительные дефекты обусловлены ошибочными действиями как руководителей (отсутствие контроля за качеством выполняемых работ, неправильная организация деятельности подчиненного персонала), так и рабочих, непосредственно занятых в процессе планового ремонта [1].

Снизить количество аварий на магистральных газопроводах, происходящих по причинам, связанным с влиянием человеческого фактора возможно путем повышения профессиональной пригодности рабочих, специалистов и руководителей.

В Российском государственном университете нефти и газа им. И. М. Губкина на кафедре промышленной безопасности и охраны окружающей среды была разработана автоматизированная методика оценки и совершенствования профессионально важных качеств (ПВК) рабочих объектов магистрального транспорта газа. Внедрение указанной методики позволило снизить частоту аварийной разгерметизации объектов магистрального транспорта газа на 12 % за счет повышения надежности производственной деятельности рабочих основных профессий [1].

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с повышением профессиональной пригодности руководителей и специалистов. Для достижения высокого уровня организации работы подчиненного персонала руководителю необходима профессиональная подготовка. Понятие профессиональной подготовки включает в себя знание специфики данного производства и практический опыт работы.

Кроме этого руководители различных уровней должны обладать профессиональными важными качествами, позволяющими:

- выявлять проблему с учетом ее взаимосвязей с другими задачами управления;
- принимать оптимальные решения с учетом мнения различных специалистов;
- оперативно руководить и контролировать работу сотрудников, особенно в случае возникновения аварийной ситуации [2, 3].

Таким образом, от уровня развития профессионально важных качеств руководителей и специа-

листов зависит не только успешность производственной деятельности, но и безопасность производства, сотрудников, количество аварий и травм. Это особенно актуально на объектах магистрального транспорта газа, которые относятся к опасным производственным объектам с повышенной вероятностью возникновения аварийных ситуаций.

С целью изучения психологических и психофизиологических особенностей производственной деятельности руководящего состава объектов магистрального транспорта газа, разработки требований к составу и уровню развития их профессионально важных качеств, обеспечивающих успешное освоение и выполнение профессиональной деятельности, был проведен профессиографический анализ деятельности руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара".

ООО "Газпром трансгаз Самара" осуществляет транспортировку газа, а также качественное обслуживание, ремонт газопроводов и газоперекачивающего оборудования. Структурно в состав ООО "Газпром трансгаз Самара" входят девять линейно-производственных управлений магистрального транспорта газа и сервисных организаций (рис. 1).

Для выявления необходимых профессионально важных качеств руководителей и специалистов был использован метод экспертных оценок, представляющий собой формализованную процедуру сбора, анализа и интерпретации независимых суждений достаточного количества экспертов о степени выраженности каждого из подлежащих оценке факторов. В большинстве исследований метод экспертных оценок используется для выделения существенных факторов и их ранжирования.

В настоящее время в РФ нет единой организационной схемы проведения экспертных опросов, но некоторые авторы, например работ [4, 5] выделяют существенные звенья, характерные для большинства опросов. В результате анализа опубликованных схем



Рис. 1. Одно из линейно-производственных управлений магистрального транспорта газа ООО "Газпром трансгаз Самара"

можно выделить существенно важные этапы организации экспертной оценки (рис. 2).

1. Образование организационной группы специалистов-аналитиков, отвечающих за проведение экспертизы. Задача группы — обеспечить благоприятные условия работы, доступ ко всей информации по проблеме и т. д.

2. Определение цели экспертизы и формулировка проблемы.

3. Выбор шкалы оценок и метода проведения экспертизы.

4. Образование экспертной группы: определение количественного состава экспертной группы, компетентности каждого эксперта и способа информационного обеспечения экспертов.

5. Проведение экспертного опроса.

6. Статистическая обработка результатов опроса и расчет показателей согласованности мнений.

7. Анализ результатов и рекомендации.

Для проведения анализа производственной деятельности руководителей и специалистов была разработана экспертная профессиографическая анкета, включающая в себя следующие разделы:

1. Общие сведения о специальности (8 вопросов);

2. Основное содержание труда по специальности (7 вопросов);

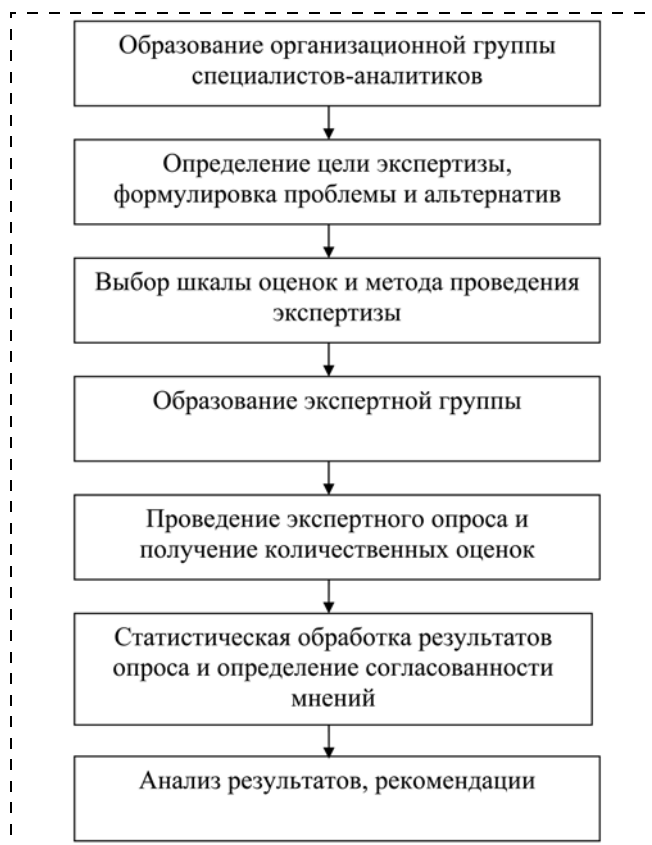


Рис. 2. Организационная схема проведения экспертной оценки



3. Предметные и функциональные особенности труда по специальности (12 вопросов);
4. Условия деятельности (8 вопросов);
5. Социально-психологические факторы деятельности (7 вопросов);
6. Факторы, определяющие качество деятельности по оценке значимости 103 различных профессионально важных качеств (4 вопроса).

При проведении исследования в качестве экспертов выступали опытные специалисты, хорошо знающие особенности профессиональной деятельности и требования к индивидуально-психологическим качествам работников, которые обеспечивают успешность выполнения ими функциональных обязанностей.

В анкетировании приняли участие 34 эксперта из числа руководителей ООО "Газпром трансгаз Самара": начальники линейно-производственных управлений, главные инженеры филиалов, главные диспетчеры. Эксперты оценивали особенности производственной деятельности следующих специалистов:

- мастер-инженер газокompрессорной службы;
- мастер-инженер линейно-эксплуатационной службы;
- мастер-инженер службы электроводоснабжения;
- инженер службы контрольно-измерительных приборов и автоматики;
- начальники газокompрессорной службы, линейно-эксплуатационной службы, службы электроводоснабжения и службы контрольно-измерительных приборов и автоматики.

В ходе обработки экспертных анкет было установлено, что в своей повседневной деятельности работники данных специальностей подвержены влиянию ряда опасных и вредных факторов производственной среды и трудового процесса. Трудовой процесс руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара" характеризуется высокой напряженностью, связанной прежде всего с личной ответственностью за принимаемые решения, от которых зависит безопасность работы персонала.

В шестом разделе профессиографической анкеты экспертам предлагалось оценить значимость 103 профессионально важных качеств для каждой из изучаемых профессий. Профессионально важные качества определяют успешность производственной деятельности работника и включают в себя всю совокупность психологических качеств его личности. Профессионально важные качества оценивались экспертами по шкале, представленной ниже:

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| 3 балла | Крайне необходимо |
| 2 балла | Необходимо |
| 1 балл | Желательно |
| 0 баллов | Не имеет значения (безразлично) |
| -1 балл | Нежелательно |
| -2 балла | Оказывает отрицательное влияние |
| -3 балла | Крайне нежелательно |

Для обработки полученных данных опроса экспертов было использовано специализированное программное средство для статистических расчетов STATISTICA.

При оценивании объектов эксперты могут расходиться во мнениях. При этом общая оценка может считаться достаточно надежной только при условии хорошей согласованности ответов опрашиваемых специалистов. Поэтому обработка информации, полученной от экспертов, должна обязательно включить оценку степени согласованности мнений экспертов.

Таким образом, для анализа разброса и согласованности мнений экспертов для каждого профессионально важного качества были посчитаны следующие статистические величины:

— *среднее арифметическое*

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i,$$

где a_i — балльная оценка ПВК; n — количество экспертов;

— *стандартное отклонение*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a)^2}{n - 1}};$$

— *коэффициент вариации*

$$V = \frac{\sigma}{a} 100 \%$$

Коэффициент вариации характеризует относительную меру отклонения полученных значений от среднеарифметического. Чем больше значение коэффициента вариации, тем относительно больший разброс и меньшая выравненность исследуемых значений. При значении коэффициента вариации:

меньше 10 % — разброс в мнениях экспертов незначительный;

10...20 % — разброс в мнениях экспертов средний;

20...33 % — разброс в мнениях экспертов значительный;

> 33 % — информация неоднородна, необходимость исключения самых больших и самых маленьких значений [6].

В проведенном исследовании среднее значение коэффициента вариации находится в интервале 10...20 %, что говорит о приемлемом разбросе в мнениях экспертов. Фрагмент результатов статистической обработки мнений экспертов представлен в табл. 1.

В ходе статистических расчетов из всего перечня профессионально важных качеств, предложенных для оценки экспертам, были выделены 13 наиболее



Рис. 3. Структура профессионально важных качеств руководителей и специалистов объектов магистрального транспорта газа

значимых для эффективной и безопасной производственной деятельности (рис. 3).

Выбранные качества были разделены на три категории в соответствии с классификацией, предложенной учеными Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ (см. рис. 3).

1. Интеллектуальные качества работника определяют своевременность и безошибочность его ре-

шений и действий, характеризуют способность к переработке и усвоению огромного количества информации, уровень развития всех познавательных психических процессов: восприятия, представления, мышления, памяти и внимания.

2. Психофизиологические качества работника определяют способность сохранять самообладание и работоспособность в условиях психического стресса. Психофизиологические профессионально важные качества обеспечивают связь психики с физиологией и характеризуются умением управлять своим функциональным состоянием. При эмоциональном стрессе надо гасить излишнее возбуждение, при утомлении бороться с усталостью, при необходимости – быстро переходить из режима пассивного ожидания в состояние активного бодрствования.

3. Личностные качества определяют особенности отношения человека к производственной деятельности. Профессиональная направленность, нравственность, моральные качества, характер и другие черты личности – составляют ядро профессиональной пригодности. Только любя свою профессию, правильно строя взаимоотношения в коллективе, проявляя целеустремленность и волю при преодолении трудностей, постоянно работая по устранению своих недостатков, можно достичь существенных профессиональных успехов [7].

Таблица 1

Фрагмент результатов статистической обработки мнений экспертов группы "Мастер-инженер линейно-эксплуатационной службы"

| Наименование профессионально важного качества | Число значений | Среднее арифметическое | Границы доверительного интервала | | Минимум | Максимум | Стандартное отклонение | Стандартная ошибка | Коэффициент вариации |
|---|----------------|------------------------|----------------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | верхняя | нижняя | | | | | |
| Технические способности | 7 | 2,57 | 2,08 | 3,07 | 2 | 3 | 0,53 | 0,2 | 20,62 |
| Математические способности | 7 | 1,86 | 1,51 | 2,21 | 1 | 2 | 0,38 | 0,14 | 20,43 |
| Умение брать на себя ответственность за принятые решения и действия | 7 | 2,57 | 2,08 | 3,07 | 2 | 3 | 0,53 | 0,2 | 20,62 |
| Высокое чувство долга | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Трудолюбие | 7 | 2,71 | 2,26 | 3,17 | 2 | 3 | 0,49 | 0,18 | 18,08 |
| Требовательность | 7 | 2,57 | 2,08 | 3,07 | 2 | 3 | 0,53 | 0,2 | 20,62 |



Продолжение табл. 1

| Наименование профессионально важного качества | Число значений | Среднее арифметическое | Границы доверительного интервала | | Минимум | Максимум | Стандартное отклонение | Стандартная ошибка | Коэффициент вариации |
|---|----------------|------------------------|----------------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | верхняя | нижняя | | | | | |
| Находчивость, быстрое реагирование | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Настойчивость в достижении цели | 7 | 2,57 | 2,08 | 3,07 | 2 | 3 | 0,53 | 0,2 | 20,62 |
| Решительность | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Самообладание и выдержка | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Целеустремленность | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Аналитическое мышление, способность к установлению логических закономерностей | 7 | 1,86 | 1,51 | 2,21 | 1 | 2 | 0,38 | 0,14 | 20,43 |
| Сосредоточенность в условиях помех | 7 | 2,14 | 1,79 | 2,49 | 2 | 3 | 0,38 | 0,14 | 17,76 |
| Способность четко и лаконично формулировать распоряжения, сообщения | 7 | 2,57 | 2,08 | 3,07 | 2 | 3 | 0,53 | 0,2 | 20,62 |

Таблица 2

Профессионально важные качества мастера-инженера газокompрессорной службы

| Профессионально важные качества (ПВК) | Мотивация выбора ПВК |
|--|---|
| <i>Интеллектуальные</i> | |
| 1. Устойчивость и переключаемость внимания | Осуществление постоянного контроля и периодической регистрации параметров газоперекачивающих агрегатов |
| 2. Длительное сохранение информации в памяти | Осуществление контроля за выполнением ряда мероприятий, содержащих большие объемы информации |
| 3. Технические способности | Понимание технологических процессов перекачки газа: — для проведения анализа причин изменения и отклонения от нормальных величин параметров газоперекачивающих агрегатов; — для участия в приемке в эксплуатацию новых и реконструированных объектов компрессорных станций; — для составления отчетной документации по эксплуатации, наладке и испытанию оборудования, учету аварий и т. д. |
| 4. Аналитическое мышление, способность к установлению логических закономерностей | Проведение анализа причин изменения и отклонения от нормальных величин параметров газоперекачивающих агрегатов, принятие мер по их предупреждению, составление отчетной документации по эксплуатации, наладке и испытанию оборудования, учету аварий |
| 5. Образное мышление | Умение предвидеть возможные изменения обстановки и ожидаемые результаты проводимых мероприятий. Необходимость ориентироваться в конструкторской и технологической документации для контроля эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, в том числе ремонта, технического обслуживания и др. |
| <i>Психофизиологические</i> | |
| 6. Эмоциональная устойчивость | Осуществление контроля за выполнением ряда мероприятий, требующих высокого нервного напряжения, высокого уровня личной ответственности за их возможные последствия: — участие в переключениях электроустановок; — участие в комиссии по разбору производственных ситуаций, приведших к аварийному останову основного технологического оборудования. Необходимость сохранять работоспособность в условиях аварийной ситуации, дефицита времени при действии сильных раздражителей и в напряженных ситуациях |



Продолжение табл. 2

| Профессионально важные качества (ПВК) | Мотивация выбора ПВК |
|---------------------------------------|---|
| 7. Темп мыслительных операций | Необходимость быстро ориентироваться в нестандартных, аварийных ситуациях (принятие мер к незамедлительному устранению утечек газа, масла, воздуха, воды). Необходимость руководить людьми в нестандартных ситуациях (участие в проведении учебно-тренировочных занятий с работниками газокompрессорной службы по ликвидации аварийных ситуаций) |
| 8. Работоспособность | Контроль за выполнением различных мероприятий, связанных с эксплуатацией компрессорных станций, работа с большими объемами информации, напряженный график работы |
| <i>Личностные</i> | |
| 9. Ответственность | Контроль за выполнением мероприятий, обеспечивающих безопасность технологического процесса и безопасность работы сотрудников |
| 10. Организаторские способности | Необходимость осуществлять руководство работой подчиненного персонала, занятого эксплуатацией компрессорных станций, оказывать преобладающее влияние на других при организации ряда мероприятий, способность побуждать людей к активным действиям |
| 11. Стремление к сотрудничеству | Необходимость ежедневного взаимодействия с работниками газокompрессорной службы, а также с другими службами линейно-производственного управления магистральных газопроводов и сторонними организациями |
| 12. Решительность | Необходимость быстро ориентироваться в нестандартных, аварийных ситуациях, принимать решения, руководить работой подчиненных (принятие мер к незамедлительному устранению утечек газа, масла, воздуха, воды) |
| 13. Самостоятельность | Необходимость осуществлять руководство работой газокompрессорной службы, нести личную ответственность за выполнение мероприятий, связанных с эксплуатацией компрессорных станций |

Почему в результате экспертного опроса были выделены именно эти качества? Характер производственной деятельности работников в зависимости от специальности отличается, поэтому прежде всего эксперты анализировали должностные обязанности специалистов и руководителей. Так, при оценке интеллектуальных качеств работников учитывалась необходимость ориентироваться в технической и конструкторской документации, понимания технологических процессов, проведения анализа работы, составления отчетов; при оценке психофизиологических качеств — необходимость осуществления контроля за выполнением мероприятий, требующих высокого нервного напряжения, высокого уровня личной ответственности и, наконец, при выявлении личностных качеств оценивалось участие в проведении работ повышенной опасности, учитывалась необходимость ежедневного взаимодействия с различными службами линейно-производственного управления и сторонними организациями. В табл. 2 приведена мотивация выбора каждого профессионально важного качества на примере мастера-инженера газокompрессорной службы.

Таким образом, использование метода экспертных оценок является эффективным для выявления профессионально важных качеств руководителей и специалистов объектов магистрального транспорта газа, а также для анализа их производственной деятельности. Данный метод дает возможность оперативно собрать необходимую информа-

цию, его применение не требует длительной подготовки и поиска или разработки сложных исследовательских программ. Кроме этого, метод является достаточно гибким, т. е. он легко модифицируется при возникновении новых задач, а также пригоден для многократного использования.

Определение необходимых профессионально важных качеств и составление характеристик производственной деятельности позволяет перейти к оценке уровня развития выбранных профессионально важных качеств работников рассматриваемых специальностей.

Список литературы

1. Мурадов А. В., Волохина А. Т., Глебова Е. В., Иванова М. В. Аварийность магистральных газопроводов с учетом человеческого фактора // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 12. — С. 37—40.
2. Евланов Л. Г., Кутузов В. А. Экспертные оценки в управлении. — М.: Экономика, 1978. — 133 с.
3. Задоркин В. И. Организация труда руководителя. — М.: МЭГУ, 1999. — 428 с.
4. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. — М.: Статистика, 1980. — 263 с.
5. Громенко В. В. Развитие метода экспертных оценок в сложных социально-экономических системах: дисс. канд. экон. наук, Москва, 2003.
6. Сидоренко Е. Н. Методы математической обработки в психологии. — СПб.: ООО "Речь", 2002. — 350 с.
7. Волохина А. Т., Иванова М. В., Прусенко Б. Е., Жданько И. М. Разработка автоматизированной системы оценки профессионально важных качеств операторов опасных производственных объектов и подбор методик для их улучшения // Безопасность жизнедеятельности. — 2008. — № 7. — С. 20—27.

УДК 504.4.054

Н. Н. Красногорская, д-р техн. наук, проф., **А. Н. Елизарьев**, канд. геогр. наук, доц.,
Р. Г. Ахтямов, канд. техн. наук, **М. В. Саханевич**, **Д. В. Куликова**,
Уфимский государственный авиационный технический университет
E-mail: ahtamov_zchs@mail.ru

Снижение экологической опасности ливневого стока с мостовых переходов

Предложены номограммы и уравнения, позволяющие определить количественный и качественный состав ливневого стока с мостовых переходов. Разработана установка для очистки ливневого стока с мостов.

Ключевые слова: ливневый сток, экологическая опасность, очистное сооружение, мостовой переход, биоплато

Krasnogorskaya N. N., Elizariev A. N., Ahtamov R. G., Sahanevich M. V., Kulikova D. V. *Decrease of the storm drain from bridges ecological danger. Nomograms and the equations allowing to define quantitative and qualitative structure of a storm drain from bridge are offered. Developed the installation for storm drain from bridges clearing.*

Keywords: rain-storm runoff, ecological hazard, cleaning structures, bridge, biotical plateau

Обострение дефицита пресной воды является одной из главных угроз устойчивому развитию урбанизированной территории, что отмечено в решении международных форумов и саммитов, в том числе Международного форума "Чистая вода—2010" в Москве. Для урбанизированных территорий характерно не только количественное, но и качественное истощение водных ресурсов, обусловленное сбросом сточных вод. В пределах урбанизированной территории качественный состав ливневого стока зависит от климатических условий, санитарного состояния системы водосбора, закономерности движения ливневого стока [1].

Загрязнение ливневого стока с проезжей части мостов происходит за счет оседающей на дорожном покрытии пыли, продуктов изнашивания асфальтобетона и шин, выбросов автомобильных двигателей. Приоритетным загрязняющим веществом в ливневом стоке мостовых переходов являются нефтепродукты и взвешенные вещества. По данным показателям согласно действующей нормативной доку-

ментации [8...10] ливневые воды должны подвергаться очистке. Сброс загрязненного ливневого стока производится, как правило, не в ливневую канализационную сеть, а на рельеф местности или непосредственно в водные объекты.

Отвод воды с проезжей части предусматривается в водоотводные трубки или через тротуарные блоки под мост, а в ряде случаев (путепроводы, мосты) через дождеприемные колодцы с отводом в ливневую канализацию, однако данная схема отвода стока, как правило, не внедряется [2].

Своевременный правильно организованный отвод воды с поверхности мостов и путепроводов (рис. 1) — одна из важных конструктивных задач, от решения которой во многом зависит обеспечение не только транспортно-эксплуатационных качеств этих искусственных сооружений, но и состояние окружающей природной среды [3].

При строительстве или реконструкции дороги (в непосредственной близости от уже эксплуатируемой) в местах пересечений водотоков сток из образуемых междудорожных полос отводят в пересекаемые водотоки с помощью водосбросных лотков, что отрицательно сказывается на экологическом состоянии водных объектов. При возведении моста с отдельными проезжими частями для отдельных направлений движения воду с разделительной полосы отводят лотками, устраиваемыми по подмостовому откосу. При данной схеме отвода ливневых стоков также наблюдается значительное загрязнение водных объектов стоком различного количественного и качественного состава.

Проведенный анализ литературных источников и методов определения максимальных расходов и объемов ливневого стока показал, что существует ряд методик [4...6] учитывающих: максимальную интенсивность водоотдачи дождевых вод; площадь живого сечения и средний уклон главного лога; объем воды, аккумулировавшейся на склонах; коэффициент озерности и заболоченности. Данные

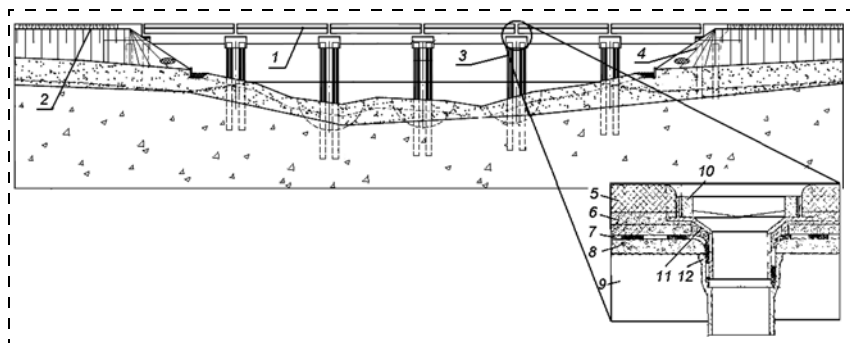


Рис. 1. Общий вид моста с типовой водоотводной воронкой:

1 — мост; 2 — насыпи подходов к нему; 3 — опора мостового перехода; 4 — берегоукрепительные сооружения; 5 — асфальтобетонный слой; 6 — защитный слой; 7 — гидроизоляционный слой; 8 — цементная смазка; 9 — балка пролетного строения; 10 — металлическая решетка; 11 — водоотводная воронка; 12 — водоотводная трубка

методики могут быть лишь ограниченно пригодны для расчета стока с мостовых переходов. Для расчета объема и качественного состава стока с мостов целесообразно использовать методику, изложенную в работе [7], так как она наиболее адаптирована для расчета стока с мостовых сооружений.

Годовой объем, $\text{м}^3/\text{год}$, ливневого стока с мостового перехода в водный объект определяется по формуле:

$$V = 10h_{\text{д}}\psi_{\text{д}}F, \quad (1)$$

где $h_{\text{д}}$ — высота слоя осадков за теплый период года, мм; $\psi_{\text{д}}$ — коэффициент поверхностного стока дождевых вод; F — площадь мостового перехода, га.

Масса сброса загрязняющих веществ, кг/год, в водный объект определяется по формуле:

$$M = 10^{-3}VC, \quad (2)$$

где C — концентрация загрязняющих веществ в ливневом стоке с мостового перехода, $\text{мг}/\text{м}^3$.

В связи с тем, что особое внимание при установлении ливневых характеристик должно быть обращено на сбор и изучение материалов, характеризующих метеорологические условия формирования дождей в исследуемом районе, необходимо учитывать синоптические условия при определении максимальных расходов стока и при проектировании очистных сооружений ливневого стока.

Для оперативного определения количественного и качественного состава ливневого стока с мостовых переходов с использованием формул (1), (2) составлены:

— номограммы для определения объема стока с моста в зависимости от площади моста и среднегодового количества осадков 10...100 мм (рис. 2, а) и 110...200 мм (рис. 2, б);

— номограммы для определения массы сброса нефтепродуктов (рис. 3, а) и взвешенных веществ (рис. 3, б) с моста в зависимости от объема стока с моста и категории дороги при среднегодовом количестве осадков 10...200 мм.

Предложенные номограммы позволяют сократить время для расчетов

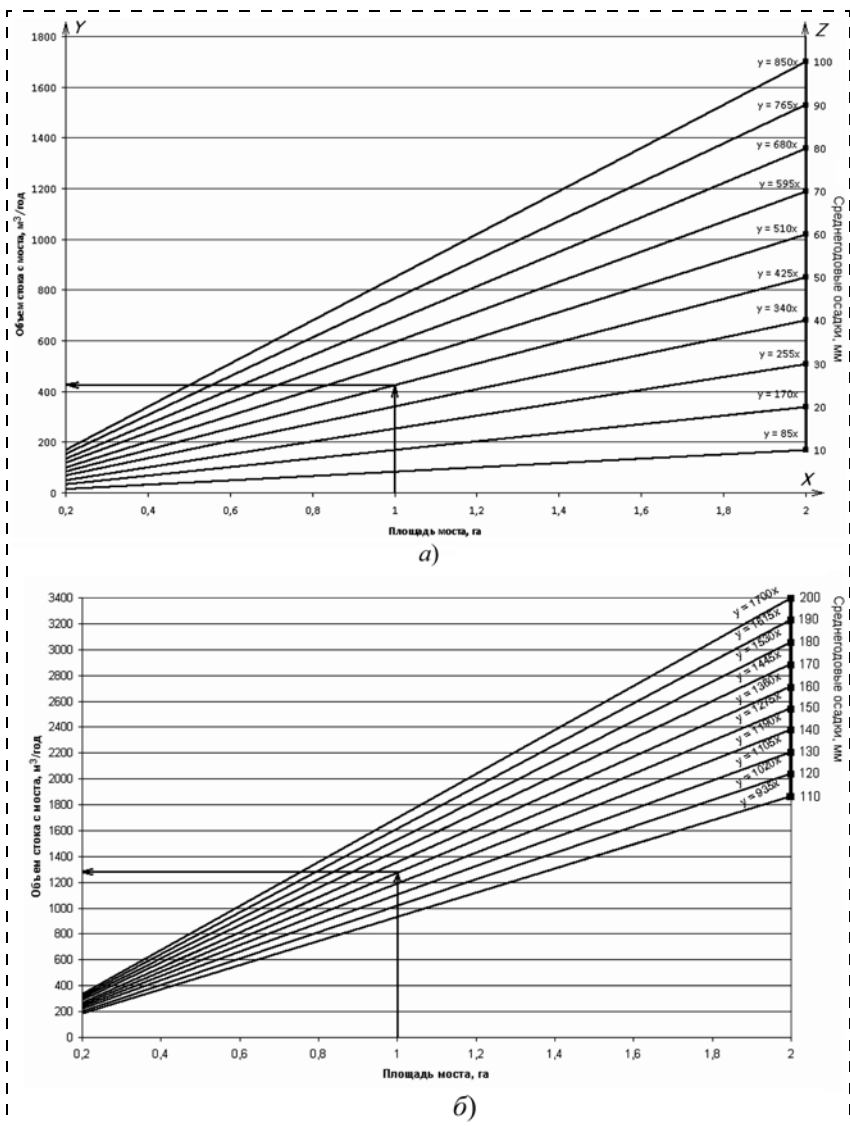


Рис. 2. Номограммы для определения объема стока с моста в зависимости от площади моста и среднегодового количества осадков в пределах:

а — 10...100 мм; б — 110...200 мм

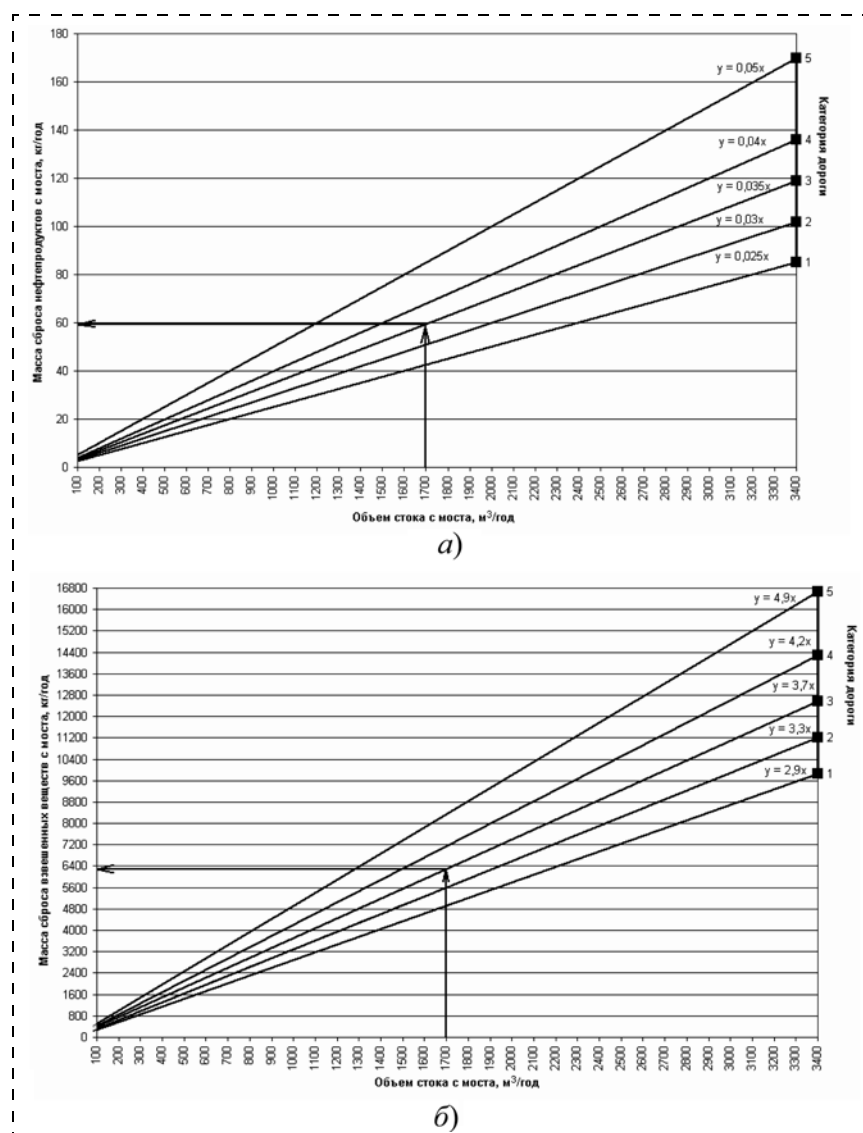


Рис. 3. Номограммы для определения массы сброса нефтепродуктов (а) и взвешенных веществ (б) с моста в зависимости от объема стока с моста и категории дороги при среднегодовом количестве осадков 10...200 мм

количественного (объем) и качественного (концентрация нефтепродуктов и взвешенных веществ) состава ливневого стока с мостовых переходов.

Для совершенствования методики определения количественного и качественного состава ливневого стока с мостов (см. рис. 2), изложенной в работе [7], авторами настоящей работы предложены уравнения (3) и (4):

$$y = xzC, \quad (3)$$

где y — искомая величина на оси OY — объем стока с моста, $m^3/год$; x — известная величина на оси OX — площадь моста, га; z — известная величина на оси OZ — среднегодовые осадки, мм; C — ко-

эффициент, учитывающий неравномерность осей номограммы;

$$C = \frac{y_{\max}}{x_{\max}z_{\max}}, \quad (4)$$

где y_{\max} — максимальное значение на оси OY ; x_{\max} — максимальное значение на оси OX ; z_{\max} — максимальное значение на оси OZ .

Использование предложенных уравнений позволяет определить искомую величину на одной из осей для заданных произвольных значений по двум другим осям, при условии линейности функции от трех переменных.

Приведенные номограммы и уравнения (3), (4) для определения количественного и качественного состава ливневого стока с мостовых переходов могут использоваться при проектировании очистных сооружений дождевого стока с моста.

Для очистки ливневого стока необходим прогноз качества ливневого стока с мостовых переходов; обоснование выбора и совершенствование технологии очистки стока.

Своевременный и целенаправленный сбор и отвод воды с поверхности мостов и последующая ее очистка от загрязнений — одна из основных задач повышения технического уровня мостовых переходов и автомобильных дорог, безопасного движения по ним и снижения техногенного влияния на окружающую среду.

Таким образом, для оптимизации дорожного водоотвода и очистки стоков с мостовых переходов необходимо выполнить комплекс мероприятий, направленных на соблюдение технологического регламента при строительстве элементов водоотвода и проведение работ по поддержанию системы водоотвода в состоянии удовлетворительной работоспособности в течение практически всего календарного года. Особое место в этой проблеме занимают мероприятия, направленные на совершенствование технологии очистки ливневого стока с мостовых переходов.

В настоящее время существует несколько принципиально различных способов очистки ливневых вод, которые можно разделить на две группы.

1. Способы очистки, в основе которых лежат физические, химические и физико-химические процессы, протекающие в локальных очистных сооружениях.

2. Способы очистки, в основе которых лежат естественные биологические процессы самоочищения, протекающие в почве и водоемах.

Очистка ливневых сточных вод способами *первой группы* в принципе возможна до любых концентраций, но это требует высоких затрат реагентов, фильтров, электроэнергии, работы обслуживающего персонала.

Существуют различные способы очистки ливневых сточных вод [11—13], однако каждый из них имеет определенные недостатки, например установка, описанная в работе [11], предусматривает доочистку ливневого стока на городских очистных сооружениях, что затруднительно для стока с мостовых переходов; установка, предложенная в патенте [12], характеризуется высокой стоимостью и значительными эксплуатационными расходами; при переполнении аккумулирующего резервуара установки — см. патент [13] — сточные воды сливаются в водные объекты без очистки.

Очистка сточных вод с помощью очистных сооружений *второй группы* — гидробиотических площадок (биоплато) основана на естественном эффекте усвоения, задержания, осаждения и разложения различных загрязняющих веществ в малых водоемах в результате жизнедеятельности высшей водной растительности и естественных гидрохимических процессов.

Способность высших водных растений удалять из воды загрязняющие вещества (биогенные элементы, тяжелые металлы, фенолы, сульфаты) и уменьшать ее загрязненность нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами, которая опосредованно характеризуется такими показателями органического загрязнения, как биологическое (БПК) и химическое (ХПК) потребление кислорода, позволяет использовать водные растения в практике очистки производственных, хозяйственно-бытовых сточных вод и поверхностного стока. Растения в водных объектах выполняют следующие основные функции:

- фильтрационную (способствуют оседанию взвешенных веществ);
- поглотительную (поглощение биогенных и органических веществ);
- накопительную (способность накапливать некоторые металлы и органические вещества, которые трудно разлагаются);
- окислительную (обогащение воды кислородом);
- детоксикационную (способность накапливать токсичные вещества и преобразовывать их в нетоксичные).

Кроме своих функций как биоинженерных сооружений, биоплато (рис. 4) как высокопродуктивная экосистема, создает пространственную неоднородность в существующих обедневших антропогенно-природных ландшафтах, предоставляет дополнительные места обитания и пищевые ресурсы для многих

видов флоры и фауны, которая, в свою очередь, создает благоприятные условия для поддержки биоразнообразия. Использование принципов ландшафтного дизайна при проектировании и строительстве биоплато позволяет широко использовать декоративные возможности сооружений для улучшения эстетических характеристик промышленных площадок и других территорий [14].

Однако использование только биоплато в качестве очистного сооружения ливневого стока с мостовых переходов затруднительно в связи с неоднородностью количественного состава дождевых вод и, как следствие, необходимости отвода значительной площади под очистные сооружения, что не всегда возможно, особенно для мостов и путепроводов в пределах крупных городов.

Проведенный анализ существующих технологий очистки ливневого стока с мостовых переходов показал, что основные направления совершенствования установок очистки ливневого стока с мостов должны заключаться в снижении массогабаритных показателей за счет применения биоплато в качестве секции доочистки стока, при сохранении эффективности очистки вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Для очистки ливневого стока с мостовых переходов, разработана установка, схема которой приведена на рис. 4 [15].

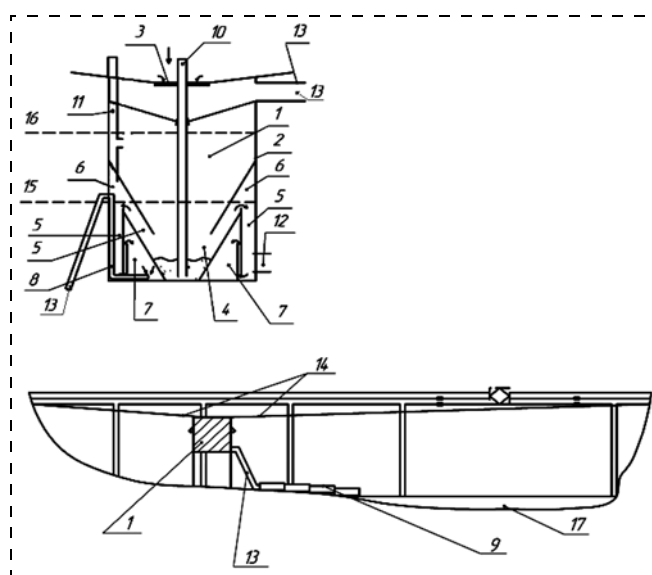


Рис. 4. Схема установки очистки ливневого стока с мостового перехода:

- 1 — приемный аккумулирующий резервуар; 2 — корпус; 3 — решетка; 4 — пескосборный бункер; 5 — перегородка; 6 — камера для накопления нефтепродуктов; 7 — резервуар очищенной воды; 8 — гидрозатвор; 9 — биоплата лестничного типа; 10 — патрубок для удаления взвешенных частиц; 11 — патрубок для отвода нефтепродуктов; 12 — люк; 13 — переливной трубопровод; 14 — лоток моста; 15 — нижний рабочий уровень; 16 — верхний рабочий уровень; 17 — максимальный уровень подъема воды; 18 — лоток

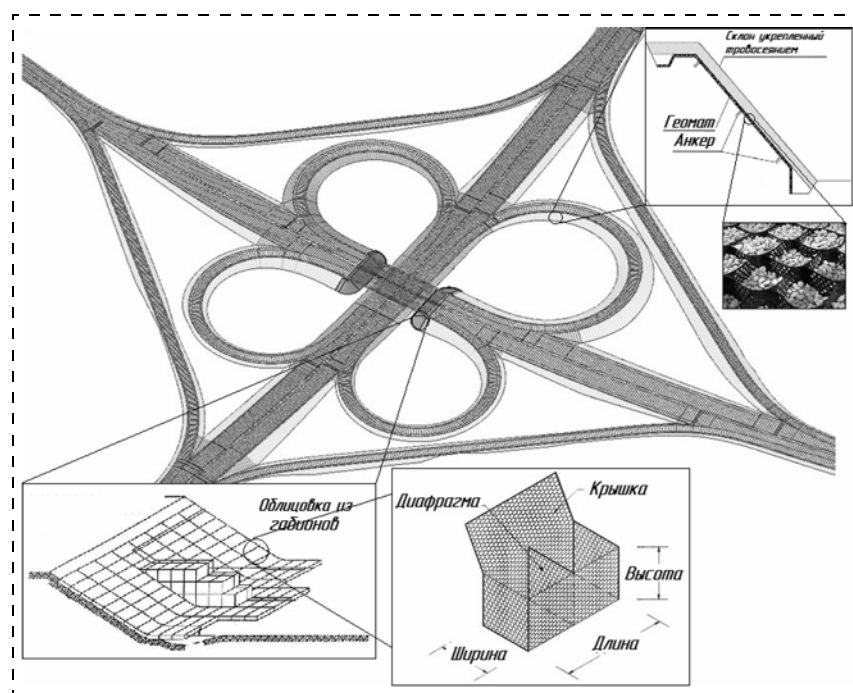


Рис. 5. Укрепление откосов транспортной развязки типа "клеверный лист" при помощи геосинтетических материалов и габионных конструкций

Использование конструкции биоплато лестничного типа (см. рис. 4) позволит разместить секцию доочистки ливневого стока с моста в пойме реки под опорами мостового перехода.

В случае организации сбора и очистки ливневого стока с путепроводов необходимо учитывать специфику расположения автомобильных дорог и размещения секций очистки и доочистки ливневого стока. Так, приемно-аккумулирующий резервуар установки [15] может быть размещен под мостом или путепроводом, а секция доочистки (биоплато) может быть расположена с учетом специфики транспортных развязок. Так, на рис. 5 приведена транспортная развязка типа "клеверный лист", которая позволяет разместить биоплато в "кольцах" автодороги, которые представляют собой естественные и пригодные для создания биологических очистных сооружений конструкции, снабженные также системой дренажных трубопроводов.

Однако при создании предлагаемых очистных сооружений на транспортных путепроводах необходимо также учитывать проектировку и внедрение систем поддержания устойчивости откосов транспортных развязок.

В отдельных областях России, особенно в последние годы, распространенным в зимнее время явлением оказывается чередование периодов оттаивания и замерзания снежного слоя, что создает определенные проблемы при обеспечении своевременного отвода талых вод с поверхности мостовых переходов. Кроме того, имеют место случаи одновременного

выпадения дождевых и снеговых осадков в зимние месяцы, что нередко приводит к значительному затоплению проезжей части и нарушению бесперебойного движения транспортных средств.

Необеспеченный поверхностный водоотвод приводит к снижению прочности дорожных одежд, нарушению устойчивости земляного полотна, сокращению межремонтных сроков, снижению уровня безопасности и удобства движения транспортных средств. Для укрепления откосов могут быть использованы, например, геосинтетические материалы и габионные конструкции (см. рис. 5).

Геосинтетические материалы (нетканые), представляющие собой переплетенные волокна, соединенные механическим, физическим или химическим способами, обладают высокой водопроницаемостью во всех направлениях и при достаточной толщине выполняют функции дренирующих слоев и фильтров.

Основной компонент геосинтетических материалов — георешетка представляет собой гибкий компактный модуль, состоящий из скрепленных между собой пластиковых лент, образующих в растянутом положении пространственную ячеистую конструкцию. Георешетка ограничивает сдвиговые деформации и укрепляет грунты, создавая единую структурную массу. Поэтому георешетка получила широкое распространение при строительстве автомобильных дорог.

Одним из видов геосинтетических материалов являются геоматы — это трехмерный мат, имеющий водопроницаемую структуру из полимерных материалов, соединенных между собой термическим способом. Трехмерные геоматы используются для закрепления грунтовых частей, корней трав и небольших растений. Геомат является одним из самых эффективных материалов при противоэрозионной защите откосов [16].

Для укрепления откосов мостовых переходов все большее распространение получают габионные конструкции — это объемные конструкции, изготовленные из металлической сетки двойного кручения, заполненные камнем (двойное кручение проволочной сетки обеспечивает целостность, прочность и равномерность распределения нагрузок, предотвращает раскручивание в случае разрыва сетки). Габионные конструкции разделены на секции при помощи диафрагм, устанавливаемых внутри габионов через каждый метр по длине.

Система очистки поверхностных вод с помощью габионных конструкций предусматривает сбор сточных вод в прикромочные лотки или предбордюрное пространство мостовых переходов с последующим их сбросом в откосные телескопические лотки или закрытую ливневую канализацию, а затем в очистные сооружения.

Количество и расположение очистных сооружений определяется расчетной величиной объема стока, пропускной способностью сооружений, размерами водосборной площади, продольными и поперечными профилями дороги, количеством и местоположением мостов, путепроводов и съездов.

Основными строительными-экологическими свойствами габионных конструкций являются:

— высокая сопротивляемость нагрузкам, прочность каркасно-армирующих элементов и лицевых граней;

— гибкость и устойчивость, которые позволяют габионным конструкциям без их разрушения пропускать влагу и противостоять осадкам нестабильных грунтов, сплывам и эрозии откосов, их подмыву с нарушением местной устойчивости откосов, берегов и других откосно-прибрежных сооружений;

— возможность сочетания с традиционными типами укреплений дорожно-мостовых сооружений и повышения тем самым эффективности и экологичности применения комбинированных конструкций;

— низкие эксплуатационные расходы;

— экологичность, эстетичность восприятия, надежность функционирования, а также долговечность [17].

Заключение

Предлагаемые инженерные решения, включающие очистку ливневого стока с мостовых переходов и путепроводов с использованием биоплато, геосинтетических материалов и габионных конструкций, позволят сократить попадание загрязняющих веществ с ливневым стоком в водные объекты, расположенные в пределах урбанизированной территории.

Для снижения экологической опасности ливневого стока с мостовых переходов предложен ряд мероприятий:

— прогноз количественного и качественного состава ливневого стока с мостовых переходов, в том числе с использованием предлагаемых номограмм для определения объема стока и массы сбрасываемых нефтепродуктов и взвешенных веществ;

— обоснование выбора и совершенствование технологии очистки стока на основе применения технологий комплексной очистки ливневого стока с мос-

товых переходов с использованием высшей водной растительности, размещенной на биоплато;

— проведение мероприятий по укреплению откосов транспортных сооружений с использованием геосинтетических материалов и габионных конструкций с целью сокращения поступления загрязняющих веществ с ливневым стоком в водные объекты, расположенные в пределах урбанизированной территории.

Список литературы

1. **Перевозников Б. Ф.** Дорожно-мостовая гидрология. Справочник / Б. Ф. Перевозников, С. М. Бликштейн. — М.: Транспорт, 1983. — 199 с.
2. **Богомолов А. И.** Примеры гидравлических расчетов / А. И. Богомолов [и др.]. — М.: Транспорт, 1977. — 526 с.
3. **Перевозников Б. Ф.** Водоотвод с автомобильных дорог / Б. Ф. Перевозников. — М.: Транспорт, 1982. — 190 с.
4. **Методическое** руководство по гидрологическому обследованию водотоков и разработке региональных норм максимального стока при проектировании автомобильных дорог. М. — 1970.
5. **Таблицы** для проектирования мостов. М.: Транспорт, 1959.
6. **ВСН 63—76.** Инструкция по расчету ливневого стока воды с малых бассейнов Минтрансстрой от 14 июля 1976 г.
7. **Трофименко Ю. В.** Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда: учеб. пособие / Ю. В. Трофименко, Г. И. Евгеньев. — М.: Академия, 2006. — 400 с.
8. **СНиП 2.04.03—85.** Канализация. Наружные сети и сооружения.
9. **СН 496—77.** Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод. — М.: Стройиздат, 1978. — 40 с.
10. **СанПиН 2.1.4.1175—02.** Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
11. **А. с. СССР № 1778636.** Установка очистки ливневых сточных вод, заявл. № 108717 от 12.08.91 г., дата опубликования 12.11.92 г.
12. **Пат. 2130902.** Российская Федерация. Установка очистки ливневых сточных вод / А. В. Друцкий, М. И. Невзоров // А. В. Друцкий, заявл. № 98104793 от 27.03.98 г., дата опубликования 27.05.99 г.
13. **Пат. 2158233.** Российская Федерация. Установка очистки ливневых сточных вод / А. В. Друцкий // А. В. Друцкий, заявл. № 99123912 от 18.11.99 г., дата опубликования 27.10.00 г.
14. **Использование** высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/374/0/>. — Загл. с экрана.
15. **Пат. 2372293.** Российская Федерация. Установка очистки ливневого стока с моста / Н. Н. Красногорская, К. Ф. Богатых, А. Н. Елизарьев, Р. Г. Ахтямов, А. К. Давлетшина // Заявитель ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет, заявл. № 2008124127 от 16.06.2008 г., дата опубликования 10.11.09 г.
16. **Перевозников Б. Ф.** Научно-технический обзор методов расчета и проектирования дорожно-мостовых габионных конструкций и сооружений: Рукопись / Союздорпроект. — М., 2000. — 126 с.
17. **Ильина А. А.** Проектно-строительные решения системы поверхностного водоотвода МКАД с использованием габионных конструкций // Автомоб. дороги: Информ. сб. / Информавтордор. — 2001. — Вып. 4. — С. 1—9.



УДК 628.16

А. И. Фоменко, д-р техн. наук, проф., **Н. А. Коснырева**, инж.,
Череповецкий государственный университет
E-mail: fomenko@chsu.ru

Безопасность нецентрализованного водоснабжения на территориях в зонах техногенного загрязнения

Приведены результаты исследований по оценке соответствия санитарно-гигиеническим требованиям показателей качества воды в источниках нецентрализованного водоснабжения сельских поселений на территориях в зонах техногенного загрязнения. Показаны причины и тенденции несоответствия нормативным требованиям показателей качества воды в учтенных в процессе инвентаризации источниках. Дано описание технического решения по улучшению качества воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: вода питьевая, качество грунтовых вод, источники нецентрализованного водоснабжения, санитарно-гигиенические нормы, зона техногенного загрязнения

Fomenko A. I., Kosnyreva N. A. Safety of uncentralized water supply in zones of anthropogenic pollution

In the article we have given research results according to the assessment of water quality rates compliance with hygiene and sanitary standards in rural settlements in zones of anthropogenic pollution. We have shown reasons and tendencies of water quality rates discrepancy to the normative requirements in the sources taken into account in the process of inventory. We have also given the description of technical solution for water quality improvement in the sources of uncentralized drinking water supply.

Keywords: drinking water, ground waters quality, sources of uncentralized water supply, hygiene and sanitary standards, zone of anthropogenic pollution

Введение

Принятая Правительством РФ Водная стратегия РФ на период до 2020 года [1] ставит своей целью обеспечение населения чистой питьевой водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям. Информация о результатах контроля качества воды, используемой для питьевого водоснабжения населенных мест, и о влиянии водного фактора на здоровье человека приводится во многих литературных источниках. При этом отмечает-

ся, что качество воды в источниках питьевого водоснабжения на территории Российской Федерации практически повсеместно продолжает оставаться неудовлетворительным. В последние годы практически все источники подвергаются техногенному загрязнению.

В то же время, в сельской местности более 1/3 населения используют для питьевых целей воду из нецентрализованных источников [2], не подвергающуюся очистке. В летний период численность такого населения многократно возрастает, особенно в промышленных регионах за счет временного переселения жителей городов и рабочих поселков в сельскую местность.

Для нецентрализованного питьевого водоснабжения используют, как правило, подземные воды неглубоких, слабо защищенных водоносных горизонтов от загрязнения примесями фильтрационных стоков с поверхностных территорий водосбора. Большей частью используемая вода из нецентрализованных источников не соответствует гигиеническим нормативам качества, что определяет неблагоприятное эпидемиологическое состояние многих сельских населенных пунктов в России. В этой связи повышение безопасности использования воды из источников питьевого водоснабжения, в том числе нецентрализованных, на территориях в зонах техногенного загрязнения является актуальной задачей.

Целью проводимых исследований является создание базы данных о качестве воды в источниках нецентрализованного водоснабжения сельских поселений, расположенных на территориях в зонах техногенного загрязнения, и разработка мероприятий по качественному улучшению существующего питьевого водоснабжения на селе. Основной задачей проводимых исследований являлась оценка соответствия показателей качества воды в источниках, используемых для питьевого водоснабжения сельских поселений, санитарно-гигиеническим требованиям. Кроме того, задачи исследования включали определение причин и тенденции несоответствия нормативным требованиям показателей качества воды в источниках нецентрализованного водоснабжения на исследуемой террито-

рии, что является основой при выборе и разработке технических решений по обеспечению соответствия нормативным требованиям показателей качества воды в источниках питьевого водоснабжения, часть из которых рассматривается в статье.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования рассмотрены источники нецентрализованного водоснабжения сельских населенных пунктов, расположенных в пределах административных границ Череповецкого района Вологодской области в зоне техногенного воздействия предприятий промышленного комплекса, включающего производства металлургической, химической, энергетической и других отраслей.

Задача повышения безопасности использования воды из источников нецентрализованного водоснабжения сельских населенных пунктов на исследуемой территории решалась комплексно на основе оценки санитарной надежности существующих водозаборных сооружений, аналитических исследований показателей качества воды, ориентированных на идентификацию широкого спектра соединений, определения наиболее значимых факторов формирования состава грунтовых вод в исследуемых источниках водоснабжения. Исследования выполнены с применением ГОСТ и нормативных методик, регламентирующих требования к отбору проб, методы проведения количественного химического анализа состава, гигиенические требования к качеству питьевой воды.

Методы проводимых исследований включали инвентаризацию источников нецентрализованного водоснабжения общего и индивидуального пользования на территории 75 сельских поселений, отбор проб воды из каждого учтенного в процессе инвентаризации источника и их анализ по санитарно-химическим показателям качества, отбор проб депонирующих загрязнения сопряженных сред (почвы, снежного покрова) и анализ их состава.

Начальным этапом гигиенического мониторинга качества питьевой воды являлся контроль санитарно-технического состояния источников водоснабжения на исследуемой территории. Инвентаризация источников нецентрализованного водоснабжения включала определение соответствия источников водоснабжения требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 к устройству и выбору местоположения.

Количественный химический анализ состава проб грунтовых вод, отобранных из источников нецентрализованного водоснабжения на исследуемой территории, и проб депонирующих загрязнения сред (почвы, снежного покрова) выполнен по

нормативным методикам с использованием гравиметрического, спектрофотометрического, титриметрического, потенциометрического, турбодиметрического, меркуриметрического, флуориметрического, вольтамперометрического методов анализа. Спектрофотометрические измерения проведены на спектрофотометре КФК-3, средняя погрешность измерений не превышала $\pm 0,0005$ %. Потенциометрические измерения проведены с использованием иономера И-130М, суммарная погрешность метода была в пределах $\pm 0,005$ %. Флуориметрические измерения выполнены на анализаторе жидкости "Флюорат-02", средняя погрешность измерений не превышала $\pm 0,05$ %. Вольтамперометрический анализ выполнен с использованием анализатора "Полярораф АВС-1.1" со встроенным электрохимическим датчиком "Модуль ЕМ-04" и компьютерной программой AVS, средняя погрешность измерений не превышала $\pm 0,05$ %.

Отобранные из учтенных в процессе инвентаризации источников пробы грунтовых вод (165 исследований) были проанализированы по 40 показателям химического состава и обобщенным показателям качества (цветность, мутность, прозрачность, водородный показатель рН, солесодержание, перманганатная окисляемость, жесткость, щелочность, растворенный кислород, БПК₅, ХПК, массовое содержание ионов кальция и магния, ионов натрия и калия, ионов аммония, нитрат- и нитрит-ионов, фторид-ионов, сульфат-ионов, хлорид-ионов, фосфат-ионов, ионов алюминия, ионов бора, ионов железа общего (Fe^{2+} , Fe^{3+}), ионов марганца, ионов хрома общего (Cr^{3+} , Cr^{6+}), ионов меди, кадмия, свинца, цинка и ионов ртути, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ), фенолов, формальдегида, нефтепродуктов). Перечень определяемых показателей включал химические вещества, наиболее часто встречающиеся в природных водах, а также вещества техногенного происхождения, получившие распространение на исследуемой территории. Данные результатов количественного химического анализа исследованных проб воды проанализированы по санитарно-химическим показателям качества на соответствие их требованиям СанПиН [3, 4].

Отбор проб почвы был проведен методом "конверта" на территории в зоне санитарной охраны учтенных в процессе инвентаризации источников нецентрализованного питьевого водоснабжения. Пробы снега были отобраны на всю глубину снежного покрова на расстоянии от водозаборных сооружений в пределах 1,0...2,0 м.

Пробы почвы были проанализированы по 35 показателям, включающим содержание азота ammo-



нийного, нитратного и нитритного, фосфатов, сульфатов, хлоридов, ионов фтора, валовых и подвижных форм тяжелых металлов ($Fe_{\text{общее}}$, Mn , $Cr_{\text{общий}}$, $Cu_{\text{вал}}$, $Cd_{\text{вал}}$, $Pb_{\text{вал}}$, $Zn_{\text{вал}}$, $Cu_{\text{подв}}$, $Cd_{\text{подв}}$, $Pb_{\text{подв}}$, $Zn_{\text{подв}}$, Hg)ы, нефтепродуктов. Во всех отобранных пробах почвы определяли тип почвы, pH водной вытяжки и pH солевой суспензии, гидролитическую кислотность и общую щелочность HSO_3^- , емкость катионного обмена.

Определение качества талой воды снежного покрова проводили по всем 40 анализируемым для грунтовых вод показателям с использованием нормативных методик.

Качественный и количественный анализ состава почвы и снежного покрова представляется важным для определения значимости миграции нормируемых элементов в сопряженных средах *снежный покров—почва—подземные воды* как фактора формирования состава грунтовых вод в исследуемых источниках водоснабжения. Содержание химических элементов в почвах, как и характер их корреляционных связей с составом подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов, определяется как природообусловленными факторами, так и уровнем техногенного загрязнения территории. Геохимическое состояние почвы отражает кумулятивный эффект многолетнего воздействия источников загрязнения и является наиболее информативным с точки зрения оценки степени и характера техногенной нагрузки на ландшафт в целом.

Снежный покров исследован в качестве индикатора атмосферного загрязнения в пределах исследуемой территории. Выбор снежного покрова в перечне анализируемых сред определен тем, что в нем не происходит химических трансформаций содержащихся в его составе примесей, и он не является активным, как почва ни в химическом, ни в биологическом отношении. Отбор проб снега достаточно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб атмосферного воздуха. При этом снежный покров как накопитель отражает суммарное выпадение загрязняющих веществ на подстилающую поверхность. В связи с этим состав талой воды снежного покрова является наиболее информативным индикатором атмосферного загрязнения, а также последующего загрязнения почв и грунтовых вод.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты инвентаризации и количественного химического анализа состава проб воды, полученные в процессе выполнения работ, обобщены и систематизированы по территории района согласно гидрологическому делению и по географическим

направлениям с учетом розы ветров относительно промышленной зоны г. Череповца. По гидрологическому делению в пределах административных границ Череповецкого района выделяют центральную, западную, и восточную части. Центральная часть района расположена в северо-восточном, северном и северо-западном географических направлениях относительно г. Череповца. Западная часть района включает территорию западного и юго-западного географических направлений. Восточная часть района расположена в юго-восточном и восточном географических направлениях.

Результаты инвентаризации показали, что водозаборные сооружения на исследуемой территории сельских поселений представлены, в основном, шахтными колодцами. Их доля составляет более 90 % от общего числа учтенных в процессе инвентаризации водозаборов. Результаты проведенных работ по обследованию действующих водозаборов, а также потенциальных источников загрязнения со всей определенностью указали на имеющиеся недостатки в охране подземных вод со стороны владельцев водозаборных сооружений. В ряде сельских поселений используемые для питьевого водоснабжения источники не соответствуют нормативным требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 к устройству и местоположению водозаборных сооружений, а также их оборудованию. Колодцы в основном расположены на незначительном расстоянии от проезжей части дорог местного или федерального значения, не имеют зон санитарной охраны. В ряде сельских поселений колодцы находятся в естественных понижениях рельефа, вблизи животноводческих ферм, кладбищ. Колодцы общего пользования не оснащены отстойниками по периметру оголовка и подставками для ведер, скобами, используемыми для периодической очистки.

Несоответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 к устройству и выбору местоположения источников нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также их неудовлетворительное санитарно-техническое состояние определяют возможность загрязнения воды компонентами фильтрационного стока. В целом из числа учтенных в пределах исследуемой территории в процессе инвентаризации источников нецентрализованного водоснабжения не соответствовало требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 к устройству и оборудованию водозаборных сооружений 71,8 %, выбору местоположения — 67,7 %, в том числе более половины из них не соответствовали по показателю расположения относительно проезжей части дороги.

Характеристика показателей качества исследованных проб воды проведена с учетом региональ-

ных гидрогеологических условий и техногенной составляющей формирования ее химического состава. Полученные данные количественного химического анализа исследованных проб воды показали, что для грунтовых вод в пределах исследуемой территории характерен комплекс однотипных гидрогеохимических свойств. По величине водородного показателя рН все исследованные пробы воды относятся к нейтральным и слабощелочным. Значение рН изменялось в диапазоне от 6,53 до 8,08. Содержание растворенного кислорода находилось в пределах от 4,2 до 10,5 мг $O_2/дм^3$. Изменение соотношений между содержанием ионов натрия и ионов кальция в анализируемых водах не превышало единицу. В центральной части района отношение Na/Ca установлено в пределах от 0,11 до 0,35, в западной — оно изменялось в диапазоне 0,21...0,79, в восточной — от 0,16 до 0,42.

Содержание аниогенных элементов не превышало гигиенический норматив. Концентрация сульфатов установлена в пределах от 10,3 до 81,4 мг/дм³, хлоридов — в диапазоне 3,7...66,8 мг/дм³. Содержание бора, мышьяка, фтора в концентрациях, превышающих ПДК в питьевой воде в исследованных пробах воды, не установлено. Все исследованные пробы воды из учтенных водозаборов относятся к слабоминерализованным с содержанием до 1000 мг/дм³. При этом на территории района широко распространены маломинерализованные воды (< 500 мг/дм³).

Основными показателями, по которым питьевая вода не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02, для большинства исследованных проб являются жесткость, мутность, цветность, превышение ПДК по содержанию ионов железа общего, марганца, алюминия, свинца, аммония, нитрат-ионов, значительно менее нормируемого нижнего предела (0,7 мг/дм³) концентрации ионов фтора.

Несоответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 по показателю жесткости установлено в 42,3 % исследованных проб. Высокие превышающие ПДК показатели жесткости установлены в пробах воды, отобранных из колодцев на территории сельских поселений, расположенных в северо-восточном направлении. Во всех пробах воды, отобранных на территории сельских поселений, расположенных в западной и юго-западной частях района, показатель жесткости определялся величиной значительно ниже нормативного (менее 7,0 ммоль/дм³), варьируя, в основном в пределах от 1,0 до 3,0 ммоль/дм³ (рис. 1, см. 2-ю сторону обложки).

Превышение ПДК по содержанию ионов железа общего, марганца, алюминия установлено в 83,1 % анализируемых проб воды. Распределение повышенных относительно ПДК концентраций ионов алюминия и железа общего по территории района показано на рис. 2 (см. 2-ю сторону обложки). Для концентраций ионов алюминия в грунтовых водах исследуемой территории характерна обратная зависимость от величины общей жесткости и соответственно формирующих ее содержаний ионов кальция и ионов магния, а также прямая зависимость от значений водородного показателя. Гидрогеохимические провинции с повышенными содержаниями ионов железа общего и ионов марганца формируются в основном в пределах восточной части района.

Доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по показателям цветность и мутность, составила 52,1 %. Превышение ПДК по содержанию ионов свинца установлено в 23,9 %, ионов аммония и нитрат-ионов обнаружено в 28,2 % исследованных проб. Распределение повышенных относительно ПДК концентраций ионов соединений азота (нитрат-ионов и ионов аммония) и свинца по территории района показано на рис. 3 и рис. 4 (см. 3-ю сторону обложки).

Результаты количественного химического анализа исследованных проб воды показали, что условия хозяйственно-питьевого водоснабжения на исследуемой территории в основном характеризуются повышенной степенью потенциальной эпидемиологической опасности. Повышенным уровнем их загрязнения характеризуются территории сельских поселений, расположенных относительно промышленной зоны г. Череповца, практически по всем направлениям розы ветров. В целом доля неудовлетворительных проб питьевой воды по санитарно-химическим показателям составила 90,1 %.

Основу поисковых исследований по установлению причинно-следственных связей наряду с результатами проведенной инвентаризации водозаборных сооружений и аналитическими данными показателей качества воды в источниках водоснабжения составляли данные качественного и количественного состава проб депонирующих загрязнений сред (почвы, снежного покрова), отобранных на исследуемой территории.

Как показал анализ полученных данных, наиболее существенными и характерными загрязнениями почвы на территории сельских поселений, расположенных в северо-восточном, северном и северо-западном, юго-восточном и восточном направлениях относительно промышленной зоны г. Череповца,



повца, являются *нитраты*. Превышение ПДК_п по нитратам в почве в пределах от 1,05 до 22,07 раз установлено в более 60 % анализируемых проб. Наиболее высокий уровень загрязнения нитратами установлен в почве на территории сельских поселений, расположенных в северо-западном направлении в непосредственной близости к промышленной зоне.

Загрязнение *нефтепродуктами* наиболее характерно для проб почвы, отобранных на территории сельских поселений, расположенных в северо-восточном, северном и восточном направлениях относительно промышленной зоны г. Череповца.

Из анализируемых в пробах почвы *тяжелых металлов* превышение нормативных требований по величине ПДК_п установлено для ионов цинка, ртути, марганца, свинца. Средние значения характерных загрязняющих веществ изменяются для различных направлений в значительных пределах. Диапазон колебания величины кратности превышения ПДК_п для валовых форм ионов цинка лежит в интервале от 2,93 до 9,0, ртути — от 1,01 до 12,95, подвижных форм марганца — от 1,12 до 1,58, свинца — от 1,36 до 2,99. По частоте встречаемости основным загрязнителем почвы из изучаемых тяжелых металлов являются подвижные формы ионов марганца. После ионов марганца наиболее распространенным загрязнителем почвы на территории района являются ионы ртути. Реже в опасных концентрациях встречаются цинк, свинец.

При исследованиях загрязнения снежного покрова выявлено, что приоритетными загрязнениями на территории всех населенных пунктов являются *железо общее, нефтепродукты и соединения свинца*. Частота встречаемости их концентраций, превышающих ПДК, составила более 75 %. Диапазон колебания величины кратности превышения ПДК для железа общего лежит в интервале от 1,5 до 7,67 раз. Кратность превышения ПДК нефтепродуктами в пробах талой воды снежного покрова составила от 1,1 до 15,3 раз. Загрязнение снежного покрова соединениями свинца характерно в основном для территорий сельских поселений, расположенных относительно промышленной зоны г. Череповца в северо-восточном, северном и северо-западном направлениях (с кратностью превышения ПДК от 1,37 до 7,67 раз) и в восточном направлении (с кратностью превышения от 1,07 до 3,1 раз).

Для того чтобы выяснить наличие техногенного фактора в формировании состава грунтовых вод, используемых для питьевого водоснабжения сельских поселений на территории района, выполнен сравнительный анализ содержания загрязняющих веществ в грунтовых водах, в почве и в талых водах снежного

покрова. В качестве меры наличия техногенного фактора в формировании состава грунтовых вод в источниках нецентрализованного водоснабжения на рассматриваемой территории использована величина коэффициента корреляции, показывающего зависимость концентрации определяемого компонента в пробах грунтовой воды от его содержания в пробах почвы и талой воды снежного покрова.

В связи со значительным разнообразием состава анализируемых проб грунтовой воды, целесообразным решением для определения корреляционной зависимости показателей качества воды в источниках нецентрализованного водоснабжения от уровня загрязнения снежного покрова и почвы является рассмотрение тех компонентов, содержание в воде которых превышает нормативные показатели.

Согласно проведенным расчетам сильные корреляционные зависимости установлены по показателю содержания соединений азота в грунтовых водах и в почве. Коэффициент корреляции определяется величиной 0,88. Коэффициент корреляции, оцениваемый величиной 0,75, установлен по показателю концентрации ионов свинца в грунтовых водах в зависимости от его содержания в пробах талой воды снежного покрова. Эти значения корреляционного отношения показывают, что формирование состава грунтовых вод по этим показателям преимущественно обуславливается влиянием техногенного фактора.

По содержанию ионов марганца и ионов железа общего в анализируемых средах однозначно определяемой характерной зависимости не установлено. Зависимость содержания ионов железа общего и ионов марганца в грунтовых водах от их содержания в пробах талой воды снежного покрова оценивается значениями величины коэффициента корреляции 0,38 и 0,32 соответственно. В пробах анализируемых сред, отобранных на территории сельских поселений, расположенных в западном и северо-западном направлениях вблизи промышленной зоны, коэффициент корреляции по показателю содержания ионов железа общего определялся величиной 0,51.

Полученный результат позволяет сделать вывод, что техногенный фактор является значимым в формировании состава грунтовых вод и в определении несоответствия концентрации ионов железа и ионов марганца нормативным требованиям в водозаборах населенных пунктов сельских поселений в пределах исследуемой территории, однако он не является основной причиной, определяющей увеличение концентрации этих ионов в грунтовых водах. Его доля в изменении функции со-

ставляет $0,38^2 = 0,14$ и $0,32^2 = 0,10$ соответственно. Остальной эффект обуславливается влиянием других факторов, в частности природообусловленных.

Наличия техногенного фактора в формировании состава грунтовых вод с высокими относительно ПДК показателями цветности, мутности и ионов алюминия на исследуемой территории не установлено. Определяющими факторами в формировании состава грунтовых вод, не соответствующих по этим показателям требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 на исследуемой территории, является в основном отсутствие или недостаточная эффективность песчано-гравийных фильтров в водопримной части колодцев, а также невысокие фильтрационные свойства водовмещающих пород.

Суммируя аналитические данные экспериментальных исследований показателей качества анализируемых сред и данные инвентаризации, установлено, что в пределах рассматриваемой территории формирование подземных вод с повышенными содержаниями токсичных нормируемых элементов нельзя рассматривать только как результат их техногенного загрязнения. Техногенные гидрохимические провинции выделяются в основном по повышенным содержаниям соединений азота (нитрат-ионов и ионов аммония), ионов свинца, железа общего, марганца. Определяющими факторами в формировании состава грунтовых вод с повышенными содержаниями токсичных нормируемых компонентов техногенного происхождения на исследуемой территории являются невысокие фильтрационные свойства грунтов, используемых для устройства защитных "замков" по периметру оголовка. Более 90 % от общего числа учтенных в процессе инвентаризации водозаборов не оснащены (в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1175—02) по периметру оголовка защитным "замком" из глинистых материалов. Для этих целей использован в основном грунт, извлеченный непосредственно при выкапывании колодцев, что не обеспечивает защиту грунтовых вод в источниках водоснабжения от загрязнения токсичными компонентами фильтрационного стока.

Методы повышения качества воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения

Для решения задач обеспечения соответствия нормативным требованиям [3, 4] показателей качества воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения в пределах исследованной территории выполнены экспериментальные исследования по обоснованию выбора глинистых материалов на основании их сорбционной емкости и ионообменной способности для целей кон-

кретной выполняемой задачи — использования для устройства защитных "замков". В качестве сорбентов были исследованы глинистые породы местных месторождений, расположенных на исследуемой территории Череповецкого района и не используемых в промышленных целях. Выбор глинистых пород местных месторождений определялся на основе анализа их химического и минералогического состава. В эксперименте использованы глинистые породы, преимущественно содержащие минералы монтмориллонитовой группы. Исследования включали определение сорбционной емкости глинистых материалов в отношении приоритетных загрязняющих веществ в пробах грунтовых вод. Перечень приоритетных загрязняющих веществ был определен исходя из распространенности, токсичности и диапазона наблюдаемых их концентраций в исследованных пробах грунтовых вод и включал ионы аммония, нитрат-ионы, ионы тяжелых металлов ($\text{Fe}_{\text{общее}}$, Mn^{2+} , Pb^{2+}). В условиях эксперимента были использованы модельные растворы с содержанием определяемых компонентов в концентрациях 10 ПДК.

При очистке модельных растворов с использованием в качестве сорбента глинистых пород местных месторождений было установлено, что сорбция ионов тяжелых металлов протекает с высокой степенью эффективности. Максимально достижимый результат установлен с использованием в качестве сорбента глин местных месторождений при очистке воды от ионов свинца (99,6 %) и ионов железа общего (94,8 %). Эффективность очистки от ионов марганца определялась величиной 70,0 %. Эффективность сорбционной очистки от нитрат-ионов была достигнута в пределах (54,0...62,4) % при использовании в качестве сорбента глин монтмориллонитовой группы. Что касается ионов аммония, то достигаемая при этом степень очистки не превышала 33,3 %.

Полученный в условиях эксперимента результат определяет целесообразность использования глинистых пород местных месторождений, находящихся в пределах рассматриваемой территории, для частичного решения существующих проблем в питьевом водоснабжении сельских поселений на рассматриваемой территории.

Заключение

На основании данных выполненного комплекса экспериментальных исследований сформирован массив информации о качестве воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения сельских поселений, расположенных в зоне



техногенного воздействия предприятий промышленного комплекса, с точки зрения их соответствия санитарно-гигиеническим требованиям.

По данным проведенной инвентаризации источников нецентрализованного питьевого водоснабжения сельских поселений и выполненных химико-аналитических исследований показателей качества используемой из них воды установлено, что основные существующие проблемы гигиены водопользования в современных условиях хозяйственного освоения территории являются результатом сочетания естественных геохимических процессов с техногенными процессами и недостаточной санитарной надежностью существующих водозаборных сооружений.

Основными показателями, характеризующими региональные особенности отклонений от гигиенических нормативов качества воды в источниках нецентрализованного питьевого водоснабжения сельских поселений в пределах исследованной территории, являются цветность, мутность, жесткость, высокие относительно ПДК концентрации ионов алюминия, железа общего, марганца, значительно менее нормируемого нижнего предела концентрации фтора. Техногенные гидрохимические провинции формируются в основном по повышенным содержаниям соединений азота (нитрат-ионов и ионов аммония), ионов свинца, железа общего, марганца.

Данные выполненного комплекса исследований позволяют рассмотреть целесообразность проведения следующих организационных и инженерных мер по повышению безопасности в сфере водоснабжения каждого населенного пункта на территориях в зонах техногенного загрязнения. В качестве первоочередных мер с позиций выполнения требований санитарного законодательства по обеспечению безопасности питьевого водоснабжения населения сельских поселений в пределах исследованной территории прове-

ти профилактические осмотры, текущий ремонт и очистку колодцев от наносов, обустройство прилегающей к водозаборным сооружениям территории и реконструкцию водозаборов, ликвидацию потенциальных источников загрязнения. Инженерные меры защиты от возможного техногенного загрязнения грунтовых вод в источниках питьевого водоснабжения в дополнение к предусмотренным нормативными требованиями включают замену на участках по периметру оголовка имеющихся грунтов в объеме, необходимом для устройства "замка" с использованием глинистых пород монтмориллонитовой группы местных месторождений, находящихся в пределах рассматриваемой территории. Устройство таких "замков" необходимо в первую очередь вокруг оголовка шахтных колодцев из числа учтенных водозаборов на территориях наиболее подверженных техногенному загрязнению.

Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009—2013 годы" по ГК № П793.

Список литературы

1. **Водная стратегия** до 2020 года [Текст] // Экология производства. — 2009. — № 11. С. 3—7.
2. **Онищенко Г. Г.** О состоянии и мерах по обеспечению безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. — 2010. — № 3. — С. 4—7.
3. **СанПиН 2.1.4.1175—02.** Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. — 32 с. (Издание официальное).
4. **СанПиН 2.1.4.1074—01.** Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. — 103 с. (Издание официальное).

Информация

В июне 2011 года на МВЦ "Крокус Экспо" состоялась конференция "Расширение использования золошлаковых отходов (ЗШО) угольных станций".

Проблема накопления ЗШО в золоотвалах будет резко обостряться, если своевременно не принять действенные законодательные и практические меры, направленные на увеличение объемов переработки ЗШО. При Комитете Госдумы РФ по энергетике создана и функционирует Рабочая группа по проблеме расширения использования ЗШО. Основной задачей этой группы является подготовка поправок в законодательство в сфере обращения с отходами производства и потребления, которые будут способствовать увеличению доли использования золы и шлака угольных ТЭС.

В Госдуму внесен проект Федерального закона № 466482-5 "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в целях увеличения использования золошлаковых отходов". Законопроект направлен на формирование политики, стимулирующей максимальное использование ЗШО в экономике страны.

УДК 37.01:371.13

М. В. Томаков, канд. техн. наук, доц., **В. А. Курочкин**,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск
E-mail: 4632@BK.RU

Интеграция интернет-ресурсов в процесс формирования информационной компетентности инженера: решения и проблемы

Приоритетной задачей высшего образования становится обучение студентов работать с информационными ресурсами. Интернет представляет средство обучения, в котором удачно сочетаются носитель новой информации и собственно средство организации самостоятельной познавательной деятельности и формирования компетентности.

Ключевые слова: Интернет, информационная компетентность, самостоятельная работа, познавательная активность

Tomakov M. V., Kurochkin V. A. Internet-resources integration in to the process of forming information competence of an engineer: problems and solutions

Teaching the students to work with information resources becomes the priority task of higher education. Internet presents means of education. It successfully combines new information carrier and, actually, means for organization of independent cognitive activity and competence formation.

Keywords: Internet, information competence, independent work, cognitive activity, education technology

Введение

Компетентному специалисту необходимо уметь постоянно работать с информацией, в которой содержатся новые сведения, и не только в узкой области своей сферы деятельности, но и в смежных областях, поскольку решение подавляющего большинства проблем лежит на стыке предметных областей. Как известно, информационная подготовка ведется в общеобразовательной школе, но наиболее интенсивно — в высшей технической школе. Сегодня в вузах на передний план выдвигается задача поиска резервов повышения эффективности

учебного процесса, направленного на формирование готовности будущего специалиста к поиску информации, необходимой для поддержки профессиональной деятельности. При этом имеется в виду не только рациональная организация учебного процесса, внедрение мощных технических систем коммуникации, но и повышение роли самого студента, связанной с активизацией его психических резервов. Должное внимание должно быть отведено формированию готовности к самостоятельным действиям в едином информационном пространстве в условиях неопределенности, а также развитию способностей изучать и включать опыт других в свою деятельность. Крайне важно научить студента работать самостоятельно с информационными ресурсами Интернет по изучаемым профессиональным дисциплинам.

Необходимость обращения к высказанной проблеме обусловлена возрастанием объемов информации и осознанием фундаментальной роли информации в общественном развитии [1]. Однако в подавляющем большинстве случаев информация в Интернет представлена в неупорядоченном виде, что вызывает у пользователя вопросы об ее аутентичности, обоснованности и достоверности. Кроме того, информация, доступная с использованием различных медиаприложений, включающих графические объекты, текстовые фрагменты и т. п. выдвигает новые барьеры на пути их восприятия пользователем, а также их оценки и понимания содержания.

Задачей авторов было выявить положительные стороны, установить имеющиеся проблемы поиска и работы с информацией пользователей сети Интернет и сформулировать методологические принципы формирования информационной компетентности (ИК) студента.

Дефиниция "Информационная компетентность". Под информационной компетентностью понима-



ется способность и готовность человека осуществлять самостоятельную деятельность по удовлетворению индивидуальных информационных потребностей с использованием информационных технологий и ресурсов, сопоставлять знания и информацию, оценивать уровень собственных возможностей, стимулировать процессы получения новых знаний из получаемой информации, применять информацию. В этом толковании ИК частично пересекается со знанием информационных технологий, хотя, это — самостоятельная и обширная область знаний. В общем смысле знания информационных технологий вплетены в понятие информационной компетентности и являются обязательными для ее формирования. Авторы сфокусировали информационную компетентность на самом содержании информации, поиске связей, анализе, информационном поиске, оценке полученных результатов, в то время как знания информационных технологий сфокусировано на более глубоком понимании технологических моментов и их применении на практике.

С учетом выделенных положений, предлагается содержание информационной компетентности понимать следующим образом:

а) умение формулировать информационные потребности применительно к профессиональной деятельности;

б) владение основными средствами сети Интернет (web-браузерами MS Explorer, программами электронной почты MS Outlook Express, основными информационно-поисковыми службами);

в) умение пользоваться различными коммуникационными услугами Интернета (чатами, сетевыми дневниками — онлайн-журналами, телеконференциями, форумами) и применять их;

г) знание и владение методами и способами информационной деятельности (поиск информации, ее извлечение, отбор, систематизация, хранение, трансформация, представление для дальнейшей передачи и др.);

д) ориентация в основных электронных ресурсах, необходимых для поддержки профессиональной деятельности;

е) владение телекоммуникационным этикетом;

ж) знание и соблюдение авторских прав на интеллектуальную собственность.

Совершенно очевидно, что каждый из перечисленных компонентов реализуется в совокупности и не сводится к элементарным знаниям, умениям и навыкам.

Развивающая роль самостоятельной работы в Интернете. Говоря о познавательной самостоятельности, большинство дидактов и психологов

определяют познавательную самостоятельность как качество личности и связывают проблему развития познавательной самостоятельности с воспитанием способности самостоятельно мыслить и действовать, оперируя информацией.

Смысл самостоятельной работы студента с информационными ресурсами заключается в том, что в процессе поиска информации обучающийся самостоятельно овладевает совокупностью исследовательских умений и навыков в области получения и обработки информации, т. е. он развивает свою познавательную активность и самостоятельность в контексте будущей профессиональной деятельности [2]. Активность выступает как потребность в деятельности и определяет ее цели, направление и мотивы.

Виды используемых информационных ресурсов.

В практике выполнения самостоятельной исследовательской работы студентами применимы различные виды информационных ресурсов. Традиционно такая работа проводится в читальных залах библиотек, в которых студент самостоятельно подбирает литературу, работает с каталогами, архивными материалами, информационными обзорами, собирает собственную картотеку, конспектирует источники информации, разрабатывает программу и проводит самостоятельное исследование.

Интернет стал незаменимым каналом и ресурсом для получения качественного образования. Открытый и свободный доступ к информации дает возможность каждому пользователю развивать свои личностные качества и оперативно получать необходимую информацию. Интернет-ресурсы в этом случае помогают компенсировать резкое снижение тиражей научной и научно-популярной литературы, а также отсутствие у образовательных учреждений необходимых средств для ее приобретения, отсутствие в библиотеках малотиражных специализированных научных изданий и информации о них.

В отличие от учебных пособий Интернет дал студентам возможность обращаться к ранее не использовавшимся (или использовавшимся в малой мере) ресурсам, например, в обучении безопасности жизнедеятельности. К ним можно отнести: деловую информацию, отраслевые новинки, мнения участников форумов, разнообразную статистику и отчеты, не публиковавшиеся в печатных изданиях, оцифрованные изображения, видео- и звуковые файлы, ресурсы групп новостей и др.

Психофизиологические преимущества поиска информации в Интернет. Работа в Интернете, в отличие от классических методов работы, позволяет учитывать моменты, связанные с психологическим временем человека. Пользователь может вы-

бирать для своей работы те интервалы времени суток, которые лично ему обеспечивают максимальную продуктивность, или, наоборот, использовать для выполнения чисто технических операций интервалы минимальной продуктивности. Пользователь может использовать для решения поставленной задачи разорванные по времени интервалы, "упакованные" в его дневной график. В этом ему помогают простота и быстрота сохранения нужной информации на компьютере.

Обучающийся имеет возможность работать в индивидуальном темпе и получать тот уровень и объем информации, который соответствует его потребностям.

Организация учебного процесса в виде самостоятельной работы с Интернет-ресурсами дает обучаемому возможность развивать свой интеллект в самостоятельной творческой деятельности с учетом индивидуальных способностей и склонностей, причем без всякого принуждения и насилия над его личностью.

Обсуждение результатов. Очевидные преимущества использования Интернет-ресурсов в образовании позволяют в процессе обучения реализовать дидактические принципы индивидуализации и дифференциации, творческой активности, наглядности, перехода к самообразованию, использовать исследовательские и поисковые методы. Обучающийся получает опыт отношений в системе "человек—знак" (по Е. А. Климову), у него развивается функция познавательного интереса и вырабатывается индивидуальный алгоритм оптимального поиска информации.

Организация учебного процесса в вузе на старших курсах позволяет выполнять анализ и обрабатывать найденный тематический материал на консультациях совместно с преподавателем, развивая, тем самым, навыки совместной творческой деятельности, коммуникативные качества.

Гибкий стиль создания для студентов возможности перехода от репродуктивной к творческой деятельности способствует формированию и развитию умений самостоятельного ведения исследовательской работы, овладению методами поисковой познавательной деятельности.

На психологическом уровне формируется информационный стиль мышления и оптимальная рефлексия на поступающую информацию: умение действовать в условиях избыточной информации; овладение аналитическими методами обработки информации; критически переосмысливать, достраивать недостающие звенья; правильно интерпретировать полученную информацию.

Все это помогает на практическом и теоретическом уровне осваивать профессиональную информацию. Обобщение полученной информации и имеющихся сведений содействует формированию нового профессионального знания. Замечено также, что найдя необходимую информацию в электронном виде, студент охотнее обращается к печатным периодическим изданиям для поиска нового материала изучаемого явления, процесса, объекта — он уже знает что искать.

Формирование и развитие информационной компетентности в подготовке к профессиональной деятельности помогает снять ряд имеющихся проблем, ограничивающих использование информационных ресурсов по охране труда и промышленной безопасности в практической деятельности современного инженера [3].

Например, при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР) по специальности "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" применительно к теме проекта студентами стали прорабатываться десятки нормативно-правовых актов, содержащих государственные требования по охране труда и промышленной безопасности, специализированные каталоги, ведомственные издания и пр. Активизация познавательной деятельности положительным образом проявилась в скорости и качестве выполнения поставленных задач. Результаты работ докладывались на научных конференциях, публиковались в печати. Качество работ подтверждено дипломами Всероссийских смотров-конкурсов дипломных проектов.

Работа осуществлялась по алгоритму, построенному по известным стандартам информационной грамотности [4]: *составление плана ВКР согласно цели проекта → конкретизация основных проблем → формулировка сущности и границ своей информационной потребности → составление перечня ключевых терминов и определений, описывающих информационную потребность → определение информационных ресурсов, к которым относится искомая информация → определение источников информации → осуществление доступа к информации (выбор метода поиска и построение поискового запроса) → оценка соответствия поиска поставленным целям по полноте, точности и достоверности (определение полезности) → отбор необходимой информации для интегрирования в свою тему → составление отчета.*

Направляемый преподавателями и использующий различные источники информации студент разрабатывает задачи и план ВКР на более глубоком уровне, чем если бы это были просто использование учебников или работа со справочной ли-



тературой. Получив полный комплекс знаний в таком процессе обучения, студент будет чаще использовать свои мыслительные способности для того чтобы становиться все более продвинутым пользователем информационных ресурсов, независимо от того, где они сосредоточены и в каком формате представлены. Таким образом, студент значительно повышает свои возможности в процессе собственного образования.

С целью проследить влияние работы по предлагаемому плану в Интернет на приобретение навыков поиска и работы с информацией была исследована точка зрения студентов по таким вопросам: наличие навыков до начала работы; навыки, приобретенные в результате работы.

Выявлено, например, что у студентов присутствовала завышенная самооценка собственных знаний и умений — так до начала работы более 50 % из числа опрошенных указали, что давно знают как работать в сети Интернет. Однако в ходе работы существенная часть из них изменила свое мнение — они не предполагали о многоплановости этого вида деятельности. Проведенный в заключение работы с группой опрос засвидетельствовал приобретение навыков: находить нужный материал с помощью ключевых слов у 87% студентов; выстраивать стратегию поиска с помощью операторов AND, OR, NOT (63 %), находить местоположение журналов и журнальных статей, отраслевые каталоги, нормативные акты и иную профессиональную информацию (67 %) и др. Следует отметить, что около 70 % студентов сочли нужным ввести подобные практические занятия.

Кроме того, было выявлено следующее проблемное поле.

1. Отсутствие системной работы в области информатики в школьном образовании приводит к разноуровневой подготовке абитуриентов, а в последующем — студентов, что создает трудности организации работы, так как требуется дифференцированный подход к обучению с учетом уровня интеллектуального развития обучаемого, его способностей и задатков, а также его предшествующей подготовки по информатике.

2. Неадекватная оценка достоверности информации. У части студентов недостаточно сформировано умение критически анализировать имеющуюся в Интернете информацию, сопоставлять ее с ранее известной, делать выводы, оценивать ее для принятия окончательного решения в выборе "нужная — ненужная". Для устранения данного пробела пользова-

телям необходимо обладать первоначальными предметными знаниями, чтобы уметь сопоставлять предлагаемую информацию с ранее изученной на лекциях, практических занятиях, рассматривать информацию с разных сторон, а не только с позиции автора, представившего ее на сайт.

Необходимо уделить внимание формированию самостоятельного критического мышления, например, следует научить сопоставлять источники информации в Интернете, отделять факты от мнений. Разумеется, сайт Российского информационного центра охраны труда внушает доверие в части научной достоверности информации.

3. Набор информационных ресурсов, как правило, ограничен, поскольку пользователи применяют только хорошо знакомые им ресурсы. Некорректно формулируются информационные потребности для решения конкретной задачи, неэффективно организуется поисковый запрос.

4. Затруднена организация систематической самостоятельной работы обучаемых, контроль за их активностью во внеурочной деятельности, выявление и оценка психологических факторов, определяющих учебную активность студента.

5. Практически недоступны контролю эргономические требования к организации рабочего места и санитарно-гигиенические требования работы за компьютером.

6. Отсутствуют четкие оценочные индикаторы уровней информационной компетентности.

Методологические принципы разработки технологии формирования информационной компетентности. Работу по достижению высокого уровня получения, обработки и применения Интернет-ресурсов необходимо строить на основании следующих подходов к обучению: деятельностного, технологического, интегративно дифференцированного, системного, личностно ориентированного и принципа непрерывности.

Обучение обязательно должно проводиться в контексте будущей профессиональной деятельности.

В соответствии с обозначенным содержанием ИК в учебном процессе должны использоваться современные эффективные формы, методы и средства педагогической деятельности.

Учебный процесс должен быть структурирован в соответствии с личностно ориентированной образовательной средой так, чтобы со стороны студента вопросы были нормой, разработка проблем — фокусом, а критическое мышление являлось частью этого процесса.



Условия достижения эффективности формирования ИК

1. Разработка курса "Основы работы с информационными ресурсами в телекоммуникационных сетях". Эта дисциплина должна получить статус вузовского компонента в структуре рабочих учебных планов направлений подготовки.

2. Разработка обеспечения: учебно-программного (тематических планов, учебных программ), учебно-теоретического (учебных пособий), учебно-практического (сборников упражнений, практических заданий, практикумов, тренингов, деловых игр и т. п.), учебно-методического (методические разработки лекций, практических занятий и др.); средств диагностики и контроля уровня сформированности компетентности (тестирования) и степени усвоения учебного материала. Преобладающим элементом учебных материалов должны быть данные, формирующие технологическое знание, т. е. знание, содержащее ответ на вопрос "Как делать?" применительно к каждому конкретному процессу. Например, это могут быть методические разработки: "Формулирование информационных потребностей"; "Отраслевой терминологический словарь"; "Тезаурус информационно-поискового языка"; "Технология работы с поисковыми системами"; "Технология работы с гипертекстами"; "Технология обработки, хранения и представления материала"; "Методика составления индивидуальных учебных программ организации индивидуальной учебно-познавательной деятельности" и др.

3. Интеграция предметных (профессиональных) тематических заданий для выполнения самостоятельной работы в рабочие учебные планы профессиональных дисциплин.

Заключение

Интернету, как средству, необходимому в достижении цели обучения, должны быть отведены определенные функции в системе учебной деятельности студента. Обращаться к Интернет-ресурсам в целях повышения познавательной активности следует рационально, чтобы количество получаемой информации соответствовало психологическим и физиологическим возможностям обучающегося выполнить качественный анализ. Задача вуза — научить студента методике сбора и обработки получаемой информации. Потребление информации само по себе, при отсутствии сильного мотивационного стержня, может привести к формированию "интеллектуального иждивенца". Необходимо научить будущего специалиста перерабатывать информацию в полезное знание, а не слепо использовать найденную информацию как продукт собственной мыслительной деятельности.

Достижения информационной компетентности в профессиональных вопросах должно привести к пониманию составителей рабочих учебных планов того, что данная совокупность способностей не является чем-то несвойственным для учебного плана подготовки студентов, а наоборот, это должно быть вплетено в содержание учебных планов. Такая интеграция также способствует расширению спектра возможностей для развития и внедрению прогрессивных методов обучения, которые базируются на принципах разрешения проблем, наглядности, поиска.

Список литературы

1. **Информационная грамотность:** международные перспективы / Под ред. Х. Лау. Пер. с англ. Е. В. Малявской. — М.: МЦБС, 2010. — 240 с.
2. **Педагогические технологии** дистанционного обучения: учеб. пособие / Е. С. Полат, М. В. Моисеева, А. Е. Петров и др. — М.: "Академия", 2006. — 400 с.
3. **Томака В. И.** Проблемы и принципы формирования информационной культуры по охране и безопасности труда // Телекоммуникации. — 2006. — № 4. С. 40—46.
4. **Днепровская Н.** Стандарты информационной грамотности // Высшее образование в России. — 2007. — № 9. — С. 110—113.

Информация

8-я Международная специализированная выставка

Wasma 2011

Москва, ЭЦ "Сокольники с 19 по 21 октября 2011 года

Оборудование и технологии для сбора, переработки и утилизации отходов

Основные разделы выставки: отходы ЖКХ, переработка отходов производства, технологии и оборудование для переработки отходов, рециклинг, ресурсосберегающие производственные системы, очистка сточных, акваторных и прибрежных вод, получение энергии с использованием отходов и др.

Контакты: +7 (495) 935 81 00. E-mail: subscribe_wasma@mvk.ru. www.mvk.ru

УДК 539.4.015

Рецензия на монографию А. М. Апасова "Активная диагностика разрушения и предотвращение техногенных катастроф"

(Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 216 с.)

Проблема разрушения, освещенная для различных условий нагружения и эксплуатации во многих монографиях, обзорах, статьях, представляет сложный комплекс научных и технических вопросов. Одним из наиболее важных направлений, способствующих развитию представления о природе разрушения, является изучение завершающего этапа — распространения магистральной трещины. Это направление, начало которому положил Гриффитс, продолжил затем ряд исследователей, в частности Орован и Ирвин. В Советском Союзе на математическом фундаменте, построенном Г. В. Колосовым и Н. И. Мухелишвили, оно развивалось С. А. Христиановичем, Г. И. Баренблаттом, М. Я. Леоновым, Г. П. Черепановым, В. В. Панасюком, Л. Б. Зуевым и многими другими. Определенный прогресс в экспериментальной области достигнут благодаря работам Я. Б. Фридмана с сотрудниками, которые изучали взаимосвязь кинетики разрушения с условиями нагружения и запасом упругой энергии, а также трудам В. М. Финкеля.

Тем не менее, совершенно недостаточно освещены в литературе источники зарождения, формирования и развития трещин, их ветвление, зависимость морфологии поверхности разрушения от режима роста трещин. Заслуживают внимания и такие вопросы, как торможение трещины, и в докритическом состоянии, когда это просто, и в закритическом, когда лавинообразное распространение хрупкой трещины превращает вопрос если не в проблемный, то в чрезвычайно сложно разрешимый технически. Практически в настоящее время отсутствуют работы по исследованию и разработке методов предотвращения разрушения и, соответственно, катастроф.

В связи с этим несмотря на достигнутый качественный уровень развития промышленных технологий, особенно в области общего и специального машиностроения, техногенные катастрофы еще имеют место, а опасность аварий изделий и конструкций существует всегда. Отказ в работе или разрушение практически неизбежно завершают функционирование любого изделия или объекта и могут привести к необратимым гуманитарным и экологическим последствиям не только в пределах одного региона, государства, но и более того, в планетарном масштабе.

Очевидная научная значимость приведенных выше направлений сочетается с тем, что понимание

кинетики разрушения и знание основных параметров роста трещины является уже сегодня крайне необходимым для задач конструирования и обеспечения безопасности функционирования изделий и объектов ответственного назначения.

Следовательно, проблема значительного повышения качества, надежности и долговечности материалов, изделий и конструкций продолжает оставаться одной из актуальных проблем современного научно-технического развития. Особенно решение этой проблемы важно для изделий, конструкций и объектов, эксплуатирующихся в экстремальных условиях, в частности, при высоких статических и динамических нагрузках, в соприкосновении с агрессивными и опасными средами.

Поэтому надежность авиационно-космической, химической, атомной и других видов ответственной техники существенным образом зависит, с одной стороны, от степени совершенства и качества конструкционных материалов, применяемых в нагруженных узлах таких объектов, а также от строгого соблюдения технологического процесса их изготовления.

С другой стороны, одной из важных причин наступления отказов и возникновения разрушения является отсутствие или недостаточный уровень развития на текущий момент времени методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики в реальном масштабе времени как при эксплуатации изделий, так и в технологическом процессе их изготовления.

Наряду с этим, до сих пор остается открытой проблема предотвращения разрушения изделий самого распространенного класса — с неразъемными сварными соединениями, являющимися самым слабым звеном в общей конструктивной схеме. Это объясняется тем, что трудоемкость последующего устранения выявленных опасных дефектов, как правило, значительно выше трудоемкости собственно процесса сварки. В сварных швах отдельных уникальных узлов исправление вообще недопустимо, а в некоторых изделиях присутствие дефектов должно быть полностью исключено.

С учетом вышеизложенного выход в свет монографии является своевременным. В ней укрупненно рассмотрены такие вопросы, как анализ современного состояния исследуемой проблемы; теоретические

основы разрушения сварных соединений в процессе сварки изделий из сталей аустенитного класса; физические основы теории зарождения, формирования и развития непровара при сварке аустенитных сталей; разработка метода и устройства для приема сигналов акустической эмиссии; экспериментальное исследование основных информативных параметров акустической эмиссии при сварке изделий из аустенитных сталей; разработка метода и устройства для определения координат дефектов в сварных соединениях по сигналам акустической эмиссии; экспериментальное исследование взаимодействия концентрированных потоков энергии когерентного излучения оптического квантового генератора с трещиной в стали; разработка метода и устройства активной диагностики качества сварных соединений и предотвращение их разрушения в процессе сварки.

Особо следует отметить, что автор монографии внес весомый вклад в создание теории метода активной диагностики процесса сварки, которая позволила на основе выявленных им закономерностей получить сварные соединения с высокой степенью физической, химической и структурной однородностью металла. С практической точки зрения это приведет впоследствии не только к существенному повышению прочности неразъемных соединений на этапе их изготовления, но и к обеспечению в дальнейшем значительной эксплуатационной надежности и долговечности изделий ответственного назначения.

В монографии в концентрированном виде приведен целый спектр новых ценных результатов, полученных автором при математическом моделировании и экспериментальном исследовании (на основе использования явления акустической эмиссии) процессов плавления, кристаллизации металла в канале сварки, формирования сварного соединения, дефектообразования и последующего его разрушения на общем фоне сопровождающих данные процессы производственных шумов. При этом к наиболее важным зарегистрированным научным и практическим достижениям следует отнести:

1. Разработанные математические модели трещин и непроваров, зарождающихся в процессе сварки.

2. Установление акустико-эмиссионных образов источников зарождения, формирования, развития непроваров и горячих трещин при сварке, а также определение информативных параметров акустической эмиссии (АЭ), позволяющих однозначно различать данные дефекты.

3. Созданный метод активной диагностики процесса сварки на основе явления АЭ, позволяющий в реальном масштабе времени обнаруживать, локализовать и устранять источники зарождающихся опасных дефектов таких, как непровары и трещины.

4. Практическая реализация активного метода диагностики в виде патентозащищенных систем и устройств, внедренных в промышленное производство.

С целью обеспечения объективности данных результатов и установления генетической связи между обнаруживаемыми дефектами различного структурного

уровня автор привлекал обширные методы математического моделирования процессов нагрева, плавления, кристаллизации, дефектообразования и формирования конденсированного состояния свариваемого металла. Для установления соответствия полученных модельных представлений экспериментальным данным А. М. Апасов широко использовал структурные методы исследования, а именно методы оптической, трансмиссионной и растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, привлекая при этом для подтверждения арбитражные методы неразрушающего контроля (рентгенографию, капиллярную дефектоскопию, масс-спектрометрический метод испытания на герметичность).

На основе проведенного анализа многочисленных теоретических и экспериментальных результатов исследования автором установлены причины и определены условия, которые не допускают в дальнейшем возникновения процессов зарождения источников опасных и недопустимых дефектов, в частности, трещин и непроваров, приводящих к разрушению сварных соединений (являющихся самым слабым звеном в узлах изделий и конструкций) и к возникновению техногенных катастроф.

Главные научные результаты, приведенные в монографии, апробированы автором на многочисленных всероссийских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемой центральной научной отечественной и зарубежной печати. Исходя из высокого уровня представленных теоретических положений и полученных многочисленных экспериментальных данных следует отметить, что монография автора вносит существенный вклад в разработку теории и практики методов неразрушающего контроля и технической диагностики, а выработанные рекомендации и мероприятия могут быть эффективно использованы в промышленном производстве и обеспечить в дальнейшем высокую степень безопасности объектов ответственного назначения в процессе их эксплуатации.

Помимо стратегического значения, основные результаты, приведенные в монографии, имеют в определенной степени и политическое значение. Объясняется это тем, что повышение безопасности жизнедеятельности, гарантируемое разработанным автором методом активной диагностики разрушения, является прерогативой любого цивилизованного государства.

Монография предназначена для специалистов в области теории и практики неразрушающего контроля, технической диагностики, материаловедения и безопасности жизнедеятельности. Книга может быть полезна студентам, аспирантам, специалистам в области машиностроения и сотрудникам научно-исследовательских организаций соответствующего профиля.

Г. В. Галевский, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, зав. кафедрой металлургии цветных металлов и химической технологии Института металлургии и материаловедения Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк

IV Международная научно-техническая конференция "Безопасность. Технология. Управление" и пленум Учебно-методического Совета "Техносферная безопасность"

7—8 апреля 2011 г. в Тольяттинском государственном университете (ТГУ) состоялась IV Международная конференция "Безопасность. Технология. Управление", на которой работали следующие секции:

- актуальные проблемы обеспечения работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ);
- управление охраной труда;
- биоэкология, экологическая безопасность;
- пожарная безопасность и безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- безопасность химико-технологических процессов и производств;
- безопасность в топливно-энергетическом комплексе;
- промышленная безопасность и производственный контроль;
- проблемы виброакустики транспортных средств и энергетических установок.

Кроме того, участники конференции приняли участие в международном научном семинаре по двум научным направлениям:

- проблема дизайна звука в автомобильном транспорте; методы регулирования качества звука в кабине водителя (пассажирам в помещении транспортного средства);
- устройства дозированной передачи звука, генерируемого системой газообмена двигателей внутреннего сгорания в пассажирском помещении легкового автомобиля; математические модели, конструкции, оптимизация.

В рамках конференции проводилась также инженерная Олимпиада для школьников Самарской области "Безопасность жизнедеятельности", а также 3-й молодежный форум "Инновационные проекты по экологической и промышленной безопасности".

На конференции работала выставка "Современные средства индивидуальной защиты" организаций — членов ассоциации разработчиков, производителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, а также выставка пожарной и спасательной техники.

На пленарном заседании конференции выступили:

- ректор ТГУ М. М. Криштал;
- представитель Министерства здравоохранения и социального развития РФ;
- и. о. руководителя Средне-Поволжского Управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору В. В. Сафронов;
- министр природопользования, лесного хозяйства и охраны окружающей среды Самарской области С. И. Андреев;

— председатель совета некоммерческого партнерства "Национальное общество аудиторов трудовой сферы" О. А. Косырев;

- генеральный директор Ассоциации разработчиков, производителей и поставщиков средств индивидуальной защиты И. Б. Рогожин;
- начальник главного Управления МЧС по Самарской области Ю. Е. Иванов.

Секция "Актуальные проблемы обеспечения работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ)" заслушала следующие доклады:

- новые тенденции и направления в разработке СИЗ органов слуха;
- ознакомление с основными видами деятельности ОАО "Промтехснаб";
- инновационные решения в текстиле для охраны труда;
- технология проектирования экипировки для обеспечения безопасных условий труда работников лесопромышленного комплекса;
- новые направления создания текстильных материалов со специальными свойствами;
- современные высокотехнологичные средства защиты рук в промышленности;
- СИЗ марки HERWER для российских предприятий;
- разработки ЗАО "Скинкеа" в области защиты кожи работников промышленных предприятий;
- СИЗ органов дыхания;
- комбинезоны ограниченного срока применения; химическая и огнестойкая защита;
- актуальные проблемы обеспеченности СИЗ;
- современные СИЗ и проблемы обеспеченности ими на производстве;
- роль СИЗ в жизни каждого человека; "Здоровый сотрудник — успешное предприятие";
- современные технологии защиты рук.

Секция "Управление охраной труда":

- состояние условий и охраны труда на территории Самарской области; о проведении аттестации рабочих мест по условиям труда;
- экономические механизмы управления охраной труда в организации;
- о распределении бюджета рабочего времени инженера по охране труда;
- мониторинг качества обучения безопасности жизнедеятельности;
- процесс управления рисками в области охраны труда;

— организация автомобильных перевозок опасных грузов в Республике Татарстан;

— повышение эффективности обучения по промышленной безопасности и охране труда на основе психолого-эмоционального подхода.

Секция "Биоэкология, экологическая безопасность":

— экологический мониторинг и нормирование металлов в почвах юга России;

— низшие наземные позвоночные г. Тольятти;

— организация общественного мониторинга малых рек в г. Пскове;

— модель пространственно-временного распределения донных отложений по акватории водоема-охладителя объекта энергетики руслового типа;

— экологическая культура и ее роль в устойчивом развитии системы природа—общество;

— превращение соединений железа в природных водных экосистемах в восстановительных условиях;

— исследование структуры бактериобентоса Нижнего Ботанического пруда (г. Самара) методом газовой хроматографии — масс-спектрометрии;

— актуальные вопросы охраны окружающей среды на ОАО Куйбышевазот;

— проблемы сохранения флористического разнообразия бассейна реки Сок (среднее Поволжье);

— ход биоинвазионных процессов в условиях г. Ульяновска;

— Красная книга — важный инструмент сохранения раритетного комплекса видов Волжского бассейна;

— термическое обезвреживание медицинских отходов;

— комплексный подход к переработке ТБО с использованием мусоросжигательного комплекса.

Секция "Пожарная безопасность и безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях":

— надзорная функция в сфере обеспечения пожарной безопасности;

— перспективы развития пожарной охраны;

— конструктивно-планировочные решения по обеспечению пожарной безопасности.

Секция "Безопасность химико-технологических процессов и производств":

— совершенствование систем управления промышленной безопасностью взрывоопасных производственных объектов;

— использование вертолетов при тушении пожаров в городских условиях;

— признаки тепловых процессов и их достаточность при пожарно-технической экспертизе автомобиля;

— расчет пожарных рисков для общественных зданий;

— анализ состояния и методов обеспечения взрывобезопасности при приготовлении порошков ферросплавов;

— безопасность в нефтехимической и газовой промышленности;

— безопасность химических производств;

— безопасность нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.

Секция "Безопасность в топливно-энергетическом комплексе":

— безопасность на объектах котлонадзора;

— энергетическая безопасность;

— безопасность при эксплуатации организаций — промышленных потребителей электрической энергии;

— безопасность при эксплуатации систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения;

— безопасность эксплуатации тепловых сетей;

— безопасность эксплуатации тепловых энергоустановок;

— безопасность на предприятиях нефтегазодобывающего и перерабатывающего комплексов;

— безопасность при транспортировке энергоресурсов.

Секция "Промышленная безопасность и производственный контроль":

— анализ аварийных рисков на предприятиях пищевой промышленности Иркутской области;

— повышение эксплуатационной устойчивости сложных технических систем;

— влияние катализатора на надежность работы печей риформинга агрегатов аммиака;

— энергосберегающие технологии переработки продувочных газов производств аммиака;

— прогнозирование срока огнезащитности древесины в условиях атмосферного воздействия;

— пожаровзрывоопасность производных фенацетина и бензимидазола;

— производство губительных технологий.

Секция "Проблемы виброакустики транспортных средств и энергетических установок":

— методика и результаты оценки источников шума автомобиля с учетом его положения на измерительном участке;

— методика и результаты исследования основных источников шума рядного четырехцилиндрового дизеля на моторном стенде;

— классификация конструкций глушителей шума системы выпуска отработавших газов ДВС автотранспортных средств;

— основные технические характеристики и требования, предъявляемые к автомобильным системам выпуска отработавших газов ДВС;

— методы оценки автомобильных систем выпуска отработавших газов ДВС по шуму выхлопа;

— оценочное ранжирование автомобильных систем выпуска отработавших газов двигателей;

— акустические исследования каталитических коллекторов систем выпуска отработавших газов ДВС легковых автомобилей;

— лазерное сканирующее виброметрирование;

— об одном способе повышения эффективности шумовибродемпфирования панелей кузова легкового автомобиля;

— сопоставительный анализ результатов ранжирования звукопоглощающих свойств материалов по параметрам нормального и реверберационного коэффициентов звукопоглощения;

— некоторые результаты исследования воздушной передачи звуковой энергии из зашумленных пространств в пассажирское помещение легкового автомобиля;

— о применении различных типов микрофонов при измерениях в импедансной трубе;

— к вопросу негативного влияния шумовой нагрузки на психофизиологию человека в производственном процессе;

— исследование шума технологической вентиляции установок высокого давления.



Одновременно 7 и 8 апреля 2011 г. состоялся пленум Учебно-методического совета "Техносферная безопасность", в котором приняли участие представители более 40 вузов России.

На пленуме были рассмотрены следующие вопросы:

- 1) примерная основная образовательная программа по направлению "Техносферная безопасность";
- 2) особенности подготовки кадров по базовым профилям (профильные компетенции, учебные планы, практики, выпускные квалификационные работы и т. п.);
- 3) о ходе внедрения и проблемах реализации новой примерной программы дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в вузах.

По первому вопросу выступили В. А. Девисилов — зам. председателя УМС и Г. П. Павлихин — председатель УМС. Участники пленума в целом одобрили примерную образовательную программу по направлению "Техносферная безопасность", высказав несколько пожеланий по ее содержанию. Программа размещена на сайте кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана www.bmstu.mhts.ru и все желающие могут присылать свои замечания и отзывы по ней.

По второму вопросу выступили: С. В. Баскаков — начальник методического отдела Учебно-методического центра Академии государственной противопожарной службы МЧС России; И. Г. Бойцов — начальник методического отдела Академии гражданской защиты МЧС России; Н. Н. Красногорская — заведующая кафедрой Уфимского государственного авиационного университета, П. П. Кукин — профессор Российского государственного технологического университета (МАТИ) и Ю. В. Трофименко — заведующий кафедрой МАДИ (технического университета).

Эти выступления показали, что содержание базовых профилей в значительной степени определяется внутренними требованиями вуза — разработчика. И это вполне объективно, так как в каждом вузе есть свой особенный подход к содержанию базовых профилей и он един для всех направлений подготовки в этом вузе. Поэтому в настоящее время продолжается работа по формулированию содержания как типового базового профиля, так и в каждом вузе.

Тем не менее, продолжительная дискуссия показала, что практически все вузы методически готовы к подготовке бакалавров по направлению "Техносферная безопасность". Имеющиеся незначительные различия могут быть сбалансированы при подробной разработке учебных программ по всем курсам учебного плана.

В заключение состоялся обмен мнениями по составлению и реализации новой программы общеуниверситетского курса "Безопасность жизнедеятельности".

Состоявшийся пленум УМС показал, что практически все вузы России активно работают по разработке основных учебно-методических документов, необходимых для подготовки бакалавров по направлению "Техносферная безопасность". Имеющиеся расхождения в содержании учебных планов и программ будут еще неоднократно дорабатываться. Ибо переход с подготовки дипломированных специалистов на бакалавра (с последующей магистратурой) непременно требует длительных и кропотливых согласований всех учебно-методических материалов.

Г. П. Павлихин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана, председатель УМС "Техносферная безопасность"

Вторая международная выставка по безопасности и охране труда в энергетике (SAPE-2011)

С 12 по 14 апреля 2011 г. в Москве проходила Вторая международная выставка по безопасности и охране труда в энергетике (SAPE-2011), в которой приняли участие более 200 компаний-производителей средств защиты из 40 регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья. На площади 1500 м² были представлены новинки и достижения по всем направлениям обеспечения производственной безопасности и охраны труда в энергетике. Выступивший на открытии выставки председатель Комитета Госдумы РФ по энергетике Ю. А. Липатов заявил, что "повышение надежности, управление технологическими рисками в электроэнергетике продолжают оставаться одной из важнейших задач отрасли" и подчеркнул важность работы участников выставки по обеспечению безопасности самого дорогого — жизни энергетиков.

Среди большого количества представленных на выставке разработок особое внимание специалистов, представителей от Минэнерго РФ и депутатов Госдумы РФ по энергетике привлекли инновационные разработки компании ЗАО "Финансово-промышленная группа "Энергоконтракт", которая является ведущим разработчиком и производителем термостойких средств индиви-

дуальной защиты в России. Компания выпускает комплекты для защиты от таких производственных рисков, как электрическая дуга, статическое электричество, искры и брызги расплавленных металлов, открытое пламя, сырая нефть и нефтепродукты, а также укусы кровососущих насекомых и переносчиков вирусов.

Председатель Комитета Госдумы РФ по энергетике Ю. А. Липатов особо отметил костюм сварщика нового поколения, высокую надежность которого обеспечивает применение арамидной ткани "Термол" в сочетании с особым покрытием. В результате искры и брызги металла скатываются с костюма не задерживаясь. Это первый в мире костюм действительно не прогорающий в течение всего срока эксплуатации комплекта. Ю. А. Липатов положительно оценил не только существование таких технологий у российского производителя, но и быстрое внедрение идеи в производство.

Еще одна разработка ЗАО "ФПГ Энергоконтракт" — термостойкий водо- и ветронепроницаемый плащ, позволяющий заменить использование легкоплавких плащей в дождливый период, заинтересовала директора Департамента оперативного контроля и управления в элек-



троэнергетике и мобилизационной подготовки в ТЭК Минэнерго РФ А. Степанова, который уточнил: "включен ли данный вид средства индивидуальной защиты в проект новых отраслевых норм". После получения утвердительного ответа, представители профсоюзов Минэнерго РФ заявили о необходимости внесения таких средств защиты в коллективные договора, заключаемые энергетическими компаниями.

Интерес к новым средствам индивидуальной защиты (СИЗ) от термических рисков, выпускаемые компанией ЗАО "ФПГ Энергоконтракт", проявили как постоянные клиенты "Энергоконтракта", так и представители других энергетических предприятий, различных государственных органов и средств массовой информации. Так, ОАО "Ленэнерго" — постоянный клиент ЗАО "ФПГ Электро-

контракт", ведущий свою деятельность в одном из регионов России с повышенной клещевой активностью, особо интересовался механизмом и продолжительностью работы ловушек спецкостюмов с противоэнцефалитной защитой "Биостоп".

Представленные на SAPE-2011 средства защиты интересовали не только российских энергетиков. Их коллеги из Казахстана, несмотря на отсутствие в отраслевых нормах этого государства таких высоких требований к СИЗ как в России, выразили заинтересованность в приобретении продукции с максимально возможными на данный момент уровнями безопасности и комфорта.

Е. В. Кириллова, менеджер отдела PR технологий ЗАО "ФПГ Энергоконтракт"

Информация о Международной электротехнической комиссии и стандартах на средства индивидуальной защиты

Международное сотрудничество в области электротехники началось в 1881 г., когда состоялся первый Международный конгресс по электричеству. Затем на очередной встрече в США в 1904 г. представители 13 стран приняли решение о необходимости учреждения специальной организации по вопросам стандартизации параметров электрических машин и разработке терминологии в этой области. В 1906 г. была создана такая организация — **Международная электротехническая комиссия (МЭК)** (*International Electrotechnical Commission — IEC*) и ее первым президентом стал лорд Кельвин.

После создания системы стандартов ИСО (ISO) МЭК стала автономной организацией в составе ИСО, специализирующейся на стандартизации в области электротехники, электроники, радиосвязи и приборостроения, а также на сертификации изделий по своему профилю деятельности. Основной целью МЭК стало создание универсальной нормативно-технической базы в этих областях, широкое распространение передовых технологий и устранение технических барьеров для формирования глобального рынка.

Сегодня в МЭК входят 40 стран, составляющих 80 % населения Земли и потребляющих более 95 % всей мировой электроэнергии. Страны-участницы представлены национальными комитетами (Россию представляет Росстандарт) и экспертами по разным аспектам электроэнергетики. В настоящее время МЭК состоит уже из более 9000 членов.

В составе МЭК работает 170 технических комитетов, в которых, в свою очередь, действуют 1100 рабочих групп — каждая по своему профилю. Результатом их работы являются около 500 новых или актуализированных стандартов ежегодно. На сегодняшний день МЭК разработала и утвердила более 2000 международных стандартов, выдала свыше 100 000 сертификатов соответствия национальных стандартов стандартам МЭК. В России внедрено более половины принятых МЭК международных стандартов в области электроники и электротехники.

Структура МЭК аналогична системе стандартов ИСО: технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК) и рабочие группы (РГ). Наибольшую активность в деятельности МЭК проявляют США, Франция, Канада, Германия, Италия, Великобритания и Нидерланды. Россия формально представлена в 190 комитетах и подкомитетах, однако по-настоящему серьезно и системно работает лишь в нескольких из них.

Работа над стандартом ведется по следующей схеме: разработка первой редакции (Committee Draft), рассылка ее всем национальным комитетам, сбор и анализ отзывов, обмен мнениями между экспертами (как по электронным каналам, так и в ходе очных совещаний), выпуск последующих редакций стандарта (вплоть до 9) и голосование окончательного варианта (CDV). В среднем срок разработки нового стандарта составляет 3 года. Для сокращения сроков нередко практикуется принятие технического ориентирующего документа (ТОД), содержащего лишь основную идею и действующего до появления соответствующего стандарта.

Ежегодные заседания комиссии проводятся поочередно в разных странах — членах МЭК и посвящаются решению всего комплекса вопросов деятельности комиссии. Решения принимаются простым большинством голосов, а президент имеет право решающего голоса, которое он реализует в случае равного распределения голосов.

Один из самых активно работающих комитетов МЭК — ТК 78 объединяет пять РГ, каждая из которых занимается созданием и развитием нормативной базы по своему кругу вопросов. Для РГ-1 — это терминология и символика, для РГ-11 — техническая поддержка; РГ-12 специализируется на инструментах и оборудовании, а РГ-14 — на проблемах диагностики. Сферой деятельности РГ-13 является разработка и актуализация стандартов на средства защиты технического персонала.

В МЭК придают первостепенное значение обеспечению безопасности людей, поэтому по данному направлению ведется особенно напряженная работа. В настоящее время участники РГ-13 модернизируют одновре-



менно 12 действующих стандартов, не считая разработки новых. Наиболее оживленные дискуссии в 2011 г. развернулись вокруг методов испытания дугостойкой спецодежды и требований к сохранению защитных свойств экранирующих комплектов.

Защита от электрической дуги — один из самых серьезных вопросов при работе под напряжением. По мнению многих экспертов МЭК, существующая нормативная база все же оставляет возможность для существования на рынке такой спецодежды, которая не обеспечивает безопасность людей. Например, проверка эффективности дугостойких комплектов одежды регламентируется одновременно двумя международными стандартами — МЭК 61482-1-1—2009 и МЭК 61482-1-2—2007, основанных на разной методике испытаний.

Согласно первому стандарту 61482-1-1—2009 по итогам испытательных тестов с применением открытой дуги средствам защиты присваиваются определенные уровни дугостойкости в кал/см² или в Дж/см², и потребитель может подобрать степень защиты, необходимую для конкретных условий производства. Однако широкое применение этого стандарта с такой методикой испытаний сдерживается ограниченным числом лабораторий, имеющих необходимые установки.

Поэтому многие мировые производители термостойких материалов и средств индивидуальной защиты (СИЗ) используют второй стандарт МЭК 61482-1-2—2007, в основе которого лежит недорогой и потому более доступный метод, так называемый бокс-тест. В этом методе используется воздействие направленной ограниченной дуги и результат оценивается просто — прошел/не прошел с присвоением класса 1 или 2. Такой неинформативный критерий в виде класса 1 или класса 2 не дает потребителям СИЗ четкого представления об уровне их защищенности. К тому же результаты бокс-тестов, полученные в разных лабораториях, часто не совпадают.

В связи с этим еще осенью 2009 г. на заседании МЭК в Хельсинки делегаты включили в стратегический бизнес-план комиссии задачу актуализации обоих стандартов с четкой корреляцией двух методов испытаний, а также с последующей выработкой методических рекомендаций для пользователей по выбору подходящих им защитных комплектов одежды. К разработке запланированных предложений подключились эксперты из Франции, Великобритании, США, Германии и других стран. Однако эта работа приобрела затяжной характер из-за различий при определении критериев характеристики дуги.

Устранить расхождения во мнениях и вывести диалог в конструктивное русло члены РГ-13 ТК 78 МЭК намерены путем обсуждения с участием ведущих мировых экспертов в области электроэнергетики и представителей правительственных делегаций стран-участниц МЭК. Предметом обсуждения являются безопасные технологии выполнения работ под напряжением. Практика таких работ в последнее время активно внедряется и в электросетях России.

Кстати, у российских экспертов есть свое видение и свои предложения по стандартам безопасности СИЗ. По словам единственного представителя интересов России в РГ-13, руководителя компании-разработчика средств индивидуальной защиты от термических рисков ЗАО "ФПГ Энергоконтракт" А. Большунова, еще 7 лет назад

при создании нормативной базы в нашей стране отказались от невнятной методики бокс-теста. По его мнению, "используемые в России электрооборудование и методы работы требуют обязательной оценки риска и четкого представления об уровне защиты, обеспечиваемой СИЗ. Однако многие материалы и фурнитуру отечественные производители термостойких комплектов одежды вынуждены закупать за рубежом. Распространенная там практика проверки по методике только одного стандарта МЭК 61482-1-2—2007 затрудняет возможности сотрудничества с иностранными партнерами".

Кроме того, еще одно предложение российских специалистов касается методики оценки сохранности защитных свойств спецодежды. В России сроки эксплуатации термостойких комплектов регулируются типовыми отраслевыми нормами, которые в большинстве случаев равны 2 годам. За это время комплект одежды может подвергаться стирке до 50 раз. Но даже после этого, согласно российскому стандарту, он обязан обеспечивать изначально заявленный производителем уровень безопасности при воздействии дуги. В европейских нормативах такого требования нет, поскольку там существует определенного срока носки СИЗ, и работнику выдают сразу два костюма, которые заменяют по мере износа (по визуальным показателям). По мнению представителей интересов России в РГ-13 пришло время включить испытание сохранности защитных свойств одежды после 50 стирок в международный стандарт. Это даст рынку представление о том, как изнашиваются термостойкие материалы и изделия импортного производства в процессе эксплуатации и могут ли они применяться на российских предприятиях.

Важным вопросом обсуждения экспертами МЭК является вопрос о разработке очень востребованного стандарта на *лицевые щитки термостойких касок*. К настоящему времени к каскам накопилось много претензий: запотевают от дыхания, плавятся под воздействием теплового потока, не защищают от инфракрасного излучения или обладают низкой светопропускаемостью. В результате, электроперсонал во всем мире неохотно применяет их при работе, что в случае аварийной ситуации приводит к травмам. Например, в Финляндии при возникновении электрической дуги ожоги лица фиксируются в 43 % случаев, а в России — даже в 90 %. По мнению экспертов, введение международного стандарта с четкими требованиями к данным изделиям поможет изменить ситуацию.

Еще одна задача, которой эксперты МЭК должны уделять внимание — это *выработка единых требований к экранирующим комплектам*. Как пояснил российский участник проектной группы по данному направлению, генеральный директор ЗАО "НПО Энергоформ" А. Воробьев, в настоящее время у представителей разных стран имеются серьезные разногласия. Например, в части методов ухода за токопроводящей спецодеждой и контроля за сохранностью ее защитных свойств после 10-кратной стирки. Сейчас в России воздействию моющих средств подвергают только внутренние "вкладыши", а также внешние детали одежды и обуви, а в Европе и Америке — весь комплект, китайские электрики вообще опасаются стирать экранирующую одежду.

Кроме того, после непривычных для Европы морозов и обильных снегопадов минувшей зимы у зарубеж-

ных экспертов появился большой интерес к российскому опыту производства зимних термостойких комплектов, а также к нашим технологиям сочетания защиты от термических рисков с повышенной антистатикой, разработанным для взрыво- и пожароопасных производств.

Все вышеперечисленные вопросы относятся к деятельности только одной из пяти рабочих групп — ТК 78 МЭК. Для решения всего комплекса проблем, связанных с безопасной работой под напряжением, необходи-

ма интеграция результатов исследований, проведенных специалистами разных стран, анализ замечаний к требованиям существующих стандартов, что поможет модернизировать международную законодательно-нормативную базу как того требует технический прогресс и мировые достижения в области безопасности труда и охраны здоровья.

Е. В. Кириллова, менеджер отдела PR технологий ЗАО "ФПГ Энергоконтракт"

Круглый стол на тему: "Эффективные средства защиты населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области в чрезвычайной экологической ситуации"

В преддверии пожароопасного периода 19 апреля 2011 г. в Санкт-Петербургской торгово-промышленной палате (СПб ТПП) состоялся Круглый стол на актуальную тему "Эффективные средства защиты населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области в чрезвычайной экологической ситуации".

Аномально высокая температура, установившаяся летом 2010 г. на территории ряда регионов Российской Федерации, явилась причиной многочисленных лесных и торфяных пожаров, которые привели к возникновению чрезвычайной экологической ситуации. Жители пострадавших регионов оказались незащищенными от дыма, ядовитой гари и смога. Вредные вещества, которыми дышали люди в начале августа 2010 г., вызывают острые отравления, проникают глубоко в легкие и бронхи и не выводятся из организма, что неизменно приводит к серьезным бронхолегочным и онкологическим заболеваниям. Дым от горящих торфяников, смешиваясь с испарениями асфальта, усиливающимися из-за жары, и выхлопными газами — создает опаснейшую "атмосферу" для органов дыхания населения мегаполиса.

Экологи прогнозируют повторение чрезвычайной ситуации летом 2011 г., а значит нужно готовиться к летнему дыму и смогу заранее. Максимально снизить риск вредного воздействия на здоровье горожан в возможный неблагоприятный период позволит консолидация сил органов власти, отвечающих за защиту населения в чрезвычайной ситуации, разработчиков, производителей и поставщиков средств индивидуальной защиты органов дыхания, торгующих сетей (располагающих соответствующим ассортиментом), СМИ, информирующих население об эффективных способах защиты и, конечно же, самого населения.

Организаторами круглого стола выступили: Комитет по вопросам законности, правопорядка и безопасности Правительства Санкт-Петербурга; Подкомитет по охране труда и СИЗ Комитета по природопользованию и экологии Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты; Международная Академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности; холдинг "Севзап-промэнерго".

В работе круглого стола приняли участие: представители органов исполнительной власти, специалисты территориальных органов МЧС России, пожарно-спаса-

тельных служб, Управлений организации мероприятий гражданской защиты и пожарной безопасности и отделений ВДПО Санкт-Петербурга и Ленинградской области; представители научных учреждений, общественных организаций экологов, ряда университетов Санкт-Петербурга, Учебно-методического центра ГО ЧС и ПБ Санкт-Петербурга, медицинских учреждений, торговых сетей, органов по сертификации СИЗ, разработчиков, производителей и поставщиков СИЗ, а также представители средств массовой информации.

С вступительным словом к участникам круглого стола обратились: начальник Управления организации мероприятий гражданской защиты и пожарной безопасности Комитета по вопросам законности, правопорядка и безопасности Санкт-Петербурга Дашичев А. С.; заместитель президента Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты Прокопьев В. И.; заслуженный деятель науки и техники РФ, д. т. н., профессор, Президент Международной Академии Наук Экологии и Безопасности Жизнедеятельности Русак О. Н.

В ходе круглого стола были заслушаны следующие доклады и выступления:

"Атмосферный воздух с дымом, гарью и смогом и его последствия для здоровья человека" — докладчик Гордышевский С. М., председатель правления НП "Санкт-Петербургский Экологический союз";

"Современные фильтрующие материалы для средств индивидуальной защиты и экологии жилья" — докладчик Филатов Ю. Н., руководитель научно-технического центра аэрозолей, ФГУП "Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова";

"Эффективные средства индивидуальной защиты органов дыхания для населения при чрезвычайной экологической ситуации" — докладчик Астахов В. С., руководитель подкомитета по охране труда и СИЗ, Комитет по природопользованию и экологии Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты, руководитель холдинга "Севзап-промэнерго";

"Контрафактная и фальсифицированная продукция. Идентификация средств индивидуальной защиты органов дыхания" — докладчик Коробейникова А. В. Эксперт по сертификации средств индивидуальной защиты, Автономная некоммерческая организация "ТЭСТ — С.-Петербург";



"Экипировка для добровольцев, участвующих в ликвидации лесных и торфяных пожаров" — докладчик Матвиенко Н. Н., технический директор НПК "Пожхимзащита".

"Средства защиты населения и спасателей в особо сложной пожарной обстановке" — докладчик Самарин В. Д. — начальник отдела целевого программного планирования и инновационной деятельности, ОАО "Корпорация "Росхимзащита".

По итогам обсуждения докладов и выступлений сделаны следующие выводы:

— существующие Федеральные нормативные правовые акты, а соответственно и нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации Северо-Запада, регламентирующие защиту населения при наступлении чрезвычайной экологической ситуации, связанной с лесными и торфяными пожарами, не соответствуют требованиям времени и нуждаются в переработке;

— в нормативных актах, регламентирующих номенклатуру средств индивидуальной защиты населения, в том числе при чрезвычайных ситуациях, предусмотрены СИЗ только для защиты пожарных формирований и ликвидаторов (отвечающие требованиям ФЗ № 123 от 22.07.08), средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) для широких слоев населения не регламентированы!

— в ассортименте товаров торгующих сетей эффективных СИЗОД, продаваемых населению, практически нет, а имеющиеся в ряде строительных гипермаркетов респираторы в большинстве своем не соответствуют Российскому законодательству и непригодны для использования в чрезвычайной экологической ситуации.

Участниками круглого стола отмечено, что в условиях, когда природные и техногенные катаклизмы становятся постоянными спутниками жизни, очевидна необходимость консолидации и активного взаимодействия органов власти, бизнеса, общественных организаций и средств массовой информации — с целью максимально

возможного снижения риска воздействия на население негативных факторов чрезвычайной ситуации.

Производители и поставщики СИЗОД — члены Подкомитета по охране труда и СИЗ СПб ТПП выразили готовность не поднимать цены на СИЗОД по факту наступления ЧС. Кроме того, были приняты решения:

1. Создать розничную сеть по реализации СИЗОД на базе специализированных магазинов: ЗАО Торговый дом "Восток-Сервис", ПВ ООО "Фирма Техноавиа", ООО "НПК СИЗОД", а также ЗАО "Севзаппромэнерго", где уже с мая месяца население может приобрести эффективные СИЗОД (на случай возникновения чрезвычайной экологической ситуации), отвечающие всем требованиям Российского законодательства.

2. Создать на складах предприятий — производителей СИЗОД не снижаемый запас СИЗОД на случай возникновения ЧС (размер запаса и условия уточняются с членами подкомитета и органами исполнительной власти).

По результатам работы круглого стола подготовлены рекомендации, которые направлены в органы исполнительной власти Санкт-Петербурга и Ленинградской области. С рекомендациями и фотохроникой мероприятия можно ознакомиться на сайте www.sizmed.ru.

Для справки:

Холдинг "Севзаппромэнерго", г. Санкт-Петербург — один из ведущих производителей средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) в России. Холдинг разрабатывает и производит легкие фильтрующие полумаски (респираторы) для бытового применения, различных отраслей промышленности, медицины, на случай возникновения чрезвычайной ситуации. На рынке России широко известны бренды "Севзаппромэнерго": респираторы "АЛИНА®", "ЮЛИЯ®", "НЕВА®". Производственная площадка респираторного комплекса расположена в Ленинградской области — поселке им. Морозова.

Е. П. Кучер, менеджер проекта СИЗ-Инвест, Холдинг "Севзаппромэнерго"

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, e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

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

Сдано в набор 12.05.11. Подписано в печать 16.06.11. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч-изд. л. 8,48. Заказ 461.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142100, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.