



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

5(197)
2017

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Уваев В. В. Опыт создания нового поколения защитных материалов и средств индивидуальной защиты	3
Тарасов Л. А., Сухова А. А., Уваев В. В., Штукина Е. А. Разработка системы средств индивидуальной защиты кожи	5
Матвеев С. В., Лаверов В. А., Акулинина Г. В. Разработка перспективных систем коллективной защиты изолирующего типа для быстровозводимых защитных сооружений	9
Лянг А. В. Предложения по развитию индивидуальной защиты населения в современных условиях	11
Гарипова Р. В. Профилактика латексной аллергии у медицинских работников	20

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Кузнецов К. М., Галеев А. Д. Математическое моделирование взаимодействия водяной завесы и токсичного облака на основе метода вычислительной гидродинамики	25
Пименов С. И., Ибрагимов Р. А. Испытания беспропарочного способа производства сборного железобетона	32
Хисамутдинов Р. М., Портнов С. М. Современные технологические решения и их отражение в профессиональных стандартах: опыт КАМАЗа	35

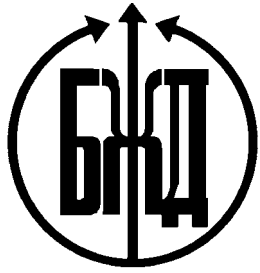
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Кузнецов А. Н., Шагидуллина Р. А., Шагидуллин А. Р. Обеспечение экологической безопасности как обязательное условие создания благоприятной среды	40
Шагидуллина Р. А., Шагидуллин А. Р. О системе инструментального и расчетного экологического мониторинга	44

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Степушенко О. А., Муравьева Е. В., Халикова Е. И., Сибгатуллина Д. Ш. Аппаратно-программный комплекс "Безопасный город" как фактор снижения риска возникновения ЧС	47
Муравьева Е. В., Сибгатуллина Д. Ш., Галимова А. И. Риски функционирования гидротехнических сооружений — хранилищ производственных отходов: проблемы и решения	52
Романовский В. Л., Муравьева Е. В., Афанасьев В. М., Чабанова А. А. К вопросу анализа риска химических производств	59

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, включен в систему Российского индекса научного цитирования и Международную базу данных CAS (Chemical Abstract).



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PRONIN I. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phys.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

5(197)
2017

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Uvaev V. V.** Experience of Creating a New Generation of Protective Materials and Means of Individual Protection 3
Tarasov L. A., Sukhova A. A., Uvaev V. V., Shtukina E. A. Development of the System of Means of Individual Protection of the Skin 5
Matveev S. V., Laverov V. A., Akulinina G. V. The Development of Perspective Self-Contained Systems of Collective Protection for Quickly Build Protective Facilities 9
Lyang A. V. Proposals for Developing Individual Protection of Population in Modern Conditions 11
Garipova R. V. Prevention of Latex Allergy in Health Care Workers 20

INDUSTRIAL SAFETY

- Kuznetsov K. M., Galeev A. D.** Mathematical Modeling of the Interaction between Water Curtain and Toxic Clouds Based on the Method of Computational Fluid Dynamics 25
Pimenov S. I., Ibragimov R. A. Industrial Method of Production Precast Concrete without Steaming 32
Khisamutdinov R. M., Portnov S. M. Modern Technological Solutions and their Reflection in the Professional Standards: KAMAZ Experience 35

ECOLOGICAL SAFETY

- Kuznecov A. N., Shagidullina R. A., Shagidullin A. R.** Environmental Security as a Prerequisite of Creating a Favorable Environment 40
Shagidullina R. A., Shagidullin A. R. About the System of Instrumental and Calculation Environmental Monitoring 44

SITUATION OF EMERGENCY

- Stepushhenko O. A., Muravyeva E. V., Halikova E. I., Sibgatulina D. Sh.** Hardware-Software Complex "Safe City" as the Risk Reduction Factor of Emergency 47
Muravyeva E. V., Sibgatulina D. Sh., Galimova A. I. Risks of Functioning of the Hydraulic Engineering Structures —Reservoir of Industrial Waste: Problems and Solutions 52
Romanovsky V. L., Muravieva E. V., Afanasiev V. M., Chabanova A. A. On the Analysis of the Risk of Chemical Plants 59

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 614.89

В. В. Уваев, канд. хим. наук, ген. директор, e-mail: kazhimnii@yandex.ru,
АО "Казанский химический научно-исследовательский институт"
(АО "КазХимНИИ")

Опыт создания нового поколения защитных материалов и средств индивидуальной защиты

Одной из составляющих национальной безопасности России является обеспечение радиационной, химической и биологической безопасности населения. Показано, что применение средств индивидуальной защиты является наиболее экономически доступной и достаточно эффективной мерой снижения воздействия опасных и вредных факторов на организм человека.

Ключевые слова: химическая безопасность, биологическая безопасность, радиационная безопасность, поражающие факторы, техногенные аварии, защитные материалы, средства индивидуальной защиты

Необходимость обеспечения радиационной, химической и биологической безопасности населения страны обусловлена несколькими причинами.

Во-первых, условиями быстро меняющейся внешнеполитической обстановки, возрастающей угрозой химического и биологического терроризма, присутствием мощной военной группировки НАТО непосредственно у границ России.

Во-вторых, увеличением количества и расширением ассортимента химических веществ, применяемых в различных отраслях промышленности. Концентрация промышленных производств, сырья и материалов, в том числе опасных, вблизи мегаполисов сопряжена с появлением новых факторов риска для здоровья и жизни людей, существенным воздействием на биоценоз ближайших территорий.

В-третьих, общим состоянием окружающей среды, загрязняемой вредными промышленными отходами и последствиями техногенных аварий. Опасность для нормальной жизнедеятельности людей представляют также угрозы эпидемии, чрезвычайные ситуации с участием биологического фактора.

Для развития системы жизнеобеспечения населения в современных условиях необходимо проведение комплекса социально-экономических, организационно-технических, специальных мер, которые позволят снизить до приемлемого уровня риск негативного воздействия опасных химических и биологических факторов на человека и окружающую среду [1].

В совокупности мероприятий, обеспечивающих защиту человека при воздействии поражающих факторов радиационной, химической и

биологической природы, важную роль играют средства индивидуальной защиты (СИЗ) как наиболее экономически доступная и одновременно достаточно эффективная мера предотвращения или снижения воздействия опасных и вредных факторов на организм человека [2].

В настоящее время в России используются СИЗ, созданные еще в прошлом веке, но не потерявшие свою актуальность сегодня. Одновременно разрабатываются новые средства защиты на основе принципиально новых защитных материалов.

Проведенный анализ, а также сравнение тактико-технических характеристик отечественных образцов средств индивидуальной защиты с зарубежными аналогами позволяют сделать вывод, что создание перспективных СИЗ должно базироваться на использовании новых современных материалов.

Создаваемые в "КазХимНИИ" новые защитные материалы не имеют аналогов за рубежом или не уступают по своим свойствам лучшим зарубежным образцам.

К серии таких материалов относится *мембранно-сорбирующий материал*, который применяется в настоящее время для изготовления общевойскового защитного комплекта мембранного типа. Комплект предназначен для использования в составе комплекта боевой индивидуальной экипировки, в качестве защитного слоя от радиационных, химических и биологических поражающих факторов.

Мембранно-сорбирующий материал состоит из трех слоев: 1) материал мембранного типа;



2) материал сорбирующий угленасыщенный;
3) материал прокладочный трикотажный. Все слои скреплены между собой термоклеевым способом.

Материал прокладочный трикотажный защищает наружные слои многослойного материала от повреждений при соприкосновении с телом человека.

Угленасыщенный сорбирующий материал предназначен для защиты от поражающих факторов химической природы. Этот материал вырабатывается на основе смесевой композиции сополимера полиакрилонитрила и полиуретана и наполнен мелкодисперсным активированным углем.

Материал мембранного типа с полиамидным покрытием обеспечивает защиту от биологических аэрозолей, а также защиту от экстремальных погодных условий, тем самым способствует сохранению защитных свойств мембранно-сорбирующего материала.

Другим уникальным по характеру разработки является *мембранный материал на основе селективно-проницаемой мембраны*. Данный материал относится к материалам нового поколения, поскольку обеспечивает физиолого-гигиенические свойства на уровне фильтрующих материалов, а защитные свойства на уровне изолирующих материалов. Данный мембранный материал может быть изготовлен как двухслойным, так и трехслойным.

Показатель паропроницаемости разработанного мембранного материала на 36 % выше по сравнению с материалами фильтрующего типа. Показатель времени защитного действия на 50 % выше по сравнению с материалами изолирующего типа.

Разработанный мембранный материал предполагается использовать для изготовления перспективных образцов средств индивидуальной защиты кожи в составе боевой экипировки 3-го поколения для военнослужащих Российской армии в период до 2030 г.

Другим актуальным и перспективным направлением исследований является разработка *композиционного материала* с внедренным наноразмерным диоксидом титана, обладающим способностью самодегазации при облучении ультрафиолетовым или солнечным светом. Эффект фотокаталитического разложения опасных химических веществ и бактерий основан на образовании активных кислородсодержащих частиц при получении кванта света нанокристаллической структурой диоксида титана. Разложение токсичных химических веществ и бактерий на поверхности внедренного в материал фотокатализатора происходит при комнатной температуре без применения специальных дегазирующих растворов.

Самодегазируемые составы можно наносить на изолирующие материалы, керамические и

металлические поверхности, например, на внутреннюю и наружную поверхность бронетехники для разложения адсорбированных токсичных веществ путем облучения ультрафиолетовым светом.

Проводится работа по созданию *самодегазируемых материалов*, активных при видимом свете. Такие материалы могут быть применены в условиях замкнутого пространства, где невозможно использовать источники УФ излучения, например, в подводных лодках.

Для создания современных средств индивидуальной защиты кожи большой интерес представляют *многослойные изолирующие материалы*, которые обладают высокими защитными свойствами от широкого спектра химических веществ. В соответствии с данным принципом была разработана серия материалов, в которых на разные стороны текстильной основы нанесены полимеры различной химической природы [3].

Однако наиболее перспективным направлением является введение в многослойные полимерные материалы барьерного слоя из пленкообразующего полимера [4]. Использование барьерного слоя позволяет значительно снизить массу материала и при этом значительно увеличить его защитные характеристики.

Таким образом, основными направлениями развития средств индивидуальной защиты можно считать следующие:

- создание новых мембранных материалов с селективно проницаемыми мембранами;
- использование в материалах катализаторов, способствующих разложению отравляющих веществ и биоцидов для защиты от биологических поражающих агентов;
- разработка защитных материалов изолирующего типа с барьерным слоем из пленкообразующего полимера.

Список литературы

1. **Шаваев А. К.** Национальная безопасность как сложная комплексная система, ее сущность и структура // Безопасность. — 2009. — № 1–2. — С. 256.
2. **Государственный доклад** МЧС России о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2003 г. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2004. — № 5. — С. 3–172.
3. **Новый многофункциональный композиционный изолирующий материал** на основе эластомеров / Л. А. Тарасов, А. А. Сухова, Е. А. Штукина, Ю. Н. Хакимуллин, Л. Ш. Садыкова // Химическая и биологическая безопасность. — 2012. — № 1–2. — С. 76–79.
4. **Многослойный композиционный материал** для средств индивидуальной защиты кожи / Л. А. Тарасов, А. А. Сухова, В. В. Уваев, Е. А. Штукина // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 7–10.

V. V. Uvaev, General Director, e-mail: kazhimnii@yandex.ru,
JSC "Kazan Chemical Research Institute"

Experience of Creating a New Generation of Protective Materials and Means of Individual Protection

Radiation, chemical and biological safety of the population is one of the components of Russia's national security. Personal protective equipment is the most affordable and quite effective measure to reduce the impact of dangerous and harmful factors on the human body.

Keywords: chemical security, biological security, radiation security, affecting factors, technological accidents, protective materials, personal protective equipment

References

1. **Shavaev A. K.** Nacional'naja bezopasnost' kak slozhnaja kompleksnaja sistema, ee sushhnost' i struktura. *Bezopasnost'*. 2009. No. 1–2. P. 256.
2. **Gosudarstvennyj doklad** MCHS Rossii o sostojanii zashhity naselenija i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tehnogennogo haraktera v 2003 g. *Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij*. 2004. No. 5. P. 3–172.
3. **Novyj mnogofunkcional'nyj kompozicionnyj izolirujushhij material** na osnove jelastomeroov / L. A. Tarasov, A. A. Suhova, E. A. Shtukina, Ju. N. Hakimullin, L. Sh. Sadykova. *Himicheskaja i biologicheskaja bezopasnost'*. 2012. No. 1–2. P. 76–79.
4. **Mnogoslojnyj kompozicionnyj material** dlja sredstv individual'noj zashhity kozhi / L. A. Tarasov, A. A. Suhova, V. V. Uvaev, E. A. Shtukina. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2015. No. 2. P. 7–10.

УДК 677.017; 66.017; 66.018.4; 687.157

Л. А. Тарасов¹, канд. хим. наук, гл. науч. консультант,
А. А. Сухова², старший препод., e-mail: alexandra_suhova@mail.ru,
В. В. Уваев¹, канд. хим. наук, ген. директор, **Е. А. Штукина**¹, мл. науч. сотр.

¹ АО "Казанский химический научно-исследовательский институт"
(АО "КазХимНИИ")

² Казанский национальный исследовательский технологический университет

Разработка системы средств индивидуальной защиты кожи

В статье рассматривается система средств индивидуальной защиты кожи (СИЗК), разработанная в Казанском химическом научно-исследовательском институте. Система включает в себя СИЗК изолирующего типа на основе многослойного композиционного материала ЛТЛ-1-2 комбинированного типа на основе изолирующих материалов и фильтрующих тканей на основе неуглеродных сорбентов и фильтрующего типа на основе химзащитных тканей.

Ключевые слова: многослойный композиционный материал, неуглеродный сорбент, агрессивные, токсичные химически опасные вещества, средства индивидуальной защиты кожи

Антропогенная деятельность на протяжении прошлого века и до настоящего времени серьезно обострила проблему защиты человека не только от комплекса негативных производственных факторов, но и от аварийного выброса значительных

количеств агрессивных, токсичных химически опасных веществ. В связи с этим остро актуализировалась проблема создания эффективных средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов человека.

До настоящего времени в России имело место отставание в области разработки средств защиты от ведущих иностранных разработчиков и производителей, что привело нашу страну к зависимости от импортной продукции по ряду направлений.

Главным институтом в части разработки средств индивидуальной защиты кожи является АО "КазХимНИИ". Институтом разработана и внедрена на предприятиях госкорпорации Роскосмос система средств защиты кожи, включающая изолирующий, комбинированный и фильтрующий типы одежды (рис. 1).

Серия новейших костюмов изолирующего типа основана на многослойном композиционном материале ЛТЛ-1-2 [1, 2], который содержит в своей структуре разнополярные каучуки, а также чешуйчатый пигмент, обладающий барьерным эффектом (рис. 2).

Благодаря высоким защитным характеристикам материала ЛТЛ-1-2 костюмы на его основе, обладающие шестым, высшим уровнем защиты в соответствии с российскими и европейскими стандартами (ГОСТ Р 12.4.256 (EN 943-2:2002), ГОСТ Р ИСО 16602) [3, 4], позволяют решать актуальный в настоящее время вопрос импортозамещения. Этими костюмами можно и нужно, по мнению авторов, заменить дорогостоящие костюмы зарубежных фирм, которые закупаются в России рядом промышленных предприятий. В таблице приведены классы защиты по контрольным веществам [3] инновационного многослойного материала ЛТЛ-1-2 и зарубежных образцов многослойных материалов.

Изготовленные на основе материала ЛТЛ-1-2 костюмы высшего уровня защиты — КИХ-4ТН (скафандровый, тип 1а), КИХ-4ЛН (облегающий,

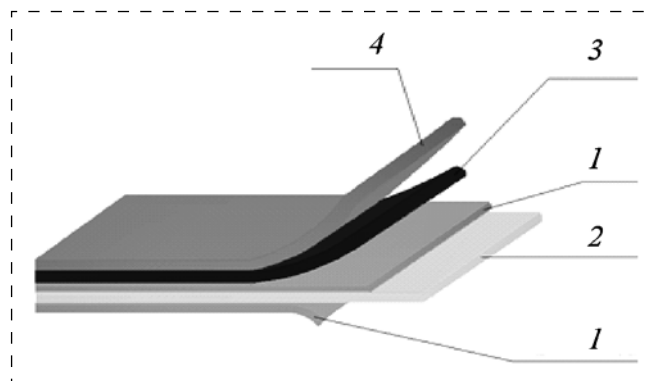


Рис. 2. Структура материала ЛТЛ-1-2:

1 — слой на основе смеси бутилкаучука с синтетическим каучуком этиленпропиленовым тройным; 2 — текстильный материал из полиамида; 3 — слой на основе смеси хлорсульфированного полиэтилена с полихлоропреном; 4 — слой на основе смеси хлорсульфированного полиэтилена с полихлоропреном с добавлением чешуйчатого пигмента

тип 1б), КЗВ-1, КЗВ-2 (вентилируемый, тип 1с), КИЗ-2 и СЗК поставляются различным потребителям.

Костюмы изолирующие химические КИХ-4ТН, КИХ-4ЛН, КЗВ-1, КИЗ-2 (рис. 3 — см. 3-ю стр. обложки) благодаря высоким защитным характеристикам и широкому спектру защитных свойств позволяют заменить зарубежные костюмы производства стран Швеции, Германии, США. Специальный защитный костюм СЗК, предназначенный для защиты кожных покровов военнослужащих национальной гвардии России (Росгвардии), должен заменить устаревшие средства индивидуальной защиты кожи, обладающие низким классом защиты, такие как Л-1 и ОЗК.

Разработанный материал ЛТЛ-1-2 и серия костюмов на его основе имеют широкий спектр и высокий уровень защитных свойств от химических агрессивных, токсичных

веществ, нефтепродуктов, открытого пламени и тепловых потоков. Сравнительный анализ импортных многослойных материалов ведущих зарубежных стран Германии, США и отечественного материала ЛТЛ-1-2 показал, что он не только не уступает по защитным свойствам импортным образцам, но и имеет ряд преимуществ — меньшую поверхностную плотность, большую эластичность, стойкость к истиранию, химическую стойкость к ряду агрессивных, токсичных компонентов [5]. Результаты исследований (рис. 4) подтверждают возможность и целесообразность замены импортных образцов на отечественные.

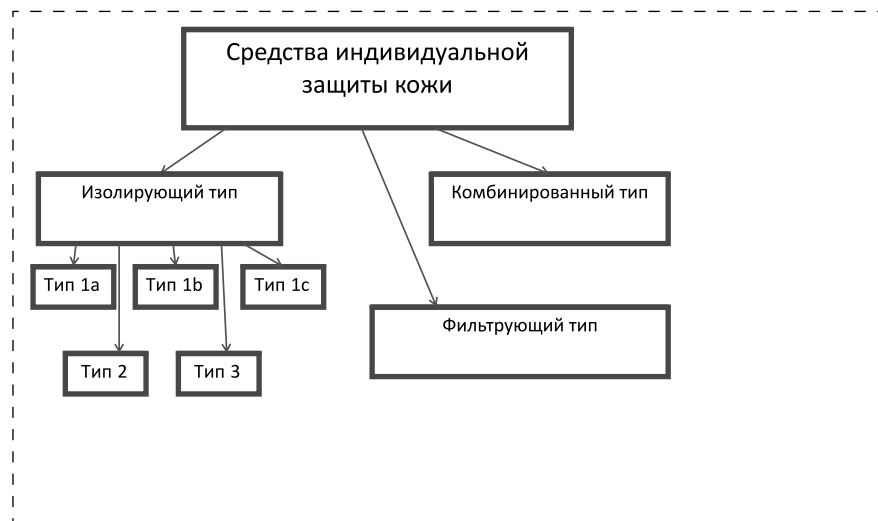


Рис.1. Система средств индивидуальной защиты кожи

Классы защиты по контрольным веществам многослойных материалов

Контрольное вещество	Класс защиты материала		
	ЛТЛ-1-2	Зарубежный материал Vautex Elite (США)	Зарубежный материал Himex (Германия)
Дихлорометан	6	3	3
Метанол	6	6	6
n-Гептан	6	6	6
Толуол	6	6	6
Диэтиламин	6	6	6
40 % гидроксид натрия	6	6	6
93 % серная кислота	6	6	6
Ацетон	6	5	4
Ацетонитрил	6	6	6
Этилацетат	6	6	6
Сероуглерод	6	6	6
Тетрагидрофуран	6	6	6

Разработан также новый тип защитной одежды — комбинированный. Одежда данного типа содержит в себе изолирующие и фильтрующие материалы, соединенные в швах с химзащитной фильтрующей тканью. Химзащитные ткани ФЦМ-П и ТЛ-3 содержат в себе неуглеродные сорбенты, которые хорошо закрепляются на тканях на основе хлопкового волокна, ткани выдерживают многократные стирки и по этому показателю превосходят эксплуатационные свойства ткани на основе углеродных сорбентов.

Комбинированная одежда, например, костюмы КЗО-Т, УЗО-Р (рис. 5 — см. 3-ю стр. обложки)

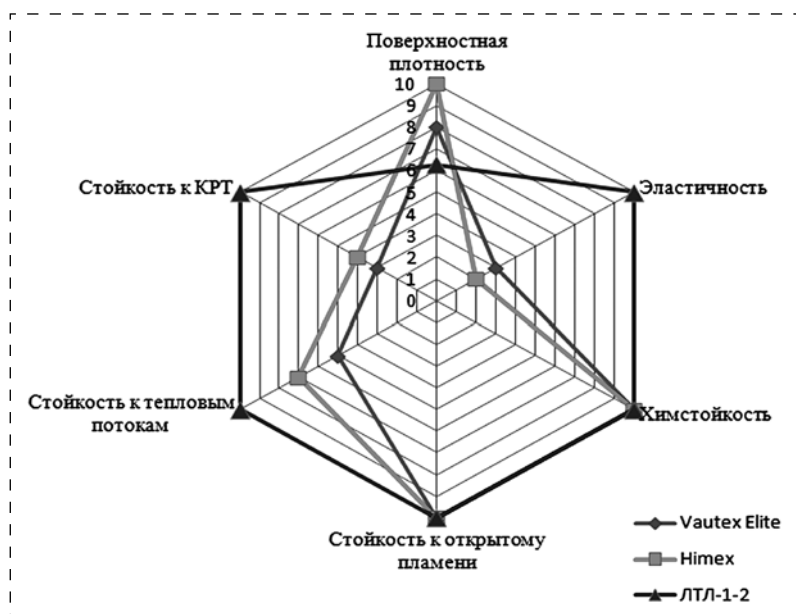


Рис. 4. Результаты исследований многослойных материалов (КРТ — компоненты ракетного топлива)

позволяют проводить штатные работы с компонентами ракетного топлива, кислотами и щелочами, газовым конденсатом. Фронтальная часть костюмов из изолирующего материала может подвергаться локальному обливу. Химзащитная ткань служит также индикатором заражения, например, при воздействии азотсодержащих веществ, за счет образования аддуктов, она приобретает другой цвет, что позволяет вовремя проводить нейтрализацию костюма. После нейтрализации химзащитные ткани ФЦМ-П, ТЛ-3 восстанавливают свой первоначальный цвет — коричневый.

Доказано, что вредные, опасные вещества попадают в организм не только через органы дыхания, но и через кожные покровы. Фильтрующий тип одежды предназначен для штатных работ, при которых возможны воздействия негативных факторов в виде паров, газов токсичных веществ. Требования к фильтрующей защитной одежде изложены в техническом регламенте таможенного союза ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты". Фильтрующая защитная одежда введена в типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи одежды. В них указаны производства, которым рекомендовано закупать данный вид одежды. Разработанная институтом линейка фильтрующей защитной одежды, представленная на рис. 6 (см. 3-ю стр. обложки), защищает от паров различных токсических веществ I—III классов опасности, обладающих кожно-резорбтивным действием. Фильтрующая одежда в зависимости от покровного слоя обеспечивает защиту и от жидкой фазы опасных веществ — капель кислот, а также фенола и пестицидов. Подкладка фильтрующей одежды выполняется из указанных выше химзащитных тканей ФЦМ-П и ТЛ-3. Аналогов защитной одежды на основе неуглеродных сорбентов нет ни в России, ни за рубежом.

На фильтрующую защитную одежду разработан ГОСТ Р 12.4.280—2015 "Система стандартов безопасности труда. Фильтрующая защитная одежда от паров, газов токсичных веществ. Технические условия" [6].

Выводы

1. Костюмы на основе многослойного композиционного материала ЛТЛ-1-2 отвечают требованиям европейского стандарта для СИЗК высшего уровня защиты.
2. Защитные костюмы на основе материала ЛТЛ-1-2 превосходят по ряду защитных характеристик многослойные



материалы ведущих зарубежных фирм производителей СИЗК.

3. Новый тип защитной одежды — комбинированный позволяет проводить штатные работы с компонентами ракетного топлива, кислотами и щелочами, газовым конденсатом.

4. Линейка фильтрующей одежды защищает от паров различных токсических веществ I—III классов опасности, обладающих кожно-резорбтивным действием.

Список литературы

1. **Патент 2521053.** Российская Федерация, МПК В32В25/10 А62В17/00 Способ получения многослойного изолирующего материала с широким спектром защитных свойств / Тарасов Леонид Андреевич и др.; заявитель и патентообладатель Казан. хим. науч.-ис-

лед. ин-т — № 2012128292/05, заявл. 04.07.2012; опубл. 27.06.2014.

2. **Многослойный композиционный материал** для средств индивидуальной защиты кожи / Л. А. Тарасов, А. А. Сухова, В. В. Уваев, Е. А. Штукина // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 7—10.
3. **ГОСТ Р ИСО 16602—2010** ССБТ. Одежда специальная для защиты от химических веществ. Классификация, маркировка и эксплуатационные требования.
4. **ГОСТ Р 12.4.256—2011 (ЕН 943-2:2002)** ССБТ. Одежда специальная для защиты от токсичных химических веществ в виде газа и паров. Технические требования и методы испытаний.
5. **Новый** многофункциональный композиционный изолирующий материал на основе эластомеров / Л. А. Тарасов, А. А. Сухова, Е. А. Штукина и др. // Химическая и биологическая безопасность. — 2012. — № 1—2. — С. 76—79.
6. **ГОСТ 12.4.287—2015** Система стандартов безопасности труда. Фильтрующая защитная одежда от паров, газов токсичных веществ. Технические условия (введен в действие 01.03.2016).

L. A. Tarasov¹, Chief Scientific Consultant, A. A. Sukhova², Senior Lecturer, e-mail: alexandra_suhova@mail.ru, V. V. Uvaev¹, General Director, E. A. Shtukina¹, Junior Researcher

¹ Kazan Chemical Scientific and Research Institute

² Kazan National Research Technological University

Development of the System of Means of Individual Protection of the Skin

The system of means of individual protection of the skin, developed in the Kazan Chemical Scientific and Research Institute, is considered in article. The system includes personal protective equipment for skin insulating type based on multilayer composite material LTL-1-2, combined type based on insulating materials and filtering fabrics on the basis of non-carbon sorbents and filter type on the basis of chemical protective fabrics.

Keywords: multi-layer composite material, non-carbon sorbent, corrosive, toxic chemical hazardous substances, means of individual protection of the skin

References

1. **Patent 2521053.** Rossijskaya Federaciya, МПК В32В25/10 А62В17/00 Sposob polucheniya mnogoslojnogo izoliruyushchego materiala s shirokim spektrom zashchitnyh svojstv / Tarasov Leonid Andreevich i dr.; zayavitel' i patentooblada-tel' Kazan. him. nauch.-isled. in-t — № 2012128292/05, zayavl. 04.07.2012; opubl. 27.06.2014.
2. **Mnogoslojnyj kompozicionnyj material** dlja sredstv individual'noj zashchity kozhi / L. A. Tarasov, A. A. Suhova, V. V. Uvaev, E. A. Shtukina. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. № 2. P. 7—10.
3. **GOST R ISO 16602—2010** SSBT. Odezhda special'naya dlya zashchity ot himicheskikh veshchestv. Klassifikaciya, markirovka i ehkspluatacionnye trebovaniya.
4. **GOST R 12.4.256—2011 (EN 943-2:2002)** SSBT. Odezhda special'naya dlya zashchity ot toksichnyh himicheskikh veshchestv v vide gaza i parov. Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy.
5. **Novyj** mnogofunkcional'nyj kompozicionnyj izoliruyushchij material na osnove ehlastomerov / L. A. Tarasov, A. A. Suhova, E. A. Shtukina i dr. *Himicheskaya i biologicheskaya bezopasnost'*. 2012. No. 1—2. P. 76—79.
6. **GOST 12.4.287—2015** Sistema standartov bezopasnosti truda. Fil'truyushchaya zashchitnaya odezhda ot parov, gazov toksichnyh veshchestv. Tekhnicheskie usloviya (vveden v dejstvie 01.03.2016).

УДК 661.183÷66.074

С. В. Матвеев, канд. техн. наук, нач. отдела, e-mail: mail@roshimzaschita.ru,
В. А. Лаверов, зам. нач. отдела, **Г. В. Акулинина**, ст. науч. сотр. отдела,
ПАО "Корпорация "Росхимзащита", Тамбов

Разработка перспективных систем коллективной защиты изолирующего типа для быстровозводимых защитных сооружений

Рассмотрена возможность создания системы регенерации и очистки воздуха коллекторного типа для повышения степени защищенности укрываемых в быстровозводимых защитных сооружениях в условиях неопределенной обстановки.

Предложена система регенерации и очистки воздуха коллекторного типа, которая реализует новый подход к защите укрываемых в быстровозводимых убежищах, обеспечивают высокую надежность защиты в различных штатных и нештатных ситуациях. Для работы систем не требуется электроэнергия, они просты в эксплуатации, имеют компактную форму хранения и практически не требуют технического обслуживания.

Системы регенерации и очистки воздуха коллекторного типа могут интегрироваться в конкретные убежища или исполняться в виде самостоятельных автономных модулей, не требующих привязки к оборудованию и ограждающим конструкциям убежищ.

Ключевые слова: быстровозводимые защитные сооружения, убежища, системы регенерации и очистки воздуха коллекторного типа, режим фильтровентиляции, технология защиты, защитное сооружение

В настоящее время технология защиты укрываемых в быстровозводимых защитных сооружениях (убежищах) основана на использовании режима фильтровентиляции и не предполагает использования средств химической регенерации воздуха. Вместе с тем фильтровентиляционные установки не могут быть использованы в условиях наиболее опасной химической обстановки на местности, когда, например, применены неизвестные отравляющие вещества, высокотоксичные аварийно химически опасные вещества с высокими концентрациями и т. п.

В связи с этим для повышения степени защищенности укрываемых в быстровозводимых защитных сооружениях необходимо применение систем коллективной защиты изолирующе-фильтрующего типа с использованием регенеративных продуктов [1], конструкционных (с преимущественным использованием полимерных материалов, имеющих меньшую массу) [2] и защитных материалов.

Регенеративные продукты, изготавливаемые на мягкой подложке [3], могут иметь самую разнообразную конфигурацию и монтироваться непосредственно в ограждающие поверхности защитного сооружения. В силу развитой реакционной поверхности структурированные регенеративные продукты могут работать в конвективном режиме, который не требует энергии, что повышает степень автономности защитного сооружения и его мобильность.

Одним из недостатков быстровозводимых защитных сооружений является их низкая стойкость к внешним механическим воздействиям и, как следствие, большая вероятность нарушения герметичности ограждающих конструкций. При этом применение как фильтрующих, так и изолирующих средств коллективной защиты обменного типа становится не эффективным. Обеспечить безопасность людей в этом случае возможно путем применения коллекторных изолирующих систем коллективной защиты [4].

В случае необходимости неоднократных входов и выходов из быстровозводимого защитного сооружения в зараженную атмосферу возникает опасность заноса с потоком воздуха и на одежде вредных веществ в обитаемую зону защитного сооружения. Для исключения возможности заражения обитаемой зоны необходимо применение технологии шлюзования с обеспечением быстрой и эффективной очистки тамбур-шлюза с использованием штатных элементов систем очистки и регенерации воздуха.

Таким образом, комплексное решение задач разработки технологий и систем коллективной защиты позволяет повысить степень защищенности укрываемых в быстровозводимых защитных сооружениях.

Решить проблему можно с помощью многочисленных исследований и опытно-конструкторских работ, проведенных ПАО "Корпорация



"Росхимзащита" за последние десятилетия, а также существующих разработок по новым направлениям. Например, одна из разработанных систем, которая может обеспечить эффективную защиту органов дыхания в условиях заражения атмосферы, имеет следующие основные тактико-технические характеристики:

- численность укрываемых — 20 человек;
- время защитного действия — 48 ч в режиме общеобменной вентиляции, 6 ч в коллекторном режиме;

- время задействия — не более 1 мин;
- концентрация диоксида углерода в коллекторном режиме — не более 0,8 %;
- удельная масса — 4 кг/чел.

Коллекторная система изолирующего типа, используемая в быстровозводимом защитном сооружении, за счет изоляции органов дыхания обладает универсальными защитными свойствами по отношению к радиационным, химическим и биологическим поражающим факторам заражения.

Список литературы

1. **Регенеративные продукты** нового поколения: технология и аппаратное оформление / Н. Ф. Гладышев, Т. В. Гладышева, С. И. Дворецкий и др. — М.: Машиностроение-1, 2007. — 156 с.
2. **Патент 2568568** Российской Федерации, МПК А62В 11/00 (2006.01). Способ очистки газовой среды в герметичном объекте / М. Ю. Плотников, Р. В. Дорохов и др.; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Корпорация "Росхимзащита"; опубл. 20.11.15 г.
3. **Разработка** средств регенерации воздуха индивидуального и коллективного типа на основе нового регенеративного продукта на пористой матрице / Р. В. Дорохов, М. Ю. Плотников, С. И. Дворецкий и др. Материалы Международной научно-практической конференции от 9.10.2013 г. Тамбов: Издательство ТГТУ.
4. **Патент 2352370** Российской Федерации, МПК А62В 11/00, 15/00. Изолирующая дыхательная система / В. Г. Каверин, Л. Э. Козадаев, В. А. Лаверов и др.; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Корпорация "Росхимзащита", опубл. 20.04.09 г.

S. V. Matveev, Head of Department, e-mail: mail@roshimzaschita.ru,
V. A. Laverov, Deputy Head of Department, **G. V. Akulinina**, Senior Researcher of Department, PJSC "Corporation "Roshimzaschita", Tambov

The Development of Perspective Self-Contained Systems of Collective Protection for Quickly Build Protective Facilities

We have investigated the possibility of creation system recovery and purification of collector type air for increasing the degree of protection of personnel in quickly build facilities in terms of uncertain condition.

One of the lacks of film type quickly build facilities (regarding to the safety of personnel) is their low resistance to external mechanical stress and, as consequence, a high probability of infringement of tightness of building envelopes. Thus, the application of both filtering and self-contained systems of Collective Protection (CP) of general air exchange becomes inefficient. To provide the safety of personnel in that case is possible by the application of system recovery and purification of collector type air.

System recovery and purification of collector type air realise a new approach to protecting hiding in shelters, provide high reliability of protection in different regular and emergency situations. For operation systems do not required electricity, they are easy to operate, have a compact shape and storage require virtually no maintenance.

System recovery and air purification of collector type air can be integrated in the concrete shelter or run as independent stand-alone modules that do not require binding to equipment and protective structures vault.

Keywords: quickly build protection facilities, refuge, system recovery and purification of collector type air, filtration and ventilation mode, technology of protection, protective structure

References

1. **Регенеративные продукты** нового поколения: технология и аппаратное оформление / Н. Ф. Гладышев, Т. В. Гладышева, С. И. Дворецкий и др. Moscow: Mashinostroenie-1, 2007. 156 p.
2. **Patent 2568568** Rossijskoj Federacii, МПК А62В 11/00 (2006.01). Способ очистки газовой среды в герметичном объекте / М. Ю. Плотников, Р. В. Дорохов и др.; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Корпорация "Росхимзащита"; опубл. 20.11.15 г.
3. **Razrabotka** sredstv regeneracii vozduha individual'nogo i kolektivnogo tipa na osnove novogo regenerativnogo produkta na poristoj matricе / R. V. Dorohov, M. Ju. Plotnikov, S. I. Dvoreckij i dr. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii ot 9.10.2013 g.* Tambov: Izdatel'stvo TGTU, 2013.
4. **Patent 2352370** Rossijskoj Federacii, МПК А62В 11/00, 15/00. Izolirujushhaja dyhatel'naja sistema / V. G. Kaverin, L. Je. Kozadaev, V. A. Laverov i dr.; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Корпорация "Росхимзащита", опубл. 20.04.09 г.

УДК 623.459.6

А. В. Лянг, канд. техн. наук, руководитель научно-технической службы,
e-mail: avl@sorbent.su, АО "Сорбент", Пермь

Предложения по развитию индивидуальной защиты населения в современных условиях

Изложены взгляды на защиту населения фильтрующими СИЗОД: гражданскими противогазами и фильтрующими самоспасателями с точки зрения специалистов в области фильтрующих СИЗОД.

Аргументировано, что гражданские противогазы в принципе невозможно заменить на фильтрующие самоспасатели на складах длительного хранения.

В рамках предложений по обеспечению фильтрующими самоспасателями в современных условиях на основе статистических данных показано, что пожары в учреждениях и заведениях с массовой гибелью людей происходят в основном в результате отравления продуктами горения. Проанализирована информация об основных материалах на предмет выделения из них при возгорании отравляющих и высокотоксичных веществ. При этом подчеркнута необходимость рассмотрения дополнительных требований к фильтрующим самоспасателям по защите от фосгена, диоксинов, изоцианатов, стирола и формальдегида.

Ключевые слова: СИЗОД фильтрующее, противогаз гражданский, самоспасатель фильтрующий, чрезвычайная ситуация, пожар, отравляющие вещества, обеспечение защиты населения, оснащение зданий и сооружений

1. Обоснованность защиты населения гражданскими противогазами

В настоящее время население нашей страны обеспечено фильтрующими гражданскими противогазами, находящимися на складах длительного хранения. Таким образом, предприняты меры по защите населения от отравляющих веществ (ОВ), аварийно химически опасных веществ ингаляционного действия (АХОВИД), радиоактивных веществ (РВ), опасных биологических веществ (ОБВ) при чрезвычайных ситуациях (ЧС), военных действиях или опасностях, возникающих вследствие военных действий вероятного противника.

Вопросы эффективности обеспечения защиты населения комплектованием складов длительного хранения гражданскими противогазами находятся в прерогативе специалистов Министерств по чрезвычайным ситуациям и обороны. Специалисты в области фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) подтверждают, что население в случае использования гражданских противогазов будет надежно защищено от вышеперечисленных угроз, в том числе в первую очередь от ОВ, РВ и ОБВ.

В последнее время получила распространение иная точка зрения, основанная на утверждении, что вероятного противника в современных условиях не существует и вероятность угрозы

воздействия на население ОВ, РВ и ОБВ сведена к минимуму. В этом случае, по мнению сторонников этой теории, фильтрующими СИЗОД должно быть обеспечено только население, проживающее вблизи потенциально опасных объектов. Причем рассматривается защита в основном только от АХОВИД, которые могут воздействовать на население в результате ЧС на данных потенциально опасных объектах. Далее логика следующая — если не надо защищаться, например от ОВ, и населению необходимо лишь экстренно покинуть зону ЧС, то достаточно и фильтрующего самоспасателя. А если АХОВИД не обладает поражающим действием на глаза, то достаточно вообще респиратора.

Некоторые уже начинают воспринимать данную теорию как сигнал для замены гражданских противогазов на фильтрующие самоспасатели, причем на складах длительного хранения. Данные побуждения могут быть направлены как на развитие новой теории, так и на получение экономического эффекта, так как самоспасатель в принципе дешевле противогаза. Но на сегодняшний день официального однозначного и всеобщего подтверждения отсутствия угроз населению от военных действий и опасностей, возникающих вследствие военных действий, нет.

Специалисты утверждают, что гражданский противогаз в принципе невозможно заменить фильтрующим самоспасателем. Коэффициент



подсоса гражданского противогаса составляет не более 10^{-4} % [1], а фильтрующего самоспасателя — не более 1,0 % [2], т. е. разница между ними в эффективности защиты по коэффициенту подсоса составляет 10 000 раз! Причем не только по ОВ, но и по АХОВИД. Кроме того, гражданские противогасы могут быть многоразового применения, а фильтрующие самоспасатели — только одноразового применения.

Поэтому заменять гражданские противогасы на фильтрующие самоспасатели, будь то на складах длительного хранения субъектов или потенциально опасных объектах, ни в коем случае нельзя. По мнению автора, защита населения должна обеспечиваться и гражданскими противогасами, и фильтрующими самоспасателями. У последних в современных условиях свое особое предназначение. Рассмотрим данное утверждение в виде предложений по обеспечению фильтрующими самоспасателями в следующем разделе.

2. Пути обеспечения населения фильтрующими самоспасателями в современных условиях

О необходимости широкого применения и внедрения индивидуальных аварийных средств защиты свидетельствуют участвовавшие случаи возникновения ЧС (пожары, террористические акты, выбросы вредных веществ и т. п.) [3].

В статистике ЧС особое место занимают пожары. Социально-экономические потери от них несопоставимо велики по сравнению с ЧС других видов. Главные и невозполнимые потери — человеческие жизни. При этом самыми опасными факторами являются токсичное воздействие газов и частиц дыма и недостаток кислорода, так как они могут привести к смертельному исходу [4].

Актуальность применения средств защиты органов дыхания от действия продуктов горения при пожарах обусловлена тем фактором, что данная причина является доминирующей среди причин гибели людей. Например, согласно относительным данным за 2003 г., гибель людей на пожарах в результате действия продуктов горения составляла 78,8 % от общего числа погибших [5].

Рассмотрим актуальность данных утверждений на некоторых примерах последствий пожара в России и за рубежом в местах с массовым пребыванием людей: домах престарелых, стационарных учреждениях социального обслуживания и специализированных лечебных учреждениях (табл. 1), кафе, клубах и ресторанах (табл. 2), гостиницах по данным РИА Новости.

Данные, представленные в табл. 1, показывают, что в результате пожаров в подобных учреждениях ежегодно гибнут как пациенты, так и персонал

различных возрастов, находясь на различных этажах зданий (всего по таблице — 385 погибших). При этом оперативных и слаженных действий пожарных и спасателей, исправности противопожарного оборудования недостаточно, чтобы исключить вероятность гибели людей.

Специалисты в области СИЗОД утверждают, что для защиты людей в подобных ЧС необходимо применять фильтрующие самоспасатели. Причем изготовленные в соответствии со следующими основополагающими требованиями: фильтрующие самоспасатели должны защищать от всех продуктов горения; должны быть рассчитаны на время применения 15...30 мин и на длительное время хранения, с одной стороны, и должны быть готовы к немедленному использованию, с другой.

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что пожары в подобных заведениях с массовой гибелью людей (всего по таблице — 968 погибших) происходят регулярно и повсеместно. Информация о применении во время этих пожаров самоспасателей отсутствует. Очевидно, что и в России, и за рубежом кафе, клубы и рестораны в подавляющем большинстве не оснащены СИЗОД.

Исходя из сделанных ранее утверждений [3—5] применительно к данным табл. 1 и 2 следует полагать, что приблизительно 304 и 763 человека соответственно погибли в результате отравления продуктами горения и в случае применения фильтрующих самоспасателей вероятность сохранения жизни этих людей была бы, по мнению автора, высокой.

Обращает на себя внимание (особенно по данным табл. 2) роль отдельных материалов помещений в возгорании, стремительность распространения пожара вследствие наличия этих материалов и факты гибели людей в результате выделения материалами высокотоксичных веществ, приводящих к почти мгновенному поражению органов дыхания людей. Очевидно, что возгорание именно таких материалов приводит к массовым жертвам при пожаре.

Что касается гостиниц, то остановимся на двух ярких примерах пожаров в гостиницах "Россия" (г. Москва) 25.02.1977 г. и "Ленинград" (г. Санкт-Петербург) 23.02.1991 г. по данным РИА Новости.

В гостинице "Россия" произошел самый известный по масштабам и последствиям пожар в СССР. Загорелись одновременно 5, 11 и 12-й этажи северного корпуса. Люди, находившиеся выше 12-го этажа, в том числе посетители ресторанов на 17 и 22 этажах башни, оказались в ловушке. В результате погибло 42 человека, в том числе пять сотрудников гостиницы. Основной причиной смертельного исхода для них были не термические ожоги, а отравление токсичными газами



Таблица 1

Примеры последствий пожаров в домах престарелых, стационарных учреждениях социального обслуживания и специализированных лечебных учреждениях в России и за рубежом

№ п/п	Дата	Наименование учреждения и место происшествия	Число погибших в результате пожара	Примечание
1	06.02.2005	Дом престарелых и инвалидов, населенный пункт Лодейное поле (Ленинградская область)	6	Возгорание произошло из-за неосторожного обращения с огнем
	07.03.2005	Областной наркологический диспансер (г. Самара)	7	Эвакуировано 24 человека
	29.12.2005	Коробовский психоневрологический интернат в селе Дмитриевской Погост Шатурского района (Московская обл.)	7	Пациентки в возрасте от 18 до 64 лет
2	09.12.2006	Московская наркологическая больница № 17 (г. Москва)	46	Возгорание произошло в женском отделении учреждения
	09.12.2006	Психоневрологический интернат близ г. Тайга (Кемеровская обл.)	10	Эвакуировано 233 человека
3	20.03.2007	Дом престарелых в станице Камышеватская Ейского района (Краснодарский край)	63	Количество спасенных — 35, из них 30 человек госпитализированы
	21.06.2007	Дом-интернат для пожилых людей в селе Екатерининское Тарского района (Омская обл.)	10	Пожарная сигнализация была исправна, пожарные прибыли через 5 мин
	04.11.2007	Дом престарелых в пос. Велье-Никольское (в 30 км от г. Тула)	32	Эвакуировано 247 человек
4	15.08.2008	Дом престарелых в г. Шебекино (Белгородская обл.)	7	Эвакуировано 15 человек
5	31.01.2009	Дом-интернат для престарелых в селе Подбельск (Республика Коми)	23	Здание — одноэтажный деревянный дом 40×28 м. 3 человека спасены
6	30.08.2010	Интернат для престарелых в г. Вышний Волочок (Тверская обл.)	9	Эвакуировано 480 человек
	24.11.2010	Психоневрологический дом-интернат в пос. Андреевский (Омская обл.)	3	Эвакуировано 147 человек
7	09.10.2011	Отделение временного проживания для престарелых и инвалидов в селе Тихон Вохомского района (в 500 км от г. Кострома)	4	В здании находились 13 пенсионеров, сторож и санитарка
	19.12.2011	Дом престарелых и инвалидов по ул. Зорге (г. Уфа)	1	Эвакуировано 30 человек. Официально сообщено, что погибший отравился продуктами горения. Пожар — на 1 этаже
8	24.11.2012	Дом престарелых и инвалидов в пос. Молочное (Вологодская обл.)	1	Эвакуировано 30 человек
9	26.04.2013	Психиатрическая больница в пос. Раменский Дмитровского района (Московская обл.)	38	Троим удалось спастись
	13.09.2013	Мужское отделение психоневрологического интерната "Оксочи" в Маловишерском районе (Новгородская обл.)	37	Погибшие — пациенты и санитарка, спасшая 23 человека из 59 пациентов.
10	27.04.2014	Здание частного реабилитационного центра для наркозависимых в Косихинском районе (Алтайский край)	8	—
11	31.05.2015	Клиника Эль-Камышлы (северо-восток Сирии)	25	Большинство пострадавших — дети
	13.12.2015	Воронежский психоневрологический диспансер в селе Алферовка Новохоперского района (Воронежская обл.)	23	Двое погибли при пожаре, остальные — после госпитализации
	24.12.2015	Больница в г. Джизан (Саудовская Аравия)	25	Несколько медсестер разбились, прыгнув с 4 этажа



Таблица 2

Примеры последствий пожаров в кафе, клубах и ресторанах в России и за рубежом

№ п/п	Дата	Наименование заведения и место происшествия	Число погибших в результате пожара	Примечание
1	01.01.2001	Кафе в г. Волендам (Нидерланды)	13	Еще 180 человек пострадали
2	20.07.2002	Дискотека Utopia в г. Лима (Перу)	14	Возгорание началось в ходе выступления жонглера с горящими булавами
	01.12.2002	Клуб GoaJiga в г. Каракас (Венесуэла)	50	Официально сообщено, что люди задохнулись в дыму
3	20.02.2003	Ночной клуб "Station" в Вест-Уорвике, штат Род-Айленд (США)	96	Еще 200 человек пострадали. Причиной пожара стало пиротехническое шоу во время концерта
4	30.12.2004	Ночной клуб "Кроманьон" в г. Буэнос-Айрес (Аргентина)	192	Еще более 1000 человек пострадали. Причиной пожара считается петарда, попавшая в покрытой пеной потолок клуба. Официально сообщено, что большинство жертв погибло от отравления высокотоксичным дымом
5	13.01.2006	Ресторан "Коко Натс" на ул. Мясницкая (г. Москва)	1	Еще двое были госпитализированы.
	08.05.2006	Ночной клуб Route 999 курорта Паттайя (Таиланд)	8	Еще 54 человека пострадали
	26.11.2006	Ночной клуб на Таганской площади (г. Москва)	2	Еще двое пострадали
	27.11.2006	Ночной клуб в г. Санто-Доминго (Доминиканская Республика)	9	Официально сообщено, что люди погибли от отравления угарным газом
6	25.03.2007	Ночной клуб "911" в здании театра "Ленком" (г. Москва)	10	Еще 8 человек пострадали. Причиной пожара стало "огненное шоу" с использованием легковоспламеняющейся жидкости на основе спирта
	14.11.2007	Караоке-бар в провинции Хэбей (Китай)	11	—
7	19.04.2008	Ночной клуб Factory в г. Кито (Эквадор)	15	Еще 35 человек пострадали. Причина пожара — фейерверки
	21.09.2008	Клуб Wuwang г. Шэньчжэнь провинции Гуандун (Китай)	43	При использовании пиротехники произошло воспламенение потолка. Во время пожара погас свет, окна клуба были заграждены, был доступен только основной выход. В клубе находилось 308 человек. Большинство жертв погибло в давке
	28.11.2008	Клуб "Stein" в районе Кузьминок (г. Москва)	3	Еще 4 человека пострадали
8	01.01.2009	Ночной клуб "Santica" в г. Бангкок (Таиланд)	61	Более 100 человек пострадали в давке
	15.11.2009	Диско-бар в г. Набережные Челны (Республика Татарстан)	2	Еще 27 человек пострадали. Огонь был потушен через 20 мин. Площадь пожара составила всего 10 м ²
	05.12.2009	Клуб "Хромая лошадь" (г. Пермь)	156	Пожар был вызван применением пиротехники из так называемого холодного огня. Возгоранию способствовали низкий потолок, имевшийся над ним декор из ивовых прутьев и холста, а также пенопласт и пластиковая отделка стен. Горящая пластмасса начала выделять высокотоксичный дым, содержащий циановодород
9	09.03.2010	Ночной клуб "Опера" (г. Москва)	1	Выгорело 1,2 тыс. м ² площади
10	30.01.2011	Пивной паб "Леприкон" (г. Казань)	4	Пожар возник в цокольном этаже трехэтажного здания
11	19.02.2012	Ресторан в населенном пункте Горки-25 Дмитровского района (Московская обл.)	9	Причина пожара — взрыв двух газовых баллонов
12	27.01.2013	Ночной клуб Kiss в г. Санта-Мария (Бразилия)	241	Причина возгорания — использование музыкантами пиротехники, от которой загорелся потолок заведения, а именно, звукоизоляционная полиуретановая пена. Пена возгоралась очень быстро и выделяла газ
13	31.10.2015	Ночной клуб Colectiv в г. Бухарест (Румыния)	27	Причина возгорания — запуск фейерверка во время выступления хэви-метал группы Geodbye to Gravit с композицией "День, в котором мы умрем". Официально сообщено, что более 140 человек госпитализированы по причине ожогов и отравления угарным газом

при горении синтетических ковровых покрытий и облицовочных полимерных и лакокрасочных материалов.

В гостинице "Ленинград" в результате пожара погибли девять пожарных и семь постояльцев гостиницы. Пластиковая отделка внутри гостиницы способствовала распространению огня и выделяла при горении высокотоксичные вещества.

К сожалению, фильтрующих самоспасателей для эвакуации населения в 1977 г. еще не было и в 1991 г. они практически были не известны.

Сегодняшние представления о требованиях к фильтрующим самоспасателям для защиты населения при эвакуации во время пожара основаны на анализе исследований, проведенных ближе к концу прошлого столетия, итогом которых считается, что основными так называемыми пожарными газами являются монооксид углерода, циановодород, хлористый водород и акролеин [4]. По мнению автора, обеспечение защиты от данных газов является безусловным требованием. Тем более что аналогичные требования отражены в государственных стандартах Российской Федерации [6] и Республики Беларусь [7].

Но при этом следует признать, что в XXI веке имеет место быстрое развитие, расширение ассортимента, распространение и применение полимерных материалов в строительстве и отделке зданий и сооружений. Рассмотрим некоторые из таких полимерных материалов по данным различных источников.

1) Поливинилхлорид ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$). При горении данный материал способен выделять хлористый водород (HCl) и ОВ фосген (COCl_2). Также при горении поливинилхлорида образуются диоксины ($\text{C}_n\text{H}_n\text{Cl}_n\text{O}_2$).

2) Полиуретан ($-\text{OCNH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCOO}(\text{CH}_2)_4\text{O}-$) $_n$. Особенно горюч в виде полиуретановой пены, в том числе мягкой пены — поролон. При горении образует, как минимум, монооксид углерода (CO), ОВ циановодород (HCN) и высокотоксичные изоцианаты. Например, диизоцианат толуола ($\text{CONCH}_3(\text{CH}_2)_6\text{NCO}$) и метилизоцианат (CH_3NCO). Токсичность последнего подчеркивает известная авария 03.12.1984 г. в г. Бхопал (Индия) на заводе Union Carbide, в результате которой произошла утечка 42 т метилизоцианата, повлекшая смерть, как минимум 3000 человек сразу и 15 000 человек в последующие годы.

3) Полистирол (C_8H_8) $_n$ — в вспененном виде — утеплитель пенопласт (пенополистирол). Сведения о продуктах горения полистирола противоречивы, но однозначно при горении полистирола выделяется ядовитый газ стирол (C_8H_8), а также бензол (C_6H_6), этилбензол (C_8H_{10}), толуол (C_7H_8) и монооксид углерода (CO).

4) Известно также, что материалы на основе карбамидных, фенолформальдегидных и эпоксидных смол, поливинилацетатные покрытия выделяют при горении формальдегид (CH_2O).

Расчет количества выделяющихся токсичных газов требует знания химического состава и концентраций компонентов, образующихся в процессе газификации твердых и жидких горючих веществ. В настоящее время проблема этого расчета не решена ни с теоретической, ни с экспериментальной точки зрения из-за сложности физико-химических условий протекания процесса газификации. Трудность расчета заключается в многофакторности и нелинейности задачи. Реальный пожар как неконтролируемое горение является сложным, до конца не изученным, существенно нестационарным и трехмерным теплофизическим процессом, сопровождающимся изменением химического состава и параметров газовой среды помещения. О сложности решения такой задачи также свидетельствует тот факт, что математическое моделирование турбулентного теплообмена в сложных термогазодинамических условиях вместе с другими задачами нелинейной физики входит в список тридцати особо важных и интересных проблем физики на ближайшие годы, составленный Российской академией наук [8].

По мнению автора, исследования в области определения состава современных пожарных газов и характера их воздействия на организм, а также исследования в области материалов и способов образования современных пожарных газов, организованы в недостаточно высокой степени. В связи с этим необходимо рассмотреть дополнительные требования к фильтрующим самоспасателям по защите от фосгена, диоксинов, изоцианатов, стирола и формальдегида, не исключая защиту от монооксида углерода, циановодорода, хлористого водорода и акролеина.

Относительно монооксида углерода существует точка зрения, что он наиболее часто появляется в смертельной концентрации при пожаре [4]. Существует другая точка зрения, которая заключается в том, что опасность, представляемая монооксидом углерода на пожаре, преувеличена. Экспериментальные и теоретические результаты показывают, что массовые концентрации монооксида углерода не достигают предельно допустимых значений за время эвакуации. Поэтому использование фильтрующих самоспасателей без дополнительной защиты от монооксида углерода может быть эффективным для спасения жизни и здоровья людей на пожарах [8].

По мнению автора, так как при пожаре имеет место быть монооксид углерода, то от него



должны быть средства защиты. При этом защиту должен обеспечить фильтрующий самоспасатель в соответствии с существующими государственными нормативами [6, 7]. Можно утверждать, что уровень сегодняшней сорбционной и противогазовой техники позволяет проектировать и массово производить фильтрующие самоспасатели, удовлетворяющие как существующим требованиям, включая защиту от монооксида углерода, так и предлагаемому дополнительному требованию по защите от современных пожаров и газов.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что в современных условиях пожар как источник ОВ и высокотоксичных газов является вероятным противником, а современные пожарные газы — основной угрозой населению в мирное время. Ведь в действительности вероятность поражения ОВ в результате пожара гораздо выше, чем вероятность поражения ОВ в результате военных действий или опасностей, возникающих вследствие военных действий. Причем население подвергается данным угрозам постоянно и повсеместно. Поэтому обеспечение населения фильтрующими самоспасателями крайне необходимо. В этом особое предназначение фильтрующих самоспасателей в защите населения дополнительно к обеспечению защиты населения гражданскими противогазами (см. раздел 1 настоящей статьи). По мнению автора, фильтрующими самоспасателями должны оснащаться не склады длительного хранения, а здания и сооружения в первую очередь с массовым пребыванием людей, и это должно носить не рекомендательный, а обязательный характер.

В связи с этим предлагается создать государственный документ обязательного характера, нормирующий правила по пожарной безопасности и безопасности при ЧС и устанавливающий требования безопасности в части оснащения строящихся, сданных в эксплуатацию и реконструируемых зданий и сооружений фильтрующими самоспасателями и применения их при пожаре и других ЧС.

В документе установить правила по размещению и применению фильтрующих самоспасателей в зданиях и сооружениях в соответствии с классификацией по функциональной пожарной опасности технического регламента [9] в количестве, соответствующем проектной вместимости перечисленных ниже зданий и сооружений.

Ф1. Здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений):

— **Ф1.1.** Здания специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций интернатного типа и детских организаций;

— **Ф1.2.** Гостиницы, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов.

Ф2. Здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений (для основных помещений в этих зданиях характерно массовое пребывание посетителей в определенные периоды времени):

— **Ф2.1.** Клубы, концертные залы, театры, кинотеатры, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

— **Ф2.2.** Танцевальные залы (в том числе дискотеки), музеи, выставки, другие подобные учреждения в закрытых помещениях.

Ф3. Здания организаций общественного питания (в том числе кафе и рестораны).

Ф4. Здания органов управления, образовательных организаций, научных и проектных организаций (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния):

— **Ф4.1.** Здания общеобразовательных организаций, организаций дополнительного образования детей, профессиональных образовательных организаций;

— **Ф4.2.** Здания общеобразовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования (повышения квалификации);

— **Ф4.3.** Здания органов управления, проектно-конструкторских организаций, информационных и редакционно-издательских организаций, научно-исследовательских организаций, банков, контор, офисов.

— **Ф5.4.** Административные и бытовые здания организаций.

В предлагаемом документе следует предусмотреть следующее.

— Комплекс защиты людей в зданиях и сооружениях для постоянного проживания и круглосуточного (или временного) пребывания людей должен включать:

обеспечение фильтрующими самоспасателями всех проживающих и пребывающих в зданиях и сооружениях;

обеспечение фильтрующими самоспасателями обслуживающего персонала и персонала, ответственного за оповещение, организацию эвакуации людей во время пожара и/или других ЧС, а также

других лиц, задействованных в реализации плана эвакуации людей из зданий и сооружений при пожаре и/или других ЧС.

— В зданиях и сооружениях для постоянного проживания и круглосуточного (или временного) пребывания людей должно допускаться индивидуальное размещение фильтрующих самоспасателей в непосредственных местах постоянного проживания и круглосуточного (или временного) пребывания.

Для людей, которые не могут самостоятельно покинуть помещение, здание и сооружение во время пожара и/или других ЧС, размещение фильтрующих самоспасателей должно устанавливаться индивидуально и только в непосредственных местах постоянного проживания и круглосуточного (или временного) пребывания людей.

— В зданиях классов Ф4.3 и Ф5.4 размещение фильтрующих самоспасателей может быть индивидуальным непосредственно на рабочих местах людей.

— Обслуживающий персонал и персонал, ответственный за оповещение, организацию эвакуации людей во время пожара и/или других ЧС, а также другие лица, задействованные в реализации плана эвакуации людей из зданий и сооружений при пожаре и/или других ЧС, должны обеспечиваться фильтрующими самоспасателями в количестве, соответствующем расчетному числу указанных категорий людей, обеспечивающих эвакуацию.

— Места группового и индивидуального размещения фильтрующих самоспасателей должны обозначаться соответствующим знаком и указываться на поэтапных планах эвакуации людей из зданий и сооружений.

В предложениях по обеспечению населения фильтрующими самоспасателями намеренно обозначена область их применения не только при пожаре, но и при других ЧС. По мнению автора, требования к фильтрующим самоспасателям, обуславливающие их применение и при пожаре, и при других ЧС, должны быть объединены. Пути решения этого вопроса рассмотрены в следующем разделе.

3. Пути объединения требований к фильтрующим самоспасателям, применяемым при пожаре и других ЧС

На сегодняшний день действует несколько стандартов на фильтрующие самоспасатели для защиты населения.

1) Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53261—2009 [6]. Распространяется на самоспасатели фильтрующие для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения людей

от токсичных продуктов горения при эвакуации из помещений во время пожара [6]. Данный стандарт является нормативным документом по пожарной безопасности в ранге подзаконного акта к национальному техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности [9]. Разработчик стандарта — МЧС России.

2) Национальный стандарт Республики Беларусь СТБ 11.14.05—2010 [7]. Разработчик — МЧС Республики Беларусь. Имеет аналогичные область предназначения и требования с российским стандартом [6]. Входит в Перечень стандартов, предназначенных для подтверждения требований технического регламента Таможенного союза "О безопасности средств индивидуальной защиты" ТР ТС 019/2011 [10], т. е. белорусский стандарт [7] применяется и в России.

Сложившаяся практика в России такова, что выпуск фильтрующих самоспасателей для защиты населения во время эвакуации при пожаре должен подтверждаться соответствием требований к техническому регламенту [9, 10] и стандартам [6, 7].

3) Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 22.9.09—2014 [2]. Распространяется на самоспасатели фильтрующие, предназначенные для защиты органов дыхания, глаз и лица человека в возрасте не менее 12 лет от паров (газов) и аэрозолей АХОВИД, а также радиоактивной пыли. Самоспасатель является малогабаритным средством защиты органов дыхания. Основное предназначение самоспасателя — обеспечение снижения риска поражения человека при внезапном попадании под воздействие токсичных химических веществ [2]. Разработчик — МЧС России. Данный стандарт вошел в проект Перечня стандартов, предназначенных для подтверждения требований разрабатываемого МЧС России технического регламента Евразийского экономического союза (ЕАЭС) "О безопасности продукции для защиты населения при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера", т. е. российский стандарт [2] будет применяться во всех странах ЕАЭС.

ГОСТ Р 22.9.09—2014 [2] не распространяется на пожарные СИЗОД, а соответствующие его требованиям самоспасатели не защищают от монооксида углерода и защищают от аммиака, ацетонитрила, акрилонитрила, фтористого водорода, циановодорода, диметиламина, диоксида серы, сероводорода, формальдегида, фосгена, хлора, хлорпикрина, циклогексана и диметилового эфира.

А теперь предлагаем задуматься над логичностью данной ситуации с точки зрения населения. Неужели население следует обеспечивать двумя самоспасателями: один для применения при пожарах, другой — при других ЧС? А в момент



**Предложения по внесению изменений в действующий технический регламент ТР ТС 019/2011 [10]
по объединению требований к фильтрующим самоспасателям для защиты населения**

Существующая редакция	Предлагаемая редакция
15) В отношении фильтрующих самоспасателей, используемых при пожарах, кроме требований, предусмотренных подпунктом 14 настоящего пункта, должно применяться требование об обеспечении в течение не менее 30 минут защиты органов дыхания, глаз и кожных покровов головы человека от продуктов горения — аэрозолей (дымов), паров и газов органических, неорганических кислот, неорганических основных веществ, а также от монооксида углерода при превышении предельно допустимого содержания токсичного вещества. Уровень предельно допустимого содержания в отношении каждого вещества устанавливается в нормативных документах по пожарной безопасности стран — участников Таможенного союза	15) В отношении фильтрующих самоспасателей, используемых при пожарах и других ЧС , кроме требований, предусмотренных подпунктом 14 настоящего пункта, должно применяться требование об обеспечении в течение не менее 30 минут защиты органов дыхания, глаз и кожных покровов головы человека от продуктов горения и других токсичных веществ — аэрозолей (дымов, радиоактивной пыли), паров и газов органических, неорганических кислот, неорганических основных веществ, а также от монооксида углерода при превышении предельно допустимого содержания токсичного вещества. Уровень предельно допустимого содержания в отношении каждого вещества устанавливается в нормативных документах по безопасности при ЧС, включая пожарную безопасность , стран — участников Таможенного союза

пожара или другой ЧС человек вначале должен подумать, к какому стандарту ближе данная ситуация, а потом выбрать самоспасатель? Но каким образом население может об этом догадаться? Ведь согласно тому же стандарту [2] воздействие токсичных веществ внезапное! То же самое и при пожаре.

Население не должно задумываться над этими вопросами в экстренной ситуации и как можно быстрее применить самоспасатель. Специалисты убеждены, что не должно быть деления на пожар и другие ЧС, так как пожар — это тоже ЧС. Поэтому самоспасатель для защиты населения должен быть у человека один и защищать при любой ЧС.

В связи с этим предлагается объединить вышперечисленные требования стандартов к фильтрующим самоспасателям. А именно:

1. Внести изменения в действующий технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 [10], п. 4.4 подпункт 15 — см. табл. 3.

Таким образом, изготовители должны будут выпускать фильтрующие самоспасатели, способные защитить население при любых ЧС.

2. В развитие будущих требований технического регламента ТР ТС 019/2011 на основе требований стандартов [2, 6, 7] разработать единый межгосударственный стандарт ЕАЭС на фильтрующие самоспасатели для защиты населения при ЧС, включая пожар. Причем в данном стандарте необходимо учесть рассмотрение дополнительных требований к фильтрующим самоспасателям по защите от современных пожарных газов: фосгена, диоксинов, изоцианатов, стирола и формальдегида, предложенное в разделе 2 настоящей статьи.

При этом можно утверждать, что уровень современной сорбционной и противогазовой техники позволяет проектировать и массово производить фильтрующие самоспасатели, удовлетворяющие

как существующим требованиям, включая защиту от монооксида углерода, и предлагаемыми дополнительными требованиями по защите от современных пожарных газов, так и требованиям по защите при других ЧС.

3. При создании предлагаемого в разделе 2 настоящей статьи государственного документа обязательного характера по установлению требований безопасности в части оснащения строящихся, сданных в эксплуатацию и реконструируемых зданий и сооружений фильтрующими самоспасателями регламентировать их применение и при пожаре, и при других ЧС.

Список литературы

1. **ГОСТ Р 22.9.19—2014** Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства индивидуальной защиты органов дыхания в чрезвычайных ситуациях. Противогазы гражданские фильтрующие. Общие технические требования.
2. **ГОСТ Р 22.9.09—2014** Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства индивидуальной защиты органов дыхания в чрезвычайных ситуациях. Самоспасатели фильтрующие. Общие технические требования.
3. **Романов Ю. А., Стариков В. П., Лянг А. В.** Средство спасения для эвакуации в условиях пожаров и техногенных аварий // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию пожарной службы Республики Беларусь (Минск, 23—25 июля 2003 г): "Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация" / НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь. — 2003. — часть 2. — Минск: Издательский центр БГУ. — С. 88, 89.
4. **Лянг А. В.** Применение самоспасателей при возникновении пожаров в зданиях // Пожарная безопасность зданий и сооружений —2008: Материалы научно-практической конференции. — М.: Изд. НИИ ВДПО ОПБ, 2008. — С. 56—63.
5. **Процкий В. Ю.** Повышение безопасности людей при пожарах в зданиях с применением самоспасателей. Дис. ... канд. техн. наук. Код 05.26.03. Московский государственный строительный университет. — М., 2005. — 139 с.
6. **ГОСТ Р 53261—2009** Техника пожарная. Самоспасатели фильтрующие для защиты людей от токсичных продуктов

- горения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний.
- СТБ 11.14.05—2010** Система стандартов пожарной безопасности. Самоспасатели фильтрующие для защиты органов дыхания. Общие технические требования и методы испытаний.
 - Смагин А. В.** Моделирование выделения и распространения токсичных газов при пожарах в зданиях и сооружениях для обоснования их объемно-планировочных решений с целью обеспечения безопасной эвакуации

- людей. Дис. ... канд. техн. наук. Код 05.26.03. Академия государственной противопожарной службы МЧС России. — М., 2008. — 268 с.
- Федеральный закон РФ № 123-ФЗ** от 22.07.2008 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 3 июля 2016 года)".
 - Технический регламент** Таможенного союза "О безопасности средств индивидуальной защиты" ТР ТС 019/2011 / Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 878.

A. V. Lyang, Head of Department, e-mail: avl@sorbent.su, JSC "Sorbent", Perm'

Proposals for Developing Individual Protection of Population in Modern Conditions

In this article the points of view of specialists in the sphere of filtering RPDs on protection of population with filtering RPDs (civil gas masks and filtering escape hoods) are set forth.

It is argued in favor of the fact that civil gas masks cannot be in principle replaced by filtering gas masks in warehouses for long-time storage.

It is statistically shown within the framework of suggestions concerning the supply of filtering escape hoods in present situation, that the fires with mass death of people in different establishments and institutions take place regularly and ubiquitously mostly because of intoxication by the products of combustion.

Information about main materials and excreting poisonous and highly toxic substances in case of ignition is analyzed. The necessity of reviewing additional requirements to filtering escape hoods for protection from phosgene, dioxins, isocyanates, styrene and formaldehyde is emphasized.

Particular proposals are given:

1. Regarding obligatory equipping with filtering escape hoods of buildings and premises with mass stay of people by classes of functional fire danger of buildings and premises with the aim to protect people.

2. Regarding combining requirements to filtering escape hoods for protection of people at fires and for protection of people in other emergencies.

Keywords: *filtering RPDs (respiratory protective devices), civil gas mask, filtering respiratory protective device for escape, emergency, fire, toxic substances, to provide protection of population, equipment of buildings and structures*

References

- GOST R 22.9.19—2014** Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Sredstva individual'noj zashhity organov dyhanija v chrezvychajnyh situacijah. Protivogazy grazhdanske fil'trujushhie. Obshhie tehniczeskie trebovanija.
- GOST R 22.9.09—2014** Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Sredstva individual'noj zashhity organov dyhanija v chrezvychajnyh situacijah. Samospasateli fil'trujushhie. Obshhie tehniczeskie trebovanija.
- Romanov Ju. A., Starikov V. P., Ljang A. V.** Sredstvo spasenija dlja jevakuacii v uslovijah pozharov i tehnogennyh avarij. *Tezisy dokladov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 150-letiju pozharnoj sluzhby Respubliki Belarus' (Minsk, 23—25.07.2003): "Chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidacija"*. NII pozharnoj bezopasnosti i problem chrezvychajnyh situacij MChS Respubliki Belarus'. 2003. Chast' 2. Minsk: Izdatel'skij centr BGU. P. 88, 89.
- Ljang A. V.** Primenenie samospasatelej pri vozniknovenii pozharov v zdaniyah. *Pozharnaja bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij — 2008: Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii*. Moscow: Izd. NII VDPO OPB, 2008. P. 56—63.
- Prockij V. Ju.** Povyshenie bezopasnosti ljudej pri pozharah v zdaniyah primeneniem samospasatelej. Dis. ... kand. techn.

- nauk. Kod 05.26.03. Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet. Moscow, 2005. 139 p.
- GOST R 53261—2009** Tehnika pozharnaja. Samospasateli fil'trujushhie dlja zashhity ljudej ot toksichnyh produktov gorenija pri jevakuacii iz zadymlyennyh pomeshhenij vo vremja pozhara. Obshhie tehniczeskie trebovanija. Metody ispytanij.
 - СТБ 11.14.05—2010** Sistema standartov pozharnoj bezopasnosti. Samospasateli fil'trujushhie dlja zashhity organov dyhanija. Obshhie tehniczeskie trebovanija i metody ispytanij.
 - Smagin A. V.** Modelirovanie vydelenija i rasprostranenija toksichnyh gazov pri pozharah v zdaniyah i sooruzhenijah dlja obosnovanija ih objemno-planirovochnykh reshenij s cel'ju obespechenija bezopasnoj jevakuacii ljudej. Dis. ... kand. techn. nauk. Kod 05.26.03. Akademija gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii. Moscow, 2008. 268 p.
 - Federal'nyj zakon RF** No. 123-FZ ot 22.07.2008 "Tehniczeskij reglament o trebovanijah pozharnoj bezopasnosti (s izmenenijami na 3.07.2016)".
 - Tehniczeskij reglament** Tamozhennogo sojuza "O bezopasnosti sredstv individual'noj zashhity" TR TS 019/2011. Uтвержден Решением Комиссии Тамозhennogo sojuza ot 09.12.2011 No. 878.



УДК 616.022.8 (075.8)

Р. В. Гарипова, д-р мед. наук, доц., e-mail: railyagaripova@mail.ru,
Казанский государственный медицинский университет

Профилактика латексной аллергии у медицинских работников

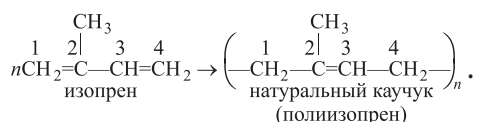
Рассмотрена проблема латексной аллергии у медицинских работников. Показано, что работа в латексных перчатках приводит к формированию различных аллергических реакций из-за присутствия в них белка, наиболее высокое содержание которого отмечено в опудренных, меньшее — в неопудренных перчатках, проходящих дополнительное очищение и обработку. Указано, что главным в лечении латексной аллергии является исключение контакта с латексодержащими изделиями. Выявлено, что использование неопудренных безлатексных перчаток приводит к резкому снижению частоты аллергических реакций на латекс среди медицинского персонала.

Ключевые слова: медицинские работники, аллергия на латекс, факторы риска, диагностика, профилактика

Введение. Латексная аллергия (ЛА) — это реакция гиперчувствительности, вызванная сенсибилизацией к латексу. Группами повышенного риска развития латексной аллергии являются медицинские работники (МР), лица, занятые в производстве каучуковых изделий, пациенты с врожденной аномалией, с частыми оперативными вмешательствами в анамнезе [1]. По зарубежным данным в 1995 г. расходы на компенсационные выплаты при каждом случае латексной аллергии в США составили 220 000 долларов [2]. Симптомы ЛА зависят от путей поступления чужеродных антигенов: у МР чаще развиваются крапивница при ношении латексных перчаток или конъюнктивит, ринит, бронхиальная астма при ингаляционном поступлении аллергенов, адсорбированных пылью, которой покрывают перчатки [3].

Состав натурального латекса. Латекс натуральный (от лат. latex — жидкость, сок) — природный каучук, получаемый из млечного сока каучуконосных растений. Из них наиболее важное — гевея бразильская (*Hevea brasiliensis* — род *Euphorbiales*, семейство *Euphorbiaceae*), дающая до 99 % мирового производства каучука. Натуральный латекс, представляющий собой водную эмульсию каучука, содержит 34...37 % каучука, 52...60 % воды, а также 2...3 % белка и 1 % смол, углеводов и минеральных веществ.

Натуральный (природный) каучук представляет собой высокомолекулярный неперелетный углеводород — полимер изопрена, молекулы которого содержат большое количество двойных связей:



Состав полимера изопрена может быть выражен формулой $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$ ($n = 1000...3000$).

Установлено, что этот полимер состоит из повторяющихся звеньев 1,4-*цис*-изопрена и имеет стереорегулярное строение. Данный полимер окружен коллоидной субстанцией — цитозолом, состоящей из белковой массы, фосфолипидов, минеральных компонентов. Таким образом, основу латекса составляет углеводород изопрен и коллоидное вещество (цитозол), содержащее в большом количестве латексные белки, фосфолипиды, карбогидраты и минеральные компоненты. Концентрация белка в экстрактах перчаток может достигать 3...337 мкг/г. Белок, содержащийся в латексе, приводит к формированию различных аллергических реакций. Содержание белка в латексных перчатках зависит от производителя. Наиболее высокое содержание белка отмечено в опудренных, меньшее — в неопудренных перчатках, проходящих дополнительное очищение и обработку. Этот процесс сопровождается денатурацией белка и уменьшением его содержания в изделии [4].

Для придания резиновым изделиям прочности и эластичности используют различные химические вещества: ускорители, активаторы, антиоксиданты, вулканизирующие агенты, укрепляющие агенты, наполнители, пигменты, пенообразователи. Перечисленные соединения также способны вызывать аллергические реакции.

В таблице перечислены химические соединения, которые чаще всего приводят к развитию контактного дерматита.

Когда в 1993 г. был определен первый аллерген латекса — фактор элонгации резины (rubber elongation factor, Hev b1), некоторые ученые считали, что проблему латексной аллергии можно

Соединения, вызывающие развитие контактного дерматита

Химическое соединение	Химическая формула
Бензотиазолы (Benzothiazoles) 2-меркаптобензотиазол (2-Mercaptobenzothiazole) N-циклогексил-2-бензотиазолсульфенамид (N-cyclohexyl-2-benzothiazolesulfenamide) Дибензотиазилдисульфид (Dibenzothiazylsulfide) Морфолинилмеркаптобензотиазол (Morpholinylmercaptobenzothiazole)	$C_7H_5NS_2$ $C_{13}H_{16}N_2S_2$ $C_{14}H_8N_2S_4$ $C_{11}H_{12}N_2S_{20}$
Углеродсодержащие химические вещества (Carb chemicals) Дитиокарбаматы (Dithiocarbamates) Цинка диэтилдитиокарбамат (Zincdiethyldithiocarbamate) Цинка дибутилдитиокарбамат (Zincdibutyldithiocarbamate) Дифенилгуанидин (Diphenylguanidine)	$C_{10}H_{20}N_2S_4Zn$ $C_{18}H_{36}N_2S_4Zn$ $C_{13}H_{13}N_3$
Тиурамы Тетраметилтиураммоносульфид (Tetramethylthiurammonosulfide) Тетраметилтиурамдисульфид (Tetramethylthiuramdisulfide) Тетраэтилтиурамдисульфид (Tetraethylthiuramdisulfide) Дипентаметиленетиурамдисульфид (Dipentamethylenethiuramdisulfide)	$C_6H_{12}N_2S_3$ $C_{16}H_{12}N_2S_4$ $C_{10}H_{20}N_2S_4$ $(C_5H_{10}NCS_3)_2$
Гексаметилентетрамин (Hexamethylenetetramine)	$(CH_2)_6N_4$

быстро решить. Однако 20 февраля 2006 г. Всемирная Организация Здравоохранения и Международный союз иммунологических обществ утвердили список из 13 латексных аллергенов или гевинов. Nev b1, Nev b2, Nev b3, Nev b5, Nev b6.01 и Nev b6.02 относятся к главным аллергенам, роль Nev b7, Nev b13 обсуждается [5].

В настоящее время насчитывается более 4000 медицинских изделий и более 40 000 наименований товаров широкого потребления, изготовленных из содержащих латекс полимерных материалов. Готовые резиновые изделия с целью предохранения их от повреждения обрабатывают пудрой, в качестве которой часто используют кукурузный крахмал. Типичная пара хирургических перчаток может нести на себе 700 мг кукурузного крахмала. Частицы крахмала способны абсорбировать на себе латексные аллергены (ЛАГ), увеличивая аллергенность перчаток [6]. Кроме того, адсорбированные пудрой ЛАГ при встряхивании перчаток до и после их использования могут приобрести свойства аэроаллергена, став причиной респираторной ЛА.

Проявления латексной аллергии. По данным зарубежных исследователей, латексная аллергия встречается у 1...12 % населения, среди медицинских работников различных лечебных учреждений частота составляет 2,5...37,8 %. Увеличение количества случаев ЛА зарегистрировано в конце 80-х годов прошлого века. Это было связано с тем, что в 1987 г. для профилактики заражения медицинских работников через кровь вирусами иммунодефицита человека и гепатита В международные центры по контролю и профилактике утвердили инструкции по использованию хирургических перчаток [7].

Для многих тропических фруктов описаны перекрестные реакции к белкам натурального латекса. Перекрестные антитела обнаруживают у двух третей всех пациентов с сенсибилизацией к латексу. Перекрестные аллергические реакции могут возникать не только на продукты питания, но и на пыльцу некоторых растений, например, каштана, одуванчика, золотарника. В литературе данный феномен получил название "фруктово-латексный синдром".

Контактный дерматит от раздражения — наиболее частая реакция (до 80 % случаев) на содержащие латекс продукты. Этот тип реакций может провоцировать как подсушивающее действие кукурузного крахмала, которым покрывают перчатки, так и влияние других химических веществ, используемых в производстве перчаток.

Аллергические реакции регистрируются не только у МР, но и у пациентов при различных медицинских процедурах (гинекологическом осмотре, посещении стоматолога, оперативных вмешательствах и др.).

При диагностике ЛА используются специфические методы диагностики, заключающиеся в проведении кожных, провокационных, лабораторных тестов с аллергенами *in vivo* и *in vitro* [8]. К диагностическим тестам *in vivo* относят кожное тестирование — нанесение предполагаемого аллергена на кожу, в частности, особое значение имеет аппликационный ("перчаточный") тест, заключающийся в контрольном ношении латексных перчаток в течение 1 ч и более до появления симптомов раздражения на коже, местных и системных аллергических реакций. Помимо этого теста используют метод накожной аппликации (патч-тест) на предплечье площадью 1 см² лоскута латексной перчатки.



Профилактика латексной аллергии. Большую роль в профилактике ЛА у МР играет использование в работе неопудренных безлатексных перчаток [9]. В настоящее время налажен выпуск медицинских перчаток из альтернативных материалов: винила, нитрила, неопрена.

Главная функция перчаток состоит в том, чтобы обеспечивать двустороннюю защиту от бактериальных агентов, как для медицинских работников, так и для их пациентов. Проводились многочисленные исследования долговечности и прочности этого барьера. Эксплуатационные показатели хирургических перчаток из натурального каучукового латекса (НКЛ) и нелатексных хирургических перчаток сравнивались в ходе проведения испытаний на модели. Нелатексные неопреновые и нитриловые перчатки не уступали латексным по свойствам, поэтому было предложено использовать их в качестве хорошей альтернативы перчаткам из НКЛ для больных и медицинских работников, подверженных возникновению аллергии; также выяснилось, что у изопрена эти показатели хуже, чем у латекса и нелатексных материалов. При проведении испытаний на истирание перчатки из НКЛ показали лучшие результаты, чем виниловые, но нитриловые и неопреновые изделия оказались прочнее. Результаты испытаний изделий из НКЛ на протекание и проникновение вируса, которые были проведены после 10 месяцев хранения при температуре 40 °С, были аналогичными нитриловым и неопреновым перчаткам.

Стерильные перчатки из других нелатексных материалов не всегда могут конкурировать с латексными, отличающимися большей эластичностью и удобством при выполнении тонких хирургических и технических манипуляций. Нитриловые перчатки по своим эластическим свойствам во многом уступают латексным: неплотно облегают кисти рук, неудобны для выполнения тонких хирургических и технических операций. Неопреновые перчатки более устойчивы к проколам и рекомендованы для диагностических и лечебных процедур у ВИЧ-инфицированных пациентов.

Виниловые перчатки не вызывают аллергических реакций, но являются менее прочными, чем латексные, по отношению к проколам и проникновению вирусов СПИДа и гепатитов В и С. Тем не менее их до сих пор используют там, где нет непосредственного контакта с кровью. По данным исследований, при работе в виниловых перчатках заметное клиническое улучшение отметили 41,2 % МР, имеющих кожные проявления, сопровождающиеся повышенным содержанием специфического иммуноглобулина Е к латексу [10].

Однако медицинские и другие изделия, не содержащие латекс, часто недоступны из-за

дороговизны и недостаточного количества выпускаемой продукции. В последние годы при изготовлении латексных перчаток применяют технологии, способствующие превращению высокоаллергенных латексных белков в слабоаллергенные. Упаковки с такими латексными перчатками помечают надписью "гипоаллергенные", однако медицинским работникам, у которых уже развилась ЛА, они могут быть также противопоказаны. Маркировка термина "гипоаллергенный" на этикетках изделий подчас не соответствует действительности, а отражает лишь более высокую степень очистки резины. Последняя редакция Европейского стандарта по перчаткам EN 455 (часть 3) и стандарт FDA запрещают использование этого термина в связи с тем, что тесты проводят только на определение остаточных химических веществ, но они не могут точно установить наличие или отсутствие натуральных латексных протеинов, которые и создают опасность аллергических реакций.

Большое значение в профилактике ЛА имеет маркировка медицинских предметов, которые содержат или не содержат латекс: "Latex free" (безлатексные) и "Caution: this product contains natural rubber latex which may cause allergic reaction" (Предупреждение: это изделие содержит натуральный латекс, который может вызвать аллергические реакции).

Для оптимизации проведения мероприятий по первичной профилактике ЛА у МР рекомендуют определять предельно допустимую концентрацию латексных аллергенов на рабочих местах. Лицам с ЛА следует также пользоваться перчатками без тальковой и маисовой присыпок или перчатками, имеющими внутреннее полиуретановое покрытие, служащее барьером между кожей и латексной пленкой. Основные принципы профилактики ЛА изложены еще в 1993 г. Целевой группой по изучению ЛА Американской академии аллергологии и иммунологии.

Прекращение контакта с латексными изделиями — основа этиологического лечения. Учитывая особенности ЛА, заключающиеся в нарастании симптомов и прогрессировании болезни в условиях продолжающегося воздействия латексного аллергена, актуален вопрос о рациональном трудоустройстве, исключая работу в латексных перчатках медицинских работников.

При ЛА рекомендована элиминационная диета с исключением продуктов, имеющих перекрестно-аллергенные свойства с латексом: бананы, авокадо, киви, каштаны, персики, томаты, креветки, грецкие орехи и др. За рубежом лица, перенесшие аллергические реакции, носят на запястье эмблему "Медицинская осторожность" (Medical Alert). В нашей стране в 1985 г. был утвержден "Паспорт больного аллергическим заболеванием". В паспорте

необходимо ввести пункт № 7, где должен быть указан латексный аллерген. Данный паспорт должен иметь каждый больной с ЛА.

Заключение. Таким образом, ЛА становится серьезной проблемой среди медицинских работников. Решение этой проблемы необходимо начать с внесения заболеваний, возникших при профессиональном контакте с латексным материалом, в список профессиональных для дальнейшей разработки и внедрения мероприятий по ранней диагностике, профилактике и лечению. Важным моментом должна стать официальная регистрация ЛАГ для проведения прик-тестирования.

307 сессия Административного Совета Международной организации труда (МОТ) 25 марта 2010 г. одобрила новый список профессиональных заболеваний, заменивший предшествующий, принятый 20 июня 2002 г. (рекомендации № 194). В новом списке среди заболеваний, вызванных воздействием химических факторов, в пункте 1.1.39 указаны "заболевания, вызванные воздействием латекса или латексодержащих изделий" (в рекомендациях № 194 от 2002 г. данного пункта не было), т. е. МОТ заболевания, развившиеся при контакте с латексным материалом, отнесла к профессиональным [11].

Согласно Приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. № 417н "Об утверждении перечня профессиональных заболеваний" (зарегистрирован в Минюсте РФ 5 мая 2012 г., регистрационный № 24168) к химическим веществам, обладающим аллергенным действием (аллергенам), можно отнести только указанные в Гигиенических нормативах "Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. ГН 2.2.5.1313-03", утвержденные и введенные в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30 апреля 2003 г. № 76 (зарегистрировано Минюстом России 19 мая 2003 г. № 4568). Таким образом, более десятилетней давности нормативный документ остается по сей день в силе. Хотя публикации последних лет говорят о латексе как об аллергене, но в ГН 2.2.5.1313-03 он отсутствует. Также отсутствует латекс и в Перечне-классификаторе промышленных аллергенов [12].

Несмотря на то что латекс не включен в ГН 2.2.5.1313-03 заболевания, индуцированные им (согласно Приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. № 417н "Об утверждении перечня профессиональных заболеваний"), в частности, контактную крапивницу и профессиональную бронхиальную астму аллергической, можно

диагностировать по пунктам 1.58.1 (L50.6) и 1.59 (J45.0) упомянутого выше Приказа.

Основным механизмом выявления начальных форм любых профессиональных заболеваний, в том числе и латексной аллергии, должны стать предварительные и периодические медицинские осмотры. В Приказе Минздравсоцразвития России № 302н от 12 апреля 2011 г. "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда" среди веществ, отмеченных в перечне значком "А" (аллергены), нет латекса, поэтому на медицинских осмотрах вопросам возможного развития и диагностики признаков латексной аллергии не уделяется должного внимания. В качестве лабораторных исследований при контакте с аллергенами (п. 1.1.1) специфическая алергодиагностика должна быть обязательна при проведении медицинских осмотров в условиях специализированной медицинской организации, имеющей право на проведение экспертизы связи заболевания с профессией.

Среди различных веществ, вызывающих аллергический контактный дерматит, важную роль играют химические агенты, добавляемые в латекс в процессе производства. К их числу относятся тиурамы, карбаматы, тиазолы, антиоксиданты и др. Для проведения аппликационных тестов можно использовать тонкослойную аппликационную тест-систему Аллертест, содержащую стандартизированный набор полностью готовых к применению аллергенов в 24 метках.

Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 26 июля 2007 г. № 493 "О внесении изменений в Перечень лекарственных средств, отпускаемых без рецепта врача" (зарегистрировано в Минюсте РФ 20 августа 2007 г. регистрационный № 10017) Аллертест включен в этот список. Латексный аллерген в Аллертесте отсутствует, однако из 24 аллергенов, присутствующих в данной тест-системе, семь аллергенов представляют собой химические вещества, входящие в состав резиновых изделий. Речь идет о смеси карбаматов, смеси черных резин, меркаптобензотиазоле, р-фенилендиамине, формальдегиде, смеси меркаптанов и смеси производных тиурама. В ГН 2.2.5.1313-03 из выше перечисленных веществ имеется только формальдегид, отнесенный к аллергенам.

Таким образом, необходим пересмотр действующих ГН 2.2.5.1313-03 с включением в перечень



веществ-аллергенов латекса, а также добавок, применяемых при производстве резины с дальнейшей разработкой алгоритма диагностики профессиональной латексной аллергии и аллергических заболеваний, вызываемых добавками. Необходима официальная регистрация латексных аллергенов для проведения аллергического тестирования и использование Аллергеста при проведении медосмотров.

Список литературы

1. **Васильева О. С., Казакова Г. А., Батын С. З.** Латексная аллергия // Пульмонология. — 2002. — № 2. — С. 93—99.
2. **Tyler D.** Disability and medical management of natural latex sensitivity claims // J. Allergy Clin Immunol. — 2002. — Vol. 110. — P. 129—136.
3. **Heese A., Hintzenstern J. von, Peters K.** Allergic and irritant reactions to rubber gloves in medical health services. Spectrum, diagnostic approach and therapy // J. Am. Acad. Dermatol. — 1991. — Vol. 25. — P. 831—839.
4. **Pailhories G.** Reducing proteins in latex gloves. The industrial approach // Clin. Rev. Allergy. — 1993. — Vol. 11. — P. 391—402.
5. **Bernstein D. I., Biagini R. E., Karnani R.** In vivo sensitization to purified Heveabrasiliensis proteins in health

- care workers sensitized to natural rubber latex // J. Allergy Clin Immunol. — 2003. — Vol. 111. — P. 610—616.
6. **Beezhold D., Beck W. C.** Surgical glove powders bind latex // Arch. Surg. — 1992. — Vol. 127. — P. 1354—1357.
7. **Centers for Disease Control.** Update: Universal precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in healthcare settings // Morbid. Mortal. Wkly Rep. — 1988. — No. 37. — P. 377—382, 387—388.
8. **Аллергология:** клинические рекомендации / Под ред. Р. М. Хайтова, Н. И. Ильиной. — М: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 227 с.
9. **Yunginger J. W., Jones R., Fransway A.** Extractable latex allergens and proteins in disposable medical gloves and other rubber products // J. Allergy Clin Immunol. — 1994. — Vol. 93. — P. 836—842.
10. **Гарипова Р. В.** Латексная аллергия у медицинских работников // Казанский медицинский журнал. — 2012. — № 2. — С. 7—11.
11. **План действий МОТ (2010—2016 гг.)** по охране и медицине труда и новый Перечень профессиональных заболеваний / Э. И. Денисов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2011. — № 3. — С. 7—13.
12. **Классификация** промышленных аллергенов: принципы и перечень-классификатор / Л. А. Дуюва [и др.]. Методические рекомендации научного совета "Медико-экологические проблемы здоровья работающих". — М., 2004.

R. V. Garipova, Associate Professor, e-mail: railyagaripova@mail.ru,
Kazan State Medical University

Prevention of Latex Allergy in Health Care Workers

Natural Latex — natural rubber derived from the milky sap of rubber plants The protein contained in the latex leads to the formation of a variety of allergic reactions. The protein content in latex gloves depends on the manufacturer. The highest protein content observed in powdered, less — in the powder-free gloves, passing additional purification and processing. Rubber products to impart strength and elasticity using various chemical substances, accelerators, activators, antioxidants, curing agents, reinforcing agents, fillers, pigments, foaming agents. These compounds can cause allergic reactions. High-risk groups for the development of latex allergy are health care workers The elimination of contact with latex products is the basis of the etiological treatment. The issue of the rational employment of health workers is very relevant. With latex allergy elimination diet is recommended to eliminate the products with cross-allergenic properties with latex: bananas, avocado, kiwi, chestnuts, peaches, tomatoes, shrimp, walnuts, etc. The usage of powder-free gloves with low allergenic potential led to a sharp reduction in the incidence of allergic reactions to latex among health care workers.

Keywords: health care workers, latex allergy, risk factors, diagnosis, prevention

References

1. **Vasil'eva O. S., Kazakova G. A., Batyn S. Z.** Lateksnaya allergiya. *Pul'monologiya*. 2002. No. 2. P. 93—99.
2. **Tyler D.** Disability and medical management of natural latex sensitivity claims. *J. Allergy Clinical Immunol.* 2002. Vol. 110. P. 129—136.
3. **Heese A., Hintzenstern J. von, Peters K.** Allergic and irritant reactions to rubber gloves in medical health services. Spectrum, diagnostic approach and therapy. *J. American Academy Dermatology*. 1991. Vol. 25. P. 831—839.
4. **Pailhories G.** Reducing proteins in latex gloves. The industrial approach. *Clinical Reviews Allergy*. 1993. Vol. 11. P. 391—402.
5. **Bernstein D. I., Biagini R. E., Karnani R.** In vivo sensitization to purified Heveabrasiliensis proteins in health care workers sensitized to natural rubber latex. *J. Allergy Clinical Immunology*. 2003. Vol. 111. P. 610—616.
6. **Beezhold D., Beck W. C.** Surgical glove powders bind latex. *Archives of Surgery*. 1992. Vol. 127. P. 1354—1357.
7. **Centers for Disease Control.** Update: Universal precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus,

- hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in healthcare settings. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 1988. No. 37. P. 377—382, 387—388.
8. **Allergologiya:** klinicheskie rekomendatsii / Pod red. R. M. Khaitova, N. I. Il'inoj. Moscow: GEOTAR — Media, 2008. 227 p.
9. **Yunginger J. W., Jones R., Fransway A.** Extractable latex allergens and proteins in disposable medical gloves and other rubber products. *J. Allergy Clinical Immunology*. 1994. Vol. 93. P. 836—842.
10. **Garipova R. V.** Lateksnaya allergiya u meditsinskikh rabotnikov. *Kazanskij meditsinskij zhurnal*. 2012. No. 2. P. 7—11.
11. **Plan** dejstvij MOT (2010—2016 gg.) po okhrane i meditsine truda i novyj Perechen' professional'nykh zabolovanij / Denisov E. I. [i dr.]: *Meditsina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2011. No. 3. P. 7—13.
12. **Klassifikatsiya** promyshlennykh allergenov: printsipy i perechen'-klassifikator / L. A. Dueva [i dr.]: Metodicheskie rekomendatsii nauchnogo soveta "Mediko-ehkologicheskie problemy zdorov'ya rabotayushhikh". Moscow, 2004.

УДК 614.8

К. М. Кузнецов, асп., e-mail: kuznetsovkm@yandex.ru,
А. Д. Галеев, канд. техн. наук, доц. кафедры,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Математическое моделирование взаимодействия водяной завесы и токсичного облака на основе метода вычислительной гидродинамики

Отмечено, что одним из инженерных средств защиты, применяемых на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах, является водяная завеса. Представлена экспериментальная установка, включающая в себя: источник выброса (масса аммиака в баллоне 20 кг), водяную завесу, снабженную форсунками фирмы ВЕТЕ марки TF16FCN, средства измерения концентрации для проведения натурных экспериментов на открытой площадке, при участии профессиональных аварийно-спасательных формирований. Предложена математическая модель взаимодействия водяной завесы и токсичного водорастворимого газа (аммиака) на основе пакета гидродинамического анализа ANSYS FLUENT, учитывающая: разбавление парогазовой смеси воздухом, захватываемым водяными струями; тепловой эффект вследствие испарения капель воды; абсорбция опасного вещества каплями воды. Представлены данные натурных экспериментов с выбросом токсичного газа (аммиака) на открытой площадке. Приведены результаты проверки математической модели на основе данных проведенных натурных экспериментов. Для оценки защитного действия водяной завесы использован параметр "фактор разбавления".

Ключевые слова: водяная завеса, аварийный выброс аммиака, численное моделирование, распространение токсичного выброса, натурный эксперимент

Введение

Одним из наиболее распространенных и часто анализируемых событий (сценариев аварий) [1] на предприятиях, эксплуатирующих взрывопожароопасные и химически опасные производственные объекты, является выброс опасного вещества при частичной разгерметизации оборудования (хлор, аммиак, пропан и т. п.). Негативные последствия такого события определяются, в основном, по расчетной величине концентрации опасного вещества в воздухе (в том числе полученная токсодоза для токсичных веществ за время экспозиции). За причинение вреда жизни или здоровью граждан в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте Федеральный закон № 116-ФЗ [2] статьей 17.1 устанавливает сумму выплат в размере 2 000 000 руб. при возмещении вреда, понесенного в случае смерти потерпевшего (кормильца) и возмещение вреда, причиненного здоровью, до 2 000 000 руб. в зависимости от характера и степени повреждения здоровья по нормативам, устанавливаемым Правительством Российской Федерации. Применение водяных завес при

ограничении распространения токсичных и взрывопожароопасных облаков позволит существенно снизить количество погибших, и, как следствие, сумму выплат в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте [3, 4].

В настоящее время в России и за рубежом отсутствуют методики по проектированию и оценке эффективности водяных завес, главным образом, вследствие недостаточной изученности сложного взаимодействия завесы и распространяющегося газопаровоздушного облака. Анализ публикаций иностранных исследователей [5, 6], а также отечественных публикаций [7], в которых описаны поставленные эксперименты и предложены модели по оценке эффективности водяных завес, показал, что эти исследования имеют либо характерную специфику, как в работе [6] (исследование на примере СПГ), либо используют упрощенные балансовые соотношения [5, 7]. По мнению авторов, для объективного решения поставленной задачи целесообразно использовать современные методы вычислительной гидродинамики, а также проводить собственные натурные эксперименты для подтверждения адекватности модели.



Описание экспериментальной установки

Для проведения натурального эксперимента была выбрана открытая асфальтированная площадка размером 50×150 м на базе учебно-тренировочного комплекса ООО "ДПО-КЗСК" (г. Казань) (Добровольная пожарная охрана Казанского завода синтетического каучука).

Источником выброса был выбран баллон аммиачный (масса аммиака в баллоне 20 кг; масса полного баллона 80 кг), который был установлен с помощью металлической стойки в вертикальное положение. Марка аммиака в баллоне: аммиак безводный сжиженный Ак.

К выходному штуцеру аммиачного баллона был прикручен редуктор баллонный аммиачный БАМО-1-2-1 (ТУ 26-05-25—84. Сертификат соответствия РОСС RU.АЯ04) с использованием двух пластиковых прокладок между штуцером баллона и редуктором. Редуктор баллонный аммиачный БАМО-1,2-1 предназначен для понижения давления газообразного аммиака, поступающего из баллона, и автоматического поддержания постоянным заданного рабочего давления. К редуктору с помощью металлических хомутов был прикручен гибкий резиновый шланг длиной 2,5 м, который был жестко закреплен на отметке +0,00 м (на асфальте), чтобы выход аммиака был непосредственно у подстилающей поверхности.

Для системы газоанализаторов были выбраны газоанализаторы аммиачные Transmitter, измеряющие концентрацию в пределах от 0 ppm до 1000 ppm (МА-2-1120 — Аналоговый датчик аммиака (NH₃) серии μ -Gard с термokatалитическим сенсором [8]). Данные газоанализаторы подключены системой проводов к блоку питания на 12 В, а вторичные провода (для передачи значений тока) — к электронному самописцу (экранный регистратор типа KD7 [9]).

Источником воды для водяной завесы был штатный пожарный автомобиль ООО "ДПО-КЗСК" (г. Казань) Автоцистерна пожарная АЦ 5/40 КамАЗ-43253 (тип установленного насоса НЦПН-40/100 с характеристиками: производительность 40 л/с, напор 100 м).

Водяная завеса представляет собой сварную конструкцию из металлических труб диаметром 25 мм и длиной 5 м. Стойки водяной завесы также выполнены из металлических труб диаметром 20 мм, высота стоек при установке составила 1,6 м. По длине водяной завесы были приварены переходники диаметром 10 мм под форсунки в количестве 23 шт. на расстоянии 0,2 м друг от друга. В качестве форсунок были выбраны форсунки фирмы

ВЕТЕ марки TF16FCN (форсунки с формой струи "полный конус" и с углом распыла 90°). Давление воды для завесы составляло 2 атм.

Схема расположения основных составляющих установки без водяной завесы представлена на рис. 1, а. При отсутствии водяной завесы расстояние от первого ряда газоанализаторов Ch1—Ch9 до источника было значительно больше, чем при наличии водяной завесы, что связано с ограничением газоанализаторов по верхнему пределу измеряемой концентрации. Схема расположения основных составляющих установки с водяной завесой представлена на рис. 1, б.

Математическая модель

Защитное действие водяной завесы включает комбинацию следующих механизмов [10]:

- разбавление парогазовой смеси воздухом, захватываемым водяными струями;
- тепловой эффект вследствие испарения капель воды;
- абсорбция опасного вещества каплями воды.

Предлагаемая модель взаимодействия водяной завесы и токсичного облака состоит из двух частей:

- системы уравнений несущей фазы (распространение газа в воздухе);
- системы уравнений дисперсной фазы (водяная завеса).

Система уравнений для несущей фазы включала уравнение неразрывности, осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье—Стокса, уравнение переноса примесей, энергии. Для описания эффектов турбулентности использовалась Realizable k - ε модель. Подробное описание модели для сплошной фазы можно найти в работе [11].

При построении модели дисперсной фазы в атмосфере были сделаны следующие допущения:

- капли имеют сферическую форму;
- влиянием турбулентных пульсаций на рассеяние выброса можно пренебречь;
- при попадании капли на твердую поверхность каплю удаляют;
- взаимодействие капель между собой не учитывается.

Для описания движения капель водяной завесы (дисперсной фазы) используется Эйлерово-Лагранжев подход. При данном подходе для несущей фазы решаются осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье—Стокса. При этом вся дисперсная фаза разбивается на большое число групп капель, в пределах каждой из которых параметры всех физических капель считаются

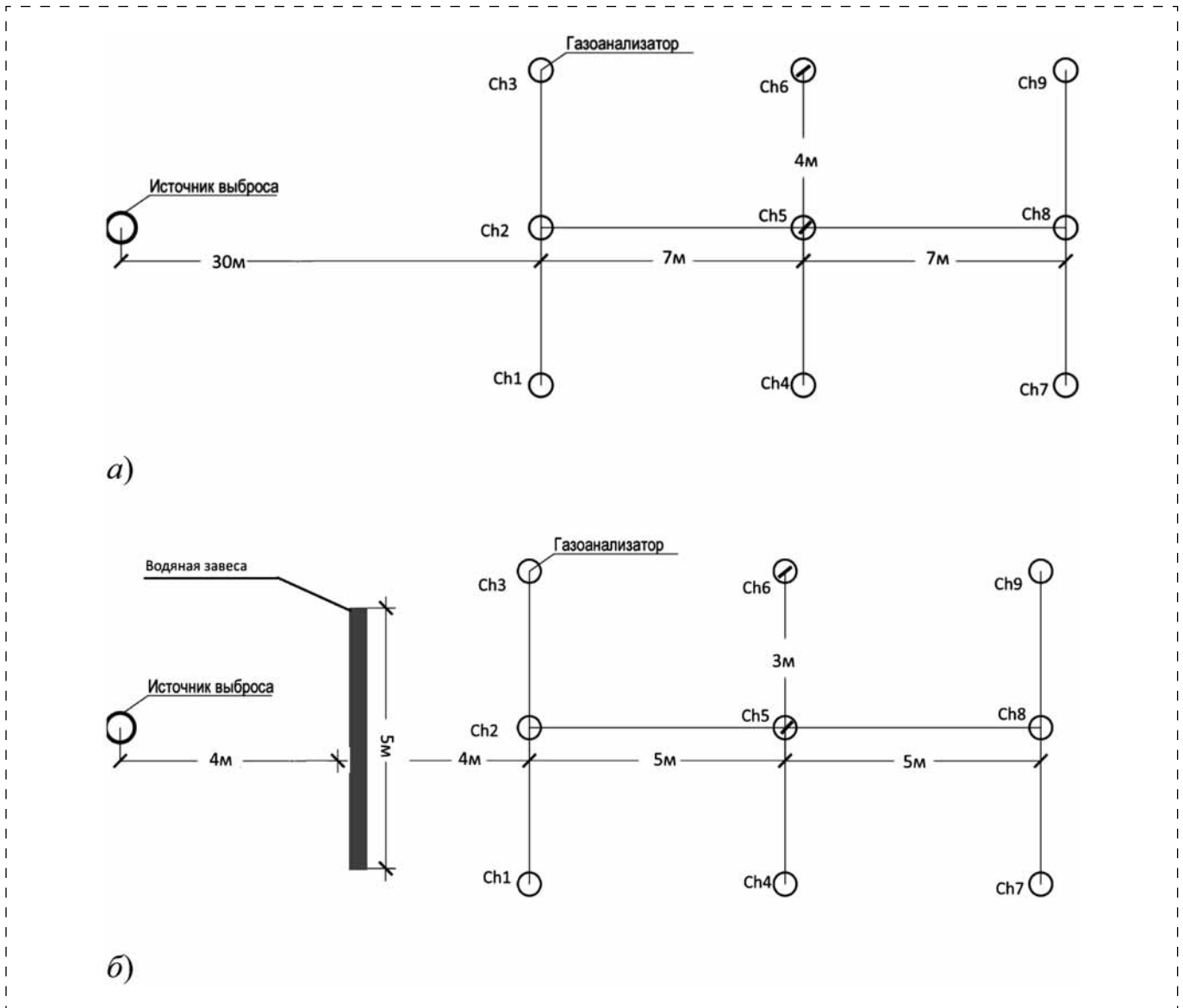


Рис. 1. Схема расположения основных составляющих установки для проведения эксперимента с выбросом аммиака: а — без водяной завесы; б — с водяной завесой

одинаковыми, и, следовательно, эволюция каждой группы может быть прослежена путем расчета движения лишь одной представительной капли [12].

Прогнозирование траектории движения капель осуществляется интегрированием уравнения баланса сил, которое записано в Лагранжевой системе координат.

Для определения движения капель использовалось уравнение [12]:

$$\frac{du_p}{dt} = F_D(u_1 - u_p) + \frac{g_x(\rho_p - \rho)}{\rho_p}, \quad (1)$$

где u_p — проекция скорости движения капли на ось x , м/с; u_1 — проекция вектора скорости несущей фазы на ось x , м/с; ρ_p — плотность капли, кг/м³; ρ — плотность несущей фазы, кг/м³; g_x — ускорение свободного падения на ось x , м/с²; dt — шаг по времени; $F_D(u_1 - u_p)$ — удельная сила сопротивления движению капли, Н/кг (F_D — вспомогательный параметр) [12]:

$$F_D = \frac{18\mu}{\rho_p d_p^2} \frac{C_D Re_d}{24}, \quad (2)$$

где μ — коэффициент динамической молекулярной вязкости несущей фазы, кг/(м·с); Re_d — число Рейнольдса; d_p — диаметр капли, м;



C_D — коэффициент сопротивления для частиц сферической формы; определяется из соотношения [12]:

$$C_D = \begin{cases} \frac{24}{\text{Re}_d} \left(1 + \frac{\text{Re}_d^{2/3}}{6} \right), & \text{Re}_d < 1000 \\ 0,424, & \text{Re}_d \geq 1000. \end{cases} \quad (3)$$

Число Рейнольдса Re_d определяется как:

$$\text{Re}_d = \frac{\rho d_p |u_p - u_1|}{\mu}. \quad (4)$$

Скорость капли, вычисленная интегрированием уравнения (1), используется для определения ее траектории:

$$\frac{dx}{dt} = u_p, \quad (5)$$

где dx — дифференциал координаты x , м;

Уравнения, подобные выражению (1), решены для каждого направления координат.

Изменение массы капли m_p определялось уравнением:

$$\frac{dm_p}{dt} = \dot{m}_{\text{NH}_3} + \dot{m}_{\text{H}_2\text{O}}, \quad (6)$$

где \dot{m}_{NH_3} и $\dot{m}_{\text{H}_2\text{O}}$ — массовые потоки аммиака и паров воды через границу раздела фаз.

Интенсивность испарения (конденсации) i -го компонента капли (аммиака или воды) определяется градиентом концентрации пара между поверхностью капли и газовой фазой:

$$\dot{m}_i = -\pi D_{m,i} d_p \rho \text{Sh}_i (Y_{i,s} - Y_{i,\infty}), \quad (7)$$

где $D_{m,i}$ — бинарный коэффициент молекулярной диффузии i -го компонента капли в воздухе, $\text{м}^2/\text{с}$; Sh_i — число Шервуда для i -го компонента капли; $Y_{i,s}$ — массовая доля i -го компонента на поверхности капли, $\text{кг}/\text{кг}$; $Y_{i,\infty}$ — концентрация i -го компонента капли в сплошной фазе, $\text{кг}/\text{кг}$.

Число Шервуда определено для каждого компонента капли по формуле Ранца—Маршалла:

$$\text{Sh}_i = 2,0 + 0,6 \text{Re}_d^{1/2} \text{Sc}_i^{1/3}, \quad (8)$$

где молекулярное число Шмидта $\text{Sc}_i = \mu/(\rho \cdot D_{m,i})$.

Массовая доля компонента на поверхности капли $Y_{i,s}$ определялась исходя из значения парциального давления i -го компонента капли

в паровой фазе в непосредственной близости к ее поверхности:

$$Y_{i,s} = \frac{P_{i,s}(x_i, T_p) M_i}{\rho R T_p}, \quad (9)$$

где $P_{i,s}(x_i, T_p)$ — парциальное давление компонента над поверхностью раствора, Па, в зависимости от массовой доли i -го компонента в жидкости x_i и температуры капли T_p ; R — универсальная газовая постоянная; M_i — молекулярная масса i -го компонента, $\text{кг}/\text{моль}$.

Изменение температуры капли можно представить в виде уравнения:

$$m_p C_{p,p} \frac{dT_p}{dt} = \pi \lambda d_p \text{Nu} (T_\infty - T_p) + \dot{m}_{\text{NH}_3} \Delta H_{\text{NH}_3} + \dot{m}_{\text{H}_2\text{O}} \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}, \quad (10)$$

где ΔH_{NH_3} — теплота растворения аммиака в капле, $\text{Дж}/\text{кг}$; $\Delta H_{\text{H}_2\text{O}}$ — теплота парообразования воды, $\text{Дж}/\text{кг}$; $C_{p,p}$ — удельная теплоемкость капли, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; λ — коэффициент молекулярной теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; Nu — число Нуссельта; T_∞ — температура сплошной фазы, К .

Обратное влияние дисперсной фазы на несущий поток, обусловленное межфазным обменом теплотой, импульсом и массой, учитывается включением соответствующих источников в уравнения переноса энергии, импульса, примеси и в уравнение неразрывности для сплошной фазы [12].

Результаты эксперимента и численного моделирования

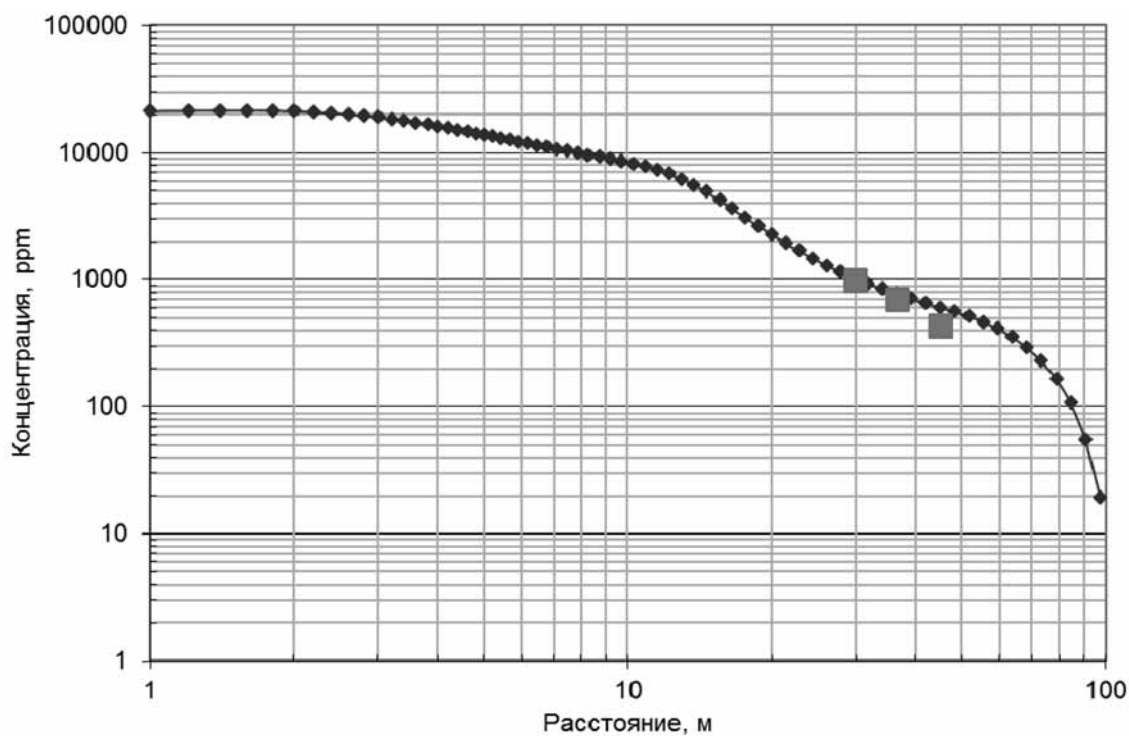
Массовый расход газа из баллона определялся из уравнения сверхкритического истечения [13]:

$$q_{\text{ги}} = 0,8S \sqrt{P \rho_0 \gamma \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}, \quad (11)$$

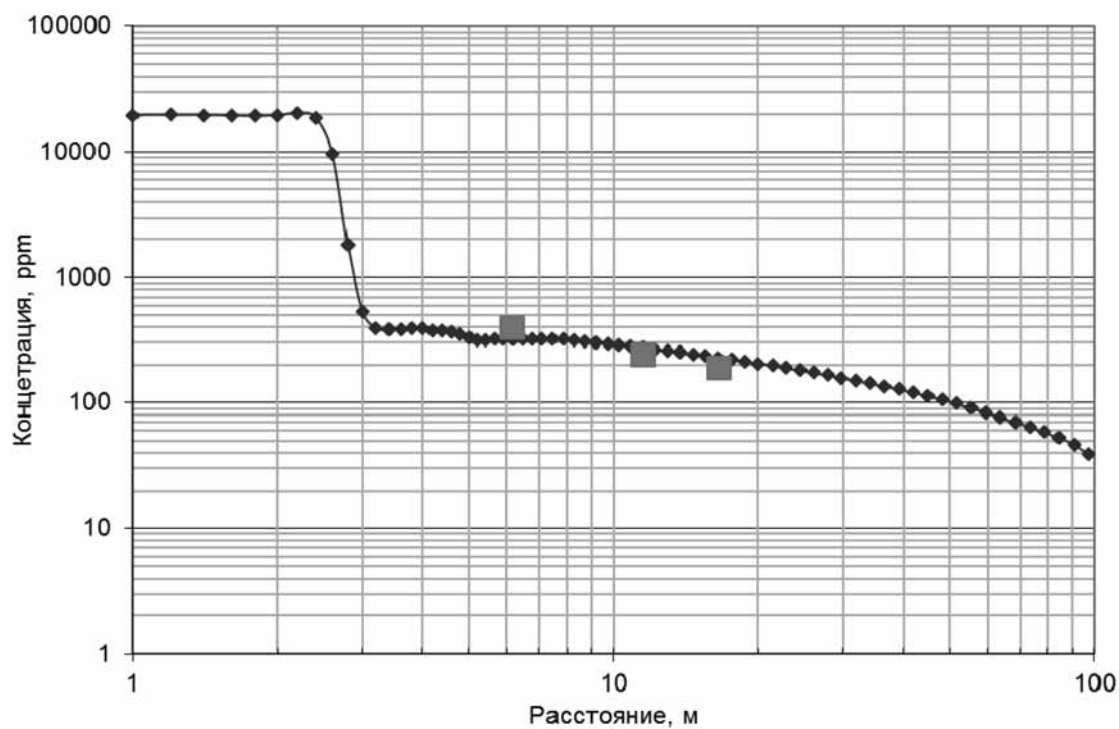
где S — площадь отверстия разгерметизации, м^2 ; γ — показатель адиабаты; ρ_0 — плотность газообразного вещества, $\text{кг}/\text{м}^3$, в оборудовании при данном давлении P (установочное давление для редуктора равно 300 000 Па).

При численном моделировании параметры источника газа были отнесены к объему контрольного объема вычислительной сетки. Диаметр капель струи водяной завесы задавался однородным и равным 500 мкм [14].

На рис. 2, а представлены расчетные и экспериментальные значения максимальной



a)



b)

Рис. 2. Результаты расчета концентраций при выбросе аммиака из баллона:
a — без моделирования водяной завесы (черный маркер); *b* — с моделированием водяной завесы (черный маркер) и результаты, полученные в ходе эксперимента (серый маркер). Скорость ветра 1 м/с, температура воздуха +28 °С



концентрации аммиака при отсутствии водяной завесы. Из графиков видно, что расчетные и экспериментальные значения практически совпадают, следовательно, математическая модель адекватно описывает рассеяние газообразного вещества при отсутствии водяной завесы

На рис. 2, б представлены расчетные и экспериментальные значения максимальной концентрации аммиака при наличии водяной завесы. Из графиков видно, что, как и в случае распространения без водяной завесы, результаты моделирования хорошо согласуются с экспериментальными данными, т. е. математическая модель также адекватно описывает рассеяние газообразного вещества при наличии водяной завесы.

В работе [15] для оценки защитного действия водяной завесы предлагается использовать параметр "фактор разбавления":

$$DF = \frac{\text{Концентрация газа при отсутствии водяной завесы}}{\text{Концентрация газа при наличии водяной завесы}}. \quad (12)$$

Так как в обоих экспериментах метеорологические условия были примерно одинаковы, то это позволяет определить фактор разбавления для рассматриваемого случая. На расстоянии 5 м от источника (непосредственно за завесой) фактор разбавления составляет 37 (на расстоянии 5 м от источника выброса концентрация аммиака составила: при отсутствии водяной завесы 11 655 ppm (см. рис. 2, а), при наличии водяной завесы 315 ppm (см. рис. 2, б)).

Таким образом, сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными (см. рис. 2, а и 2, б) показало удовлетворительное согласование (расхождение экспериментальных данных с результатами численного моделирования не более 10 %), поэтому представленная модель может быть использована для оценки эффективности водяных завес с подбором оптимальных параметров при рассмотрении гипотетических сценариев возможных аварий с выбросом токсичных газов.

Список литературы

1. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 2010–2016 гг. / Федеральная служба по экологическому,

- технологическому и атомному надзору. — М.: ООО "РПА. Подписка на периодику и книги", 2010–2016. — 80 с.
2. **Федеральный закон** № 116-ФЗ от 21.07.1997 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
3. **Кузнецов К. М., Галеев А. Д., Поникаров С. И.** Численное моделирование завесы для ограничения распространения токсичного выброса // Вестн. Казан. технол. ун.-та. — 2013. — № 20. — С. 303–305.
4. **Насыбуллин Р. Р., Галеев А. Д., Поникаров С. И.** Методы и средства ограничения опасных веществ при аварийных выбросах и проливах // Вестн. Казан. технол. ун.-та. — 2013. — № 4. — С. 211–213.
5. **Palazzi Emilio, Currò Fabio, Fabiano Bruno.** Mathematical modeling of fluid spray curtains for mitigation of accidental releases // Chemical Engineering Communications. — 2007. — No. 194:4. — P. 446–463.
6. **Vyung Kyu Kim, Dedy Ng, Ray A. Mentzer, M. Sam Mannan.** Key Parametric Analysis on Designing an Effective Forced Mitigation System for LNG Spill Emergency // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2013. — No. XXX. — P. 1–9.
7. **Сенчишак Т. И.** Защитные водяные завесы для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03; [Место защиты: ФГУ НИИ Противопожарной обороны]. — М., 2003. — 166 с.
8. **Руководство** пользователя "МА-2-1120 — Аналоговый датчик аммиака (NH₃) серии μ-Gard с термokatалитическим сенсором". URL: http://www.atlasgroup.ru/downloads/content/PROSPEKT_EnOcean.pdf (дата обращения 28.10.2016).
9. **Руководство** пользователя "Экранный самописец LUMEL KD-7". URL: http://www.efometry.ru/files/techdoc/KD7_ru.pdf (дата обращения 28.10.2016).
10. **Dusserre G., Dandrieux A., Thomas O.** The DVS model: A new concept for heavy gas dispersion by water curtain // Environ Model Software. — 2003. — No. 18. — P. 253–259.
11. **Галеев А. Д., Поникаров С. И., Салин А. А.** Моделирование аварийного пролива бинарного раствора с использованием программы FLUENT // Математическое моделирование. — 2011. — № 23:7. — С. 129–144.
12. **Руководство** пользователя ANSYS. ANSYS Fluent theory guide. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc. URL: <https://ru.scribd.com/doc/316668483/ANSYS-Fluent-Theory-Guide-pdf> (дата обращения 28.10.2016).
13. **Приказ МЧС РФ** от 10.07.2009 № 404 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. — 2009. — № 37.
14. **Руководство** пользователя "HF Mitigation by Water Sprays". URL: www.bete.com/pdfs/BETE_HF_mitigation.pdf (дата обращения 28.10.2016).
15. **Hald K., Buchlin J. M., Dandrieux A., Dusserre G.** Heavy gas dispersion by water spray curtains: A research methodology // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2005. — Vol. 18, Iss. 4–6. — P. 506–511.

K. M. Kuznetsov, Postgraduate, e-mail: kuznetsovkm@yandex.ru,
A. D. Galeev, Associate Professor of Department,
Kazan National Research Technological University

Mathematical Modeling of the Interaction between Water Curtain and Toxic Clouds Based on the Method of Computational Fluid Dynamics

One of the engineering protection equipment used at explosive and chemically hazardous production facilities, is the water curtain. Assembled experimental setup, including the source of the emissions (mass of ammonia in the tank 20 kg), a water curtain is provided with nozzles BETE company brand TF16FCN, means of concentration measurements (gas analysers ammonia Transmitter that measures the concentration range from 0 ppm to 1000 ppm), to conduct field experiments in an open area, with the participation of professional emergency rescue teams. The mathematical model of the interaction between water curtain and water-soluble toxic gas (ammonia) on the basis of the hydrodynamic analysis package of ANSYS FLUENT, taking into account: dilution of gas mixture with air, grab the water jets; the thermal effect due to evaporation of drops of water; absorption of a hazardous substance drops of water. Presents data from field experiments with release of toxic gas (ammonia) in an open area. Presents the test results of the mathematical model based on the data held field experiments. To evaluate the protective effect of a water curtain used the parameter "dilution factor".

Keywords: water curtain, emergency release of ammonia, numerical modeling, distribution of toxic release, natural experiment

References

1. **Informacionnyj bjulleten'** Federal'noj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru 2010-2016 gg.: Federal'naja sluzhba po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Moscow: OOO "RPA. Podpiska na periodiku i knigi", 2010—2016. 80 p.
2. **Federal'nyj zakon** Rossijskoj Federacii ot 21.07.1997 No. 116-FZ "O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov".
3. **Kuznecov K. M., Galeev A. D., Ponikarov S. I.** Chislennoe modelirovanie zavesy dlja ogranichenija rasprostranjenija toksichnogo vybrosa. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo unibersiteta*. 2013. No. 20. P. 303—305.
4. **Nasybullin R. R., Galeev A. D., Ponikarov S. I.** Metody i sredstva ogranichenija opasnyh veshhestv pri avarijnyh vybrosah i prolivah. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo unibersiteta*. 2013. No. 4. P. 211—213.
5. **Palazzi Emilio, Currò Fabio, Fabiano Bruno.** Mathematical modeling of fluid spray curtains for mitigation of accidental releases. *Chemical Engineering Communications*. 2007. No. 194:4. P. 446—463.
6. **Byung Kyu Kim, Dedy Ng, Ray A. Mentzer, M. Sam Mannan.** Key Parametric Analysis on Designing an Effective Forced Mitigation System for LNG Spill Emergency. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2013. No. XXX. P. 1—9.
7. **Senchishak T. I.** Zashhitnye vodjanye zavesy dlja bor'by s gazoparovozdushnymi oblakami gorjuchih gazov i toksichnyh veshhestv: Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.26.03; [Mesto zashhity: FGU NII Protivopozharnoj oborony]. Moscow, 2003. 166 p.
8. **Rukovodstvo** pol'zovatelja "MA-2-1120 — Analogovyy datchik ammiaka (NH₃) serii μ-Gard s termokataliticheskimi sensorom". URL: http://www.atlasgroup.ru/downloads/content/PROSPEKT_EnOcean.pdf (date of access 28.10.2016).
9. **Rukovodstvo** pol'zovatelja "Jekrannyj samopisec LUMEL KD-7". URL: http://www.efometry.ru/files/techdoc/KD7_ru.pdf (date of access 28.10.2016).
10. **Dusserre G., Dandrieux A., Thomas O.** TheDVS model: A new concept for heavy gas dispersion by water curtain. *Environ Model Software*. 2003. No. 18. P. 253—259.
11. **Galeev A. D., Ponikarov S. I., Salin A. A.** Modelirovanie avarijnogo proliva binarnogo rastvora s ispol'zovaniem programmy FLUENT". *Matematicheskoe modelirovanie*. 2011. No. 23:7. P. 129—144.
12. **Rukovodstvo** pol'zovatelja ANSYS. ANSYS Fluent theory guide. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc. URL: <https://ru.scribd.com/doc/316668483/ANSYS-Fluent-Theory-Guide-pdf> (date of access 28.10.2016).
13. **Prikaz MChS RF** ot 10.07.2009 No. 404 "Ob utverzhenii metodiki opredelenija raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob#ektah". *Bjulleten' normativnyh aktov federal'nyh organov ispolnitel'noj vlasti*. 2009. No. 37.
14. **Rukovodstvo** pol'zovatelja "HF Mitigation by Shater Sprays". URL: shshshshh.bete.com/pdfs/BETE_HF_mitigation.pdf (date of access 28.10.2016).
15. **Hald K., Buchlin J. M., Dandrieux A., Dusserre G.** Heavy gas dispersion by water spray curtains: A research methodology. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2005. Vol. 18, Iss. 4—6. P. 506—511.

С. И. Пименов, ассистент, e-mail: 3.14manon@mail.ru,
Р. А. Ибрагимов, канд. техн. наук, доц., Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Испытания беспропарочного способа производства сборного железобетона

Представлены результаты промышленных испытаний двухстадийного способа приготовления бетонной смеси, включающего предварительную механохимическую активацию цементной суспензии в роторно-пульсационном аппарате с последующим перемешиванием с заполнителем в бетоносмесителе до получения бетонной смеси. Применение данного способа приготовления бетонной смеси позволяет исключить последующую тепловую обработку бетонных изделий из технологии при получении требуемой отпускной прочности в первые сутки твердения.

Ключевые слова: механохимическая активация, оптимизация технологии, двухстадийный способ приготовления бетонной смеси, энергосбережение, роторно-пульсационный аппарат

Введение

В соответствии с распоряжением правительства РФ [1] одним из главных направлений развития современного производства цементных бетонов является переход на энергосберегающие технологии, применение которых будет продолжать обеспечивать производство продукции высокого качества [2, 3].

Предварительная механохимическая активация (МХА) цементной суспензии в роторно-пульсационном аппарате (РПА) зарекомендовала себя как один из наиболее эффективных способов активации вяжущего, направленных на ускорение твердения цементных композиций с получением ранней распалубочной прочности [4]. Применение МХА цементной суспензии в технологии изготовления бетона позволяет существенно сократить энергозатраты на тепловую обработку бетонных изделий путем снижения температуры изотермической выдержки или сокращения ее продолжительности [5].

Для подтверждения эффективности применения МХА цементной суспензии в РПА проведена ее апробация на одном из заводов ЖБИ г. Казани (ООО "Промышленные технологии+").

Методы и материалы

В качестве компонентов бетонной смеси были использованы следующие материалы: Вольский портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н, песок Камского месторождения $M_{кр} = 2,7$, гравий Камского месторождения фракции 5...20 мм, вода техническая, добавка Полипласт СП-3 в количестве 0,5 % от массы цемента производства ООО "Полипласт".

МХА цементной суспензии проводили в РПА производства ООО "Промсервис".

Приготовление бетонной смеси осуществлялось по разработанному способу [6], схема которого изображена на рис. 1. Способ заключается в следующем.

1. С помощью дозаторов 8 производится подача крупного 1 и мелкого 2 заполнителя, 50 %

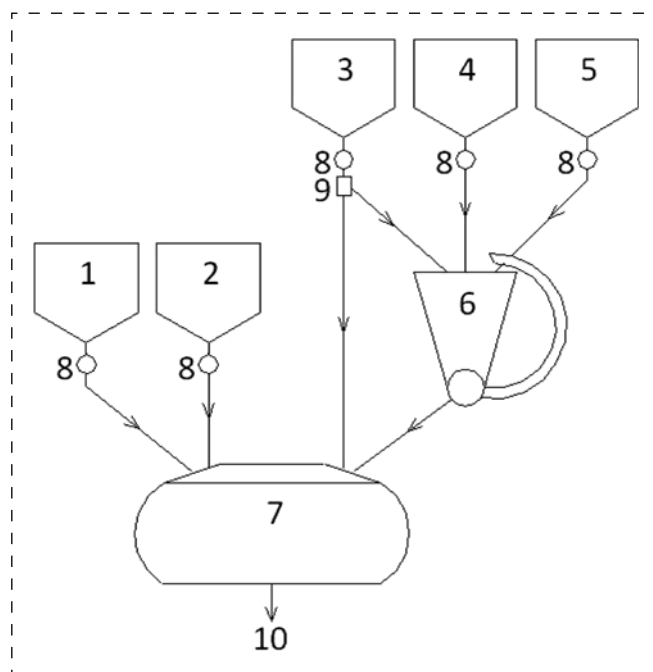


Рис. 1. Схема приготовления бетонной смеси:
 1 — бункер с крупным заполнителем; 2 — бункер с мелким заполнителем; 3 — бункер с портландцементом; 4 — емкость с добавкой; 5 — емкость с водой; 6 — роторно-пульсационный аппарат; 7 — бетоносмеситель; 8 — дозатор весовой; 9 — развилка с запорной арматурой; 10 — подача бетонной смеси

Результаты испытаний

Способ приготовления бетонной смеси	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	ТВО***	Требуемая отпускная прочность бетона (70 % марочной)	Предел прочности при сжатии, МПа		Морозостойкость, циклы	Марка водонепроницаемости
				1 сут	28 сут		
Традиционный*	2337	+	13,4	15,7	21,8	50	W2
Апробируемый**	2407	–	13,4	15,5	28,5	150	W4

* Традиционный способ — перемешивание всех компонентов бетонной смеси в расчетном количестве в течение 5 мин.
 ** Апробируемый способ — с применением механохимической активации цементной суспензии в роторно-пульсационном аппарате.

*** Режим тепловлажностной обработки (ТВО) 2 + 2 + 5 + 2 ч, где 2 ч — выдержка; 2 ч — подъем температуры; 5 ч — изотермический прогрев при $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 ч — охлаждение.

портландцемента 3 от расчетной массы в бетоносмеситель 7.

2. С помощью дозаторов 8 производится подача 50 % портландцемента 3 от расчетной массы, добавки 4, воды 5 в загрузочный бункер РПА 6. Полученная цементная суспензия подвергается в течение 2 мин циклической обработке в РПА механохимической активации.

3. После активации, суспензия выгружается из РПА 6 и подается в бетоносмеситель 7, перемешивается с ранее загруженными заполнителями и частью от расчетного количества портландцемента в течение 5 мин.

4. Далее бетонная смесь из бетоносмесителя 7 подается по месту формирования 10.

Для эксперимента готовилась бетонная смесь подвижностью марки П2 (осадка конуса равна 5...7 см) состава тяжелого бетона класса В15, при этом количество исходных материалов применялось при соотношении: цемент:песок:щебень = = 268:870:1120 кг/м³, соответствующем составу изготовления железобетонных перемычек.

Из полученной бетонной смеси изготавливались железобетонные перемычки 8пб10-1 серии 1.038.1-1 и параллельно готовились образцы-кубы с размером ребра 10 см для лабораторных испытаний. Всего было изготовлено 96 штук железобетонных перемычек.

После формирования изделия хранились при нормально-влажностных условиях в течение 1 сут., после чего перемычки распалубливались, а образцы-кубы распалубливались и подвергались физико-механическим испытаниям сразу, через двое и через 27 суток хранения

в воздушно-влажностной среде при обычной температуре. Для сравнения испытывались образцы-спутники, изготовленные традиционным способом, применяемом на заводе.

Результаты и обсуждение результатов

Результаты испытаний приведены в табл. 1. По результатам видно, что прочность бетонов, полученных как по традиционной технологии с последующей тепловлажной обработкой, так и с применением МХА цементной суспензии без тепловой обработки в первые сутки твердения достигла требуемой отпускной прочности. При этом к марочному возрасту предел прочности тяжелого бетона, полученного по апробируемому способу, больше в 1,3 раза, увеличилась морозостойкость на 100 циклов, водонепроницаемость на две ступени. Общий вид изготовленных перемычек 8пб10-1 представлен на рис. 2.

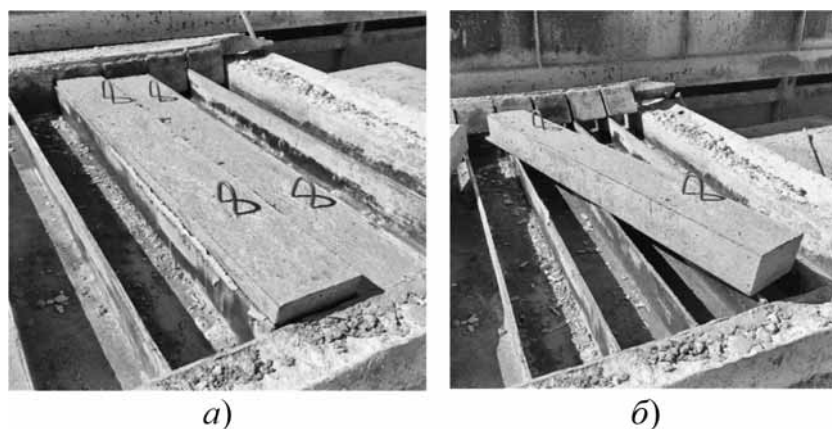


Рис. 2. Распалубка железобетонных перемычек, твердевших в воздушно-влажностной среде в течение 24 ч:

а — общий вид; б — вид изделия после распалубки



Таблица 2

Ресурсо- и энергозатраты при производстве 1 м³ тяжелого бетона В15

Исходные материалы	Способ приготовления бетонной смеси			
	Действующий на заводе (традиционный)		Апробируемый (с применением роторно-пульсационного аппарата)	
	Норма расхода	Стоимость, руб.	Норма расхода	Стоимость, руб.
Цемент	268 кг	964,8	268 кг	964,8
Песок	870 кг	356,7	870 кг	356,7
Гравий	1120 кг	548,8	1120 кг	548,8
Добавка Полипласт СП-3 (35 % водн. р-р)	3,83 кг	72,77	3,83 кг	72,77
ТВО	0,35 Гкал	720	—	—
Обработка в РПА	—	—	0,5 кВт	2,09
Итого:		<u>2663,07*</u> 100		<u>1945,16*</u> 73

* Над чертой приведено значение, руб., под чертой — относительное от действующего на заводе способа, %.

Из рисунка видно, что изделие после распалубки (см. рис. 2, б) достигло требуемой распалубочной прочности, при этом не произошло сколов и разрушений перемычек.

Технико-экономическая эффективность применения МХА цементной суспензии в РПА при изготовлении сборных бетонных и железобетонных изделий, на примере железобетонных перемычек, приведена в табл. 2. По данным таблицы видно, что применение предварительной МХА цементной суспензии при производстве сборных железобетонных изделий позволяет уменьшить энергозатраты на тепловлажностную обработку, и при полном отказе от такой обработки снизить себестоимость 1 м³ готового изделия на 27 % (718 руб. = 2663,07 – 1945,16).

Закключение

Таким образом, можно утверждать, что способ приготовления бетонной смеси, включающий МХА цементной суспензии, успешно прошел производственную проверку, и ожидаемый экономический эффект от его применения на заводе средней мощности, с годовым выпуском 75 тыс. м³ бетонных изделий, составит более 30 млн руб.

Список литературы

1. **Распоряжение Правительства РФ** № 868-р от 10.05.2016 г. "Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года".
2. **Федеральный закон** от 21.11.2009 № 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
3. **Коротких Д. Н.** Повышение прочности и трещиностойкости структуры современных цементных бетонов: проблемы материаловедения и технологии: Автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра техн. наук. — Воронеж, 2014.
4. **Пименов С. И., Ибрагимов Р. А.** Повышение кинетики твердения цементных композиций, полученных механохимической активацией вяжущего / Сборник трудов X Международной конференции аспирантов и молодых ученых. Теория и практика повышения эффективности строительных материалов. — Пенза: ПГУС, 2015. — С. 109—112.
5. **Пименов С. И., Ибрагимов Р. А.** Особенности гидратации цемента и кинетика твердения тяжелого бетона в зависимости от параметров тепловлажностной обработки // Известие высших учебных заведений. Серия Строительство. — 2015. — № 9. — С. 7—24.
6. **Патент № 2551546** Российская Федерация, С1 С04В 40/00 С04В 28/04 С04В 24/00. Способ приготовления бетонной смеси / В. С. Изотов, Р. А. Ибрагимов, С. И. Пименов, Р. Р. Галиуллин, опубли. 27.05.2015, бюл. № 15. — 5 с.

S. I. Pimenov, Assistant, e-mail: 3.14manon@mail.ru,

R. A. Ibragimov, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering

Industrial Method of Production Precast Concrete without Steaming

The paper presents the results of industrial tests of the two-stage method of preparation of concrete mix, including a preliminary mechanochemical activation of cement slurry in a rotary-pulsation apparatus with subsequent mixing with the aggregate in the mixer to obtain a concrete mixture. The use of this method of concrete preparation allows to exclude subsequent heat treatment of concrete products from the technology in obtaining the required strength of the selling in the first days of hardening.

Keywords: mechanochemical activation, optimization, two-stage method of preparation of concrete mix, energy-saving, rotary-pulsation apparatus

References

1. **Rasporjzhenie** Pravitel'stva RF № 868-r ot 10.05.2016 Strategija razvitija promyshlennosti stroitel'nyh materialov na period do 2020 goda i dal'nejshuju perspektivu do 2030.
2. **Federal'nyj zakon** No. 261-FZ ot 23.11.2009 Ob jenergoberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty rossijskoj federacii.
3. **Korotkih D. N.** Povysenie prochnosti i treshhinostojkosti struktury sovremennyh cementnyh betonov: problemy materialovedenija i tehnologii: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora technicheskikh nauk. Voronezh, 2014. 41 p.

4. **Pimenov S. I., Ibragimov R. A.** Povysenie kinetiki tverdenija cementnyh kompozicij, poluchennyh mehanohimicheskoj aktivaciej vjazhushhego. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoj konferencii aspirantov i molodyh uchenyh. Teorija i praktika povyshenija jeffektivnosti stroitel'nyh materialov.* Penza: PGUS, 2015. P. 109–112.
5. **Pimenov S. I., Ibragimov R. A.** Osobennosti gidratacii cementa i kinetika tverdenija tjazhelogo betona v zavisimosti ot parametrov teplovlazhnostnoj obrabotki. *Izvestie vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo.* 2015. No. 9. P. 7–24.
6. **Patent No. 2551546** Rossijskaja Federacija, S1 S04V 40/00 S04V 28/04 S04V 24/00. Sposob prigotovlenija betonnoj smesi / V. S. Izotov, R. A. Ibragimov, S. I. Pimenov, R. R. Galiullin; opubl. 27.05.2015, bjul. No. 15. 5 p.

УДК 621.7:331.1

Р. М. Хисамутдинов, канд. техн. наук, доц., гл. технолог — директор технологического центра, **С. М. Портнов**, канд. техн. наук, гл. сварщик, e-mail: PortnovSM@kamaz.ru, ПАО "КАМАЗ", Набережные Челны,

Современные технологические решения и их отражение в профессиональных стандартах: опыт КАМАЗа

Статья посвящена вопросам разработки профессиональных стандартов для поддержания высокого профессионального уровня работников на предприятиях, использующих высокотехнологичное оборудование. Показана необходимость разработки профессиональных стандартов в области наноструктурированных PVD-покрытий, так как использование нанотехнологий в современных технологических процессах металлообработки предъявляет новые требования к квалификации и компетенциям работника. На примере профессионального стандарта "Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям" раскрыты основные особенности разработки профессиональных стандартов.

Ключевые слова: профессиональные стандарты, наноструктурированные PVD-покрытия, автомобильная промышленность

Введение

Федеральным законом № 122-ФЗ от 02.05.15 "О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ и ст. 11 и 73 Федерального закона об образовании в РФ". Трудовой кодекс был дополнен ст. 195.3 "Порядок

применения профессиональных стандартов", вступивший в силу 1 июля 2016 г. Положениями этой статьи предусмотрено, что применение профессиональных стандартов работодателями обязательно в тех случаях, когда Трудовым кодексом, другими федеральными законами, иными нормативными



правовыми актами РФ установлены требования к квалификации, необходимой работнику для выполнения определенной трудовой функции.

Для кадровых служб и работодателей профессиональные стандарты являются ориентирами и применяются в части наименования должностей, профессий и специальностей, определения трудовых функций, требований к образованию и опыту работы с учетом особенностей, обусловленных технологией и организацией производства и труда.

Профессиональные стандарты задают четкие и ясные требования к компетенции специалистов, служат ориентиром для получения знаний и навыков, гарантирующих востребованность на современном рынке труда, отражая не только сегодняшние, но и перспективные потребности профессиональной деятельности.

1. Наноструктурированные PVD-покрытия

В соответствии с Правилами разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации № 23 от 22.01.2013 [1], разработано более 30 профессиональных стандартов для специалистов в области наноиндустрии. К таким стандартам относятся и разрабатываемые профессиональные стандарты в области наноструктурированных PVD-покрытий.

В настоящее время нанотехнологии являются приоритетным направлением научно-технического развития всех развитых стран и уже используются в наиболее значимых областях человеческой деятельности. Стандартизация в области нанотехнологий имеет свои особенности и требует специально подготовленных кадров. Широкое внедрение в производство нанотехнологий требует от работников существенного обновления знаний и умений (компетенций) в области стандартизации [2].

В связи с этим разработка профессиональных стандартов в области наноструктурированных PVD-покрытий является актуальной задачей.

Большинство покрытий в настоящий момент выпускаются многослойными с целью создания требуемого уровня защиты инструментальной основы от механических и химических факторов

износа за счет комбинации свойств различных частей своей слоистой структуры.

Наноструктурированные PVD-покрытия находят свое применение в производстве инструмента, в автомобильной, авиационной, металлообрабатывающей промышленности, в машиностроении и в производстве промышленного оборудования. Так, на ПАО "КАМАЗ" за 2015 г. нанесены покрытия на более 30 000 единицах инструмента и компонентов автомобиля.

В рамках проекта "Производство автомобилей стандарта "Евро-4" в 2014 году ПАО "КАМАЗ" закупил комплексную линию нанесения износостойких покрытий ф.Eifeler (Германия). Комплексная линия вместе с новейшими технологиями обработки поверхности и осаждения покрытий позволяет обрабатывать поверхность инструментов и компонентов из стали конкурентоспособными на мировом рынке покрытиями как стандартными TiN, TiCN, CrN, CrCN, ZrN, так и многослойными на основе TiAlN, TiAlCN, и нанопокрытиями следующих заявленных торговых знаков EXXRAL® plus, EXXRAL® HP, SISTRAL, VARIANTA SUPRAL®, VARIANTIC.

Применение наноструктурированных PVD — покрытий для режущего инструмента растет год от года. За последние 10 лет произошел значительный рост применения данной технологии для компонентов автомобиля (см. рисунок).

2. Разработка профессиональных стандартов

Внедрение на предприятиях высокотехнологичного оборудования для нанесения наноструктурированных PVD-покрытий предъявляет новые требования к квалификации и компетенциям работника.

В Российской Федерации разработка проектов профессиональных стандартов осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ "О правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов" [1]; приказами Минтруда России "Об утверждении макета профессионального стандарта" [3], "Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов" [4], "Об

утверждении методических рекомендаций по разработке профессионального стандарта" [5].

Разработка профессиональных стандартов для специалистов предприятий по профессиям предусматривает использование нанотехнологий в области внедрения современных технологических процессов металлообработки, а также создания новых изделий на предприятиях автомобильного кластера.



Распределение применения PVD-покрытий в 2005 и 2015 гг.

Совместно с "Фондом инфраструктурных и образовательных программ (группа РОСНАНО) ПАО "КАМАЗ" принимает участие в качестве базового предприятия в создании следующих четырех профессиональных стандартов в области разработки и внедрения современных технологических процессов металлообработки:

1. Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям.
2. Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD-покрытий.
3. Специалист по исследованию и разработке наноструктурированных PVD-покрытий.
4. Специалист по подготовке научно-промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий.

3. Структура профессиональных стандартов

На примере разрабатываемого профессионального стандарта "Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям" рассмотрим характеристику квалификации, которая необходима работнику для выполнения своей профессиональной деятельности. Профессиональный стандарт включает:

- основную цель вида профессиональной деятельности — обеспечение разработки технологии нанесения износостойких наноструктурированных покрытий на металлы и контроль ее выполнения;
- группы занятий — коды общероссийского классификатора занятий: 1321, 2141, 2145, 3122;
- отнесение к видам экономической деятельности — обработка металлов и нанесение покрытий на металлы;
- описание трудовых функций (табл. 1);

Таблица 1

Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
А	Разработка технологических процессов подготовки и нанесения наноструктурированных PVD-покрытий	6	Подбор рецептуры под конкретный вид объекта	А/01.6	6
			Расчет норм расхода материалов, энергоресурсов для осуществления процесса нанесения покрытия	А/02.6	
			Проработка заказов на технологичность выполненных работ по нанесению PVD-покрытий	А/03.6	
			Анализ причин брака и выпуска изделий низкого качества с PVD-покрытиями	А/04.6	
			Разработка технологической документации, внесение изменений в связи с коррекцией технологического процесса получения PVD-покрытия	А/05.6	
			Расчет технологической трудоемкости процессов подготовки и нанесения PVD-покрытий	А/06.6	
В	Контроль соблюдения технологической дисциплины процесса получения наноструктурированных PVD-покрытий	7	Разработка и внедрение методов и инструкций по проведению исследований качества наносимого наноструктурированного PVD-покрытия	В/01.7	7
			Контроль соблюдения технологической дисциплины подготовки поверхности изделия	В/02.7	
			Составление годовых заявок на материалы, комплектующие, оборудование	В/03.7	
			Составление технического задания на изготовление специальной оснастки	В/04.7	
			Проведение инструктажей по охране труда и техники безопасности, обучения на рабочем месте	В/05.7	
			Контроль эксплуатации технологического оборудования и предоставления на периодическую государственную поверку	В/06.7	
			Оформление документации соблюдения технологической дисциплины процесса нанесения наноструктурированных PVD-покрытий	В/07.7	



Таблица 2

Трудовая функция "Подбор рецептуры под конкретный вид объекта"

Трудовые действия	Анализ конструкторской документации на объект (заготовку)
	Анализ возможности нанесения заданного в техническом задании вида PVD-покрытия
	Анализ методов подготовки поверхности объекта (заготовки)
	Определение оптимального рецепта нанесения PVD-покрытия и технологии подготовки поверхности объекта (заготовки)
	Определение оптимальной загрузки камеры вакуумной установки
Необходимые умения	Выбирать и разрабатывать состав PVD-покрытия для конкретных видов объектов и условий эксплуатации
	Выбирать экономически оправданную технологию нанесения покрытий для обеспечения максимальной износостойкости и надежности в эксплуатации
	Применять методы упрочнения материала износостойкого покрытия путем направленного изменения температурного режима его конденсации, изменения его состава, изменения состава реакционной среды при его конденсации
Необходимые знания	Основные требования, предъявляемые к износостойким покрытиям
	Показатели совместимости покрытий с рабочими поверхностями объектов
	Классификация PVD-покрытий, показатели функциональных характеристик наноструктурированных PVD-покрытий
	Технологические условия формирования однослойных и многослойных покрытий PVD-методами
Другие характеристики	—

характеристику обобщенных трудовых функций, включающую возможные наименования должностей, профессий; требования к опыту практической работы; образованию и обучению; особые условия допуска к работе и другие характеристики;

описание трудовых действий, например трудовой функции "Подбор рецептуры под конкретный вид объекта" (табл. 2).

В разрабатываемых профессиональных стандартах по наноструктурированным PVD-покрытиям зафиксированы функции, работы, продукты, технологии, определены знания, умения и компетенции, которыми должен обладать профессионал. Стандарты разрабатываются для формирования требований работодателей к работникам, а для начинающих свою деятельность в них показано, что они должны освоить, чтобы сдать квалификационный экзамен.

Заключение

Профессиональные стандарты раскрывают профессиональную деятельность специалистов, находящихся на различных квалификационных уровнях и связанных общей технологической задачей (исследования, производства, проектирования, обслуживания). При этом описания требований к специалисту в профессиональных

стандартах носят комплексный характер с использованием современной конструкции в виде сочетаний требований к знаниям, умениям и компетенциям, профессиональному опыту. Эти особенности профессиональных стандартов делают их основными элементами, связывающими сферу труда и сферу профессионального образования.

Профессиональные стандарты должны стать подлинным ориентиром для системы профессионального образования, обязательным при разработке образовательных программ наших вузов, лицеев и колледжей. Они должны подтверждать профессиональный уровень специалистов.

Список литературы

1. **Постановление** Правительства РФ от 22.01.2013 № 23 (ред. от 23.09.2014) "О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов".
2. **Наврузова Л. А., Шламкова Н. А., Попов В. А., Полякова Е. А.** Профессиональный стандарт "Специалист по стандартизации инновационной продукции наноиндустрии" и его назначение // Современная лабораторная практика. — 2015. — Март. — С. 8—14.
3. **Приказ** Минтруда России от 12.04.2013 № 147н "Об утверждении макета профессионального стандарта".
4. **Приказ** Минтруда России от 12.04.2013 № 148н "Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов".
5. **Приказ** Минтруда России от 29.04.2013 № 170н "Об утверждении методических рекомендаций по разработке профессионального стандарта".

R. M. Khisamutdinov, Chief Technologist, **S. M. Portnov**, Chief Welder,
e-mail: PortnovSM@kamaz.ru, KAMAZ Publicly Traded Company,
Naberezhnye Chelny

Modern Technological Solutions and their Reflection in the Professional Standards: KAMAZ Experience

The article is devoted to the development of high professional standards to maintain a high professional level of employees in enterprises that use high-tech equipment. The necessity of the development of professional standards in the field of nanostructured PVD-coated, as the use of nanotechnology in modern technological metalworking processes imposes new requirements on qualification and competence of employees. For example, the professional standard "Technologist on nanostructured PVD-coatings" disclosed the main features of the development of professional standards.

Keywords: professional standards, nanostructured coatings, automobile industry

References

1. **Postanovlenie** Pravitelstva RF ot 22.01.2013 No. 23 (red. ot 23.09.2014) "O Pravilah razrabotki, utverzheniya i primeneniya professionalnykh standartov".
2. **Navruzova L. A., Shlamkova N. A., Popov V. A., Polyakova E. A.** Professionalnyy standart "Spetsialist po standartizatsii innovatsionnoy produktivnoy nanoindustrii" i ego naznachenie. *Sovremennaya laboratornaya praktika*. 2015. Mart. P. 8—14.
3. **Prikaz** Mintruda Rossii ot 12.04.2013 No. 147n "Ob utverzhenii Maketa professionalnogo standarta".
4. **Prikaz** Mintruda Rossii ot 12.04.2013 No. 148n "Ob utverzhenii urovney kvalifikatsii v tselyakh razrabotki proektov professionalnykh standartov".
5. **Prikaz** Mintruda Rossii ot 29.04.2013 No. 170n "Ob utverzhenii metodicheskikh rek-omendatsiy po razrabotke professionalnogo standarta".

ЧЕЛОВЕК и БЕЗОПАСНОСТЬ

9-я международная специализированная выставка

19–21 сентября 2017 года | г. Минск, пр. Победителей, 20/2



Направления экспозиций:

- Информационная безопасность
- Интегрированные системы безопасности и жизнеобеспечения объектов
- Средства спасения, пожарная безопасность, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций
- Средства противодействия экстремизму, робототехнические комплексы и системы военного, специального и двойного назначения
- Безопасность транспортных систем и дорожного движения
- Промышленная безопасность, охрана и гигиена труда. Рабочая, специальная и защитная одежда и обувь
- Экологическая безопасность, радиационная, химическая и биологическая защита
- Личная безопасность, охрана жизни, здоровья, жилища, имущества граждан
- Научно-технические достижения в области безопасности и другие

Контакты: e-mail: alexdas@expoforum.by skype: alexander_dasiukevich
www.expoforum.by

УДК 504.06

А. Н. Кузнецов, нач. отдела, **Р. А. Шагидуллина**, д-р хим. наук, нач. Управления, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Казань, **А. Р. Шагидуллин**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань

Обеспечение экологической безопасности как обязательное условие создания благоприятной среды

Представлена информация об экологических проблемах и об обеспечении экологической безопасности в Республике Татарстан. Отражены основные механизмы управления для обеспечения экологической безопасности территорий: экологический мониторинг, государственный экологический надзор, принятие природоохранных программ, экологическое нормирование, экологическая экспертиза, эффективное ресурсосбережение и экологическое просвещение и воспитание. Обоснована приоритетность создания качественной и комфортной для жизни городской среды как одного из направлений развития Республики Татарстан.

Ключевые слова: экологическая безопасность, охрана окружающей среды, качество окружающей среды, экологические проблемы

В соответствии с законодательством Российской Федерации хозяйственная деятельность должна осуществляться на основе главных принципов охраны окружающей среды, определенных требованиями ст. 3 Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 "Об охране окружающей среды". Данными принципами предусмотрены:

- презумпция экологической опасности планируемой деятельности;
- учет природных и социально-экономических особенностей территорий;
- допустимость воздействия деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на основе использования наилучших существующих технологий;
- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды.

Именно с учетом принципов охраны окружающей среды для обеспечения устойчивого развития территории в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса Российской Федерации определена необходимость подготовки и утверждения документов территориального планирования. От качества проработки стратегии

развития территорий во многом зависит возможность дальнейшего обеспечения благоприятной окружающей среды.

Градостроительная деятельность в части разработки градостроительной документации, прежде всего, осуществляется с целью обеспечения планирования дальнейшего поступательного развития территории, ее рационального использования, привлечения инвестиций, обеспечения потребностей населения. При этом необходимо отметить, что принятие решений о развитии промышленных производств, размещении новых производственных мощностей в целях повышения экономического уровня территорий, размещение жилых кварталов и объектов социальности, развитие инженерно-транспортной инфраструктуры поселения не должно идти в разрез с обеспечением экологической безопасности территории.

Грамотный подход к изучению существующих экологических проблем территории на уровне подготовки документа территориального планирования позволяет в дальнейшем принимать грамотные управленческие решения как по вопросам разрешения существующих проблем, так и по предотвращению новых.

Постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 21.02.2011 г. № 134 утверждена

Схема территориального планирования Республики Татарстан. В соответствии с данным документом список проблем экологической безопасности Республики Татарстан включает в себя:

- ухудшение демографической ситуации и состояния здоровья населения;
- высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта;
- химическое загрязнение питьевой воды, подаваемой населению по системе централизованного водоснабжения;
- загрязнение поверхностных водных объектов сбросами и выбросами промышленных предприятий, транспорта и предприятий коммунального хозяйства;
- аккумулярованное загрязнение почвы вследствие долговременного выброса загрязняющих веществ от автотранспорта и промышленных предприятий;
- экологическую опасность загрязнения окружающей природной среды от неорганизованного хранения бытовых и промышленных отходов;
- загрязнение атмосферного воздуха выбросами от промышленных предприятий;
- экологическую опасность объектов на промышленных предприятиях, возможность экологических аварий и катастроф.

Мировой опыт показывает, что основой успешного решения экологических проблем и предотвращения экологических катастроф является экологизация социально-экономической системы как всего государства, так и его отдельных районов. Экологическая безопасность отдельного района как составная часть национальной безопасности является обязательным условием устойчивого развития региона в целом и выступает основой сохранения природных систем и поддержания качества окружающей среды.

Реализацию эффективной экологической политики определяют принципы, заложенные в Хартии Земли, в Концепции экологической безопасности Республики Татарстан, определенные Экологическим кодексом Республики Татарстан, а также главным стратегическим документом республики — Стратегией социально-экономического развития Республики Татарстан на период до 2030 года. В этом документе экологизация экономики Республики Татарстан представлена как одна из основных задач обеспечения качества жизни населения республики на основе устойчивого, динамичного развития экономики, создания

благоприятной окружающей среды и эффективного использования природных ресурсов.

В Республике Татарстан вопросам обеспечения экологической безопасности уделяется особое внимание. Так, 2013 год в Российской Федерации стал годом охраны окружающей среды. В Республике Татарстан этот год был проведен под знаком Года экологической культуры и охраны окружающей среды. 2013 год ознаменован проведением Всемирной летней Универсиады в г. Казани, что явилось дополнительным катализатором для усиления и консолидации сил всех органов власти в вопросах обеспечения экологической безопасности. 2015 год прошел в Республике под знаком Года парков и скверов. 2016 год стал Годом водоохраных зон Волги и Камы.

2017 год провозглашен Годом экологии в России. Цель данного решения — привлечь внимание к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере и улучшить состояние экологической безопасности страны. Для обеспечения экологической безопасности территорий предусмотрены следующие основные механизмы управления: экологический мониторинг, государственный экологический надзор, принятие природоохранных программ, экологическое нормирование, экологическая экспертиза, эффективное ресурсосбережение и экологическое просвещение и воспитание.

Для эффективного решения вопросов охраны окружающей среды обеспечено формирование экологического кластера Республики Татарстан, включающего в себя деятельность промышленных предприятий, муниципальных образований, а также деятельность Федеральных и республиканских природоохранных органов с их научным сопровождением Академией Наук Республики Татарстан, учебными заведениями всех уровней, а также с участием общественных экологических организаций.

Учитывая, что управлять качеством окружающей среды можно только при наличии оперативной и достоверной информации о загрязненности окружающей среды, Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан (далее — Министерство) сформирована территориальная система наблюдений за состоянием окружающей среды РТ.

Для обеспечения качества окружающей среды Министерством проводятся обследования с использованием беспилотного летательного



аппарата (с тепловизором) береговых линий водных объектов для выявления санкционированных и несанкционированных мест выпуска сточных вод; выявления мест несанкционированного размещения бытовых и строительных отходов.

Кроме того, для улучшения качества окружающей среды в республике ведется локальный экологический мониторинг. В качестве примера может быть приведена система локального мониторинга атмосферного воздуха крупными предприятиями Нижнекамского промышленного узла (Нижнекамскнефтехим, ТАНЕКО, две Нижнекамские ТЭЦ).

Для визуализации данных, возможности подготовки различных отчетов, анализа информации за различные периоды деятельности, получаемой в рамках надзорных мероприятий и мониторинга окружающей среды, данные отражаются на ГИС "Экологическая карта Республики Татарстан", содержащей различные слои, относящиеся к тому или иному виду деятельности.

Обеспечению экологической безопасности способствует активная позиция населения. Созданная в 2012 г. ГИС "Народный контроль" удобна тем, что у жителей нет необходимости анализировать, в какую службу они должны обратиться со своим вопросом. За первое полугодие 2016 г. в адрес Министерства через ГИС "Народный контроль" поступило 700 обращений от населения.

В 2014 г. аналогичная ГИС "Школьный патруль" создана для учащихся школ. Данная система позволяет школьникам при помощи смартфонов отправлять информацию в ГИС.

На обеспечение экологической безопасности направлено эффективное планирование и реализация природоохранных мероприятий в рамках природоохранных программ. В настоящее время в Республике Татарстан реализуется Государственная программа "Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов Республики Татарстан на 2014—2020 годы", утвержденная постановлением Кабинета Министров Республики.

Выполнение природоохранных мероприятий предусматривается также в Программах природоохранных мероприятий, принимаемых предприятиями республики. Наиболее крупные предприятия принимают долгосрочные программы. Необходимость принятия Программ природоохранных мероприятий связана с тем, что в Республике Татарстан помимо промышленности,

продолжающей свое развитие, характерно функционирование предприятий на общей промышленной территории. В таких условиях негативное воздействие на окружающую среду отдельных предприятий дополнительно усиливается.

Помимо темы по обеспечению экологической безопасности территории в целом, стоит отметить, что активными темпами набирает обороты внедрение так называемых "зеленых" стандартов объектов недвижимости. "Зеленые" стандарты — это критерии, определяющие повышенные ориентиры природоохранных требований в строительстве зданий, в организации архитектурно-планировочных решений развития территории. Использование критериев "зеленых" стандартов — это инструмент для внедрения новых высоких технологий по обеспечению экологической безопасности, энергосбережению и энергоэффективности, оптимизации транспортной и социальной инфраструктуры, мониторингу за экологическим состоянием объектов недвижимости, товаров и услуг на базе правоприменительной практики действующих международных стандартов.

"Зеленое" строительство — это важнейшее направление в мировой строительной индустрии, которое является системным продолжением строительства энергоэффективных и экологических зданий, и создает новый механизм перехода традиционного проектирования и строительства к проектированию и строительству современной устойчивой среды обитания человека.

Работа по развитию достаточно нового направления по внедрению "зеленых" стандартов начата в республике в 2013 г. На сегодняшний день в целях поддержки и возможности использования критериев, определяющих повышенные ориентиры природоохранных требований в строительстве зданий, в организации архитектурно-планировочных решений развития территории, приняты и действуют соответствующие распоряжения Кабинета Министров Республики Татарстан от 31.05.2013 г. № 930-р и от 01.03.2014 г. № 402-р.

В настоящее время в республике активная работа по использованию "зеленых" стандартов проводится при создании проекта "умного" города "Иннополис", а также некоторых проектов планировок территорий (например, Казанский Зооботсад) и индивидуальных зданий (здание Сувар-Плаза имеет Серебряный сертификат GREEN ZOOM).

Общероссийской становится тенденция перехода к "зеленой" экономике. В соответствии с поручением Правительства Российской Федерации Министерству экономического развития РФ совместно с заинтересованными органами исполнительной власти поручено проработать вопрос о переходе к развитию чистых производств (к "зеленой" экономике) в рамках реализации программ социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. Ориентируясь на заданные параметры, принципы "зеленых" стандартов включены в Стратегию социально-экономического развития Республики Татарстан на период до 2030 года.

Наибольшую эффективность имеет реализация предупредительных мер, поэтому огромное значение имеют работы, связанные с экологическим образованием и просвещением. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан систематически проводит Уроки чистоты с охватом максимального количества учебных учреждений республики. Кроме того, Министерство проводит различные акции: "Зеленая Россия", "Сделаем вместе" и др. Ежегодно Министерство

проводит республиканские конкурсы: "Эколидер", "Человек и природа", где отмечаются наилучшие производственные предприятия, отмечаются лучшие работы средств массовой информации в области охраны окружающей среды.

Экологическая безопасность — состояние защищенности жизненно важных экологических интересов человека, прежде всего его прав на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую среду.

Постоянное совершенствование качества городской среды и создание комфортной среды для жизни является одним из приоритетных направлений развития Республики Татарстан. Республика стремится к качественному преобразованию городской среды, к созданию экологических общественных пространств, парков. От того, какой будет городская среда, под чем подразумевается не только благоустройство, но и качество здравоохранения, образования, внедрение современных информационных технологий, зависит благополучие населения. Поэтому достижение экологической безопасности — важная задача общества.

A. N. Kuznecov, Head of Department, **R. A. Shagidullina**, Head of Management, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru, Ministry of ecology and natural resources of the Republic of Tatarstan, Kazan, **A. R. Shagidullin**, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan

Environmental Security as a Prerequisite of Creating a Favorable Environment

The article presents information about the environmental problems and ensuring of ecological safety in the Republic of Tatarstan. The basic control mechanisms to ensure environmental safety of the territories are the environmental monitoring, state environmental control, environmental programs, environmental regulations, environmental expertise, cost-effective use of resources and environmental education. The author substantiates the priority of creating of quality and comfortable city environment as one of directions of development of the Republic of Tatarstan.

Keywords: ecological safety, environmental protection, environmental quality, environmental problems



УДК 504.064.36

Р. А. Шагидуллина, д-р хим. наук, нач. Управления, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Казань,
А. Р. Шагидуллин, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань

О системе инструментального и расчетного экологического мониторинга

Представлена информация о развитии территориальной системы наблюдения за состоянием окружающей среды, созданной и развиваемой Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан в рамках полномочий органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Описана система традиционного инструментального мониторинга качества атмосферного воздуха, водных объектов и почв. Рассмотрено применение системы расчетного мониторинга (сводных расчетов) для идентификации источников загрязнения атмосферы, работа которых могла послужить причиной зарегистрированных фактов нарушения нормативов качества атмосферного воздуха при зафиксированных метеорологических условиях. Отражено развитие локального мониторинга на предприятиях республики в целях увеличения эффективности контроля за соблюдением нормативов.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, атмосферный воздух, поверхностные водные объекты, почвы, инструментальный мониторинг, расчетный мониторинг (сводные расчеты), локальный мониторинг, контроль загрязнения

Республика Татарстан — один из наиболее развитых в экономическом отношении регионов Российской Федерации. По объему валового регионального продукта республика занимает шестое место среди субъектов Российской Федерации, по объему промышленного производства и строительства — пятое место.

В республике сосредоточено большое число крупных предприятий таких отраслей промышленности, как нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, химическая, нефтехимическая. Активно развивается строительная индустрия, энергетика, машиностроение. Республика имеет сильный агропромышленный комплекс. В рамках полномочий органов государственной власти субъектов Российской Федерации Республика Татарстан с 2006 г. проводит работы по созданию и обеспечению функционирования территориальной системы наблюдения за состоянием окружающей среды.

Эта система наблюдений так называемая система инструментального экологического мониторинга состоит из 8 современных стационарных экоаналитических лабораторий, 16 автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, 6 передвижных экологических лабораторий, патрульного эколого-аналитического

судна "Фламинго" и 3 катеров (КС-701 — 2 ед. и КС-110 — 1 ед.). Она включает в себя наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, почв, водных объектов.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха осуществляются в республике в 123 точках с выполнением свыше 2 млн анализов в год. Кроме того, по ряду загрязняющих веществ (пыль, оксид углерода, сероводород, диоксид серы, оксиды азота, аммиак, бензол, ксилолы, толуол, этилбензол, окись этилена, формальдегид, фенол, гексан, гептан, октан, нонан, декан, метан, этан, этен, пропан, пропен, изо-бутан, бутан, изо-бутен, бутен-1, бутен-2, изо-пентан, пентан) контроль ведется непрерывно в автоматическом режиме.

В республике ведутся регулярные наблюдения за загрязнением поверхностных вод в 71 пункте наблюдения по гидрохимическим показателям на 37 водных объектах. Также осуществляются наблюдения за состоянием водных объектов в зоне прямого влияния выпусков сточных вод в 132 точках на 60 водных объектах. В течение года выполняется свыше 39 тыс. анализов отобранных проб воды.

В настоящее время Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан (далее — Министерство) прорабатывает вопрос организации

обобщения данных локального мониторинга водных объектов, поступающих от водопользователей республики в составе отчетов об исполнении условий документов на водопользование.

Для оперативного контроля загрязнения поверхностных вод используется патрульное судно эколого-аналитического контроля "Фламинго". Установленное на судне оборудование позволяет проводить контроль качества поверхностных вод по гидрохимическим и гидрофизическим показателям; проводить зондирование дна и толщи воды с использованием эхолота для обнаружения несанкционированных источников сбросов; определять точное местоположение выпусков сточных вод; осуществлять отбор проб воды и донных отложений для дальнейшего анализа в условиях стационарных лабораторий.

Мониторинг загрязнения почв республики осуществляется в 300 точках. За год проводится свыше 1,5 тыс. анализов проб почв. Проводимые работы позволили обеспечить эффективное выполнение программы предоставления земельных участков многодетным семьям.

Информация в рамках мониторинга различных сред интегрирована в геоинформационную систему (ГИС) "Экологическая карта Республики Татарстан". Это позволяет комплексно оценивать и выявлять факторы, сдерживающие улучшение экологической ситуации. Одной из важнейших задач ГИС "Экологическая карта Республики Татарстан" является визуализация данных о качестве окружающей среды и непосредственное использование в надзорной деятельности. На карте в виде отчетов и графиков отображается информация о результатах наблюдений за различными средами.

С целью обеспечения согласованной работы в рамках государственной системы мониторинга окружающей среды Министерством в 2011 г. заключено и реализуется Соглашение с Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан о подготовке к реализации пилотного проекта "Создание и развитие единой системы государственного мониторинга атмосферного воздуха на территории Республики Татарстан как составной части государственного экологического мониторинга". В рамках подписанного Соглашения между Министерством и Управлением с 2011 г. ведется взаимный обмен информацией.

На атмосферный воздух крупных городов оказывает воздействие одновременно большое число

предприятий со сходными выбросами. Возникает необходимость идентифицировать источники, вносящие наибольший вклад в загрязнение территорий при конкретных метеоусловиях. Для этой работа территориальной системы наблюдения за состоянием атмосферного воздуха должна быть подкреплена данными расчетного мониторинга (систем сводных расчетов).

К настоящему времени завершено создание систем сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха для трех крупнейших городов республики — столицы республики г. Казань, г. Набережные Челны, в котором сосредоточены предприятия машиностроения, и г. Нижнекамск, где функционирует и активно развивается Нижнекамский промышленный узел. Также созданы сводные базы данных по стационарным источникам загрязнения атмосферы для г. Альметьевска, на территории которого на атмосферу оказывает влияние работа нефтедобывающих производств, и г. Зеленодольска, на территории которого функционируют крупные машино- и судостроительные производства.

На территориях с тесным размещением промышленных площадок различных производственных предприятий задача идентификации источников выбросов, оказывающих влияние на зону отбора проб при зафиксированных метеоусловиях, может решаться лишь с применением сводных расчетов.

Созданная в Татарстане система расчетного мониторинга используется также для оценки качества окружающей среды при принятии градостроительных решений (например, при проводимой разработке генерального плана г. Казани), при организации подготовки и проведения различных мероприятий, в том числе спортивных. Имеющиеся наработки позволяют также проводить анализ допустимости дальнейшего наращивания производственных мощностей предприятий. Например, на основе результатов сводных расчетов было принято решение об ограничении использования мазута на двух Нижнекамских ТЭЦ.

В республике существенное внимание уделяется также развитию локальных систем мониторинга окружающей среды. В качестве примера может быть приведена локальная система мониторинга атмосферного воздуха г. Нижнекамска: четыре крупнейших предприятия республики (Нижнекамскнефтехим, ТАНЕКО, две Нижнекамские ТЭЦ) в зоне влияния Нижнекамского промышленного узла



эксплуатируют восемь автоматических постов контроля качества атмосферного воздуха, позволяющих вести эффективный контроль за соблюдением безопасного для атмосферного воздуха режима работы производств. Кроме того, АО "ТАНЕКО" в инициативном порядке обеспечило установку системы автоматического контроля соблюдения нормативов выбросов на двух источниках загрязнения атмосферы, оказывающих наибольшее воздействие на состояние атмосферного воздуха.

Проводимые измерения позволяют производственным предприятиям оперативно реагировать на повышение содержания загрязняющих веществ в зоне влияния имеющихся производств либо непосредственно в выбросах от организованных источников и своевременно предпринимать необходимые меры реагирования.

С 01.01.2018 г. вступают в силу изменения к ст. 67 Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 "Об охране окружающей среды" и ст. 25 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха". Вводится требование по оснащению стационарных источников выбросов на объектах I категории автоматическими средствами измерения количества выбросов загрязняющих веществ с возможностью передачи получаемых данных в фонд данных государственного экологического мониторинга.

В настоящее время большую актуальность имеет принятие решения Правительства РФ, касающегося определения перечня стационарных источников и перечня загрязняющих веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов. Принятие этого документа позволит предприятиям приступить к организации работ по обеспечению своевременной установки оборудования для автоматического контроля выбросов в атмосферу.

В рамках развития территориальной системы наблюдения за состоянием окружающей среды в 2016 г. Министерством приобретен аппаратно-программный комплекс на базе хроматографа "Хроматэк-Кристалл 5000" по идентификации химических соединений в окружающей среде в целях своевременного реагирования на факты повышенного загрязнения окружающей среды, определения возможного (предполагаемого) источника загрязнения и своевременного предотвращения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности.

Дальнейшее развитие территориальной системы наблюдения за состоянием окружающей среды в республике с использованием системы расчетного мониторинга позволит управлять качеством окружающей среды в Татарстане.

R. A. Shagidullina, Head of Management, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru, Ministry of ecology and natural resources of the Republic of Tatarstan, Kazan,
A. R. Shagidullin, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan

About the System of Instrumental and Calculation Environmental Monitoring

The article presents information about the development of a territorial monitoring system for the environment, created and developed by the Ministry of ecology and natural resources of the Republic of Tatarstan in the framework of the powers of executive agencies of subjects of the Russian Federation. Describes the system of instrumental monitoring of quality of atmospheric air, water objects and soils. The article discusses the use of summary calculations for identification of sources of air pollution, which could cause the recorded violations of standards for ambient air quality at fixed meteorological conditions. Characterizes the development of local monitoring at enterprises of the Republic in order to increase the effectiveness of control of emission limit values.

Keywords: environment, pollution, ambient air, surface water bodies, soil, instrumental monitoring, calculation monitoring, summary calculations, local monitoring, pollution control

УДК 614.8.084

О. А. Степушенко, зам. министра по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Республики Татарстан¹, зав. кафедрой²,
Е. В. Муравьева², д-р пед. наук, зав. кафедрой, e-mail: elena-kzn@mail.ru,
Е. И. Халикова¹, нач. отдела, **Д. Ш. Сибгатуллина**, нач. отдела¹,
доц. кафедры²

¹ МЧС Республики Татарстан

² Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ

Аппаратно-программный комплекс "Безопасный город" как фактор снижения риска возникновения ЧС

Рассмотрен программно-аппаратный комплекс "Безопасный город" как фактор формирования комплексной области безопасности.

Показано, что масштабность реализации данной идеи возможна только в случае четкой работы всех служб: органов внутренних дел, МЧС, служб ЖКХ и пр., так как аппаратно-программный комплекс "Безопасный город" позволяет быстро и четко реагировать на любые возникающие проблемы и ЧС, давая возможность их предупреждения, что является одной из основных задач безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: предупреждение чрезвычайных ситуаций, риск, безопасность, аппаратно-программный комплекс "Безопасный город", угроза жизнедеятельности населения, повышение уровня природно-техногенной безопасности

Республика Татарстан вносит значительный вклад в российскую экономику: это и выпуск каждого третьего грузовика, и каждой третьей шины, и добыча более 6 % всей российской нефти, и производство более половины от общероссийского объема полиэтилена и полистирола [1].

В республике насчитывается 3329 предприятий, которые эксплуатируют 8993 опасных производственных объекта. В зонах воздействия их возможных поражающих факторов проживают более 50 % населения республики, проходят нефте-, газо- и продуктопроводы протяженностью более 10 тыс. км, транзитом транспортируется более 30 видов аварийных химически опасных веществ [2].

Несмотря на позитивную экономическую составляющую, все это усиливает негативное воздействие различных факторов на население, производственную и социальную инфраструктуру, экологическую систему, приводит к увеличению риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и, следовательно, представляет возрастающую угрозу жизнедеятельности человека и социально-экономическому развитию Республики Татарстан.

Одним из показателей данной угрозы является прогнозируемый уровень уязвимости к источникам чрезвычайных ситуаций, который рассчитывается по формуле

$$I_{\text{пр}} = IK,$$

где I — показатель уязвимости; K — коэффициент, учитывающий динамику (положительную или отрицательную) изменения в инженерно-технической защищенности территории и объектов.

Показатель уязвимости рассчитывается по формуле

$$I = \frac{N_{\text{ЧС}}}{N_{\text{ист}}},$$

где $N_{\text{ЧС}}$ — число ЧС за оцениваемый период; $N_{\text{ист}}$ — общее число источников ЧС за период наблюдений [3].

К снижению уровня уязвимости должно привести повышение общего уровня природно-техногенной безопасности и правопорядка, оперативности реагирования сил и средств при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и происшествий, что и является основной целью



построения и развития аппаратно-программного комплекса (АПК) "Безопасный город".

Достижение этой цели предполагается за счет повышения эффективности деятельности органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) путем создания единых стандартов функциональных технических требований к системам безопасности, внедрения принципиально новой комплексной информационной системы, обеспечивающей мониторинг, прогнозирование и предупреждение возможных угроз, контроль за устранением последствий чрезвычайных ситуаций и правонарушений, а также межведомственное взаимодействие с использованием современных и инновационных технологий [4].

АПК "Безопасный город" — это совокупность комплексов средств автоматизации (КСА) существующих и перспективных федеральных, региональных, муниципальных и объектовых автоматизированных систем на местном уровне, объединенных для решения задач в сфере обеспечения защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, общественной безопасности и правопорядка, а также взаимодействующих с ними автоматизированных систем в рамках единой региональной информационно-коммуникационной инфраструктуры [5].

Концепция построения и развития АПК позволяет консолидировать результаты уже реализованных и реализуемых систем, направленных на снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, повышение безопасности дорожного движения, профилактику правонарушений и усиление борьбы с преступностью, информатизацию и защиту информации в рамках АПК "Безопасный город", а также обеспечить доступ к информации всех органов управления РСЧС уже к 2020 г.

АПК "Безопасный город" строится и развивается как интеллектуальная многоуровневая автоматизированная система управления безопасностью на территориях муниципальных образований и республики в целом.

Актуальность мероприятий по обеспечению общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания в целом и муниципальных образований в частности обуславливается наличием различного рода угроз (природного, техногенного, биолого-социального, экологического и другого характера) для всей среды обитания населения (жилых, общественных и административных зданий, объектов промышленного и

сельскохозяйственного производства, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, технических сооружений, систем коммунального хозяйства и водоотведения, природных ресурсов и др.) [6].

Мировая практика показывает, что основными проблемами, порождающими возникновение техногенных чрезвычайных ситуаций, являются:

- высокий уровень износа основных и производственных фондов и систем защиты;
- нарушение правил и требований при эксплуатации, а также правил дорожного движения всех видов транспорта;
- низкий уровень подготовленности и практических навыков обслуживающего персонала;
- слабое взаимодействие заинтересованных органов государственной власти и организаций;
- недостаточный уровень надзора за состоянием технических средств, несовершенство методов контрольно-надзорной деятельности;
- ухудшение материально-технического обеспечения;
- снижение качества регламентных работ;
- нарушение правил и техники безопасности, неосторожное обращение с огнем и умышленные поджоги;
- высокий уровень выработки ресурса основного технологического оборудования и неудовлетворительное состояние основных фондов в целом [7].

Работы по созданию АПК "Безопасный город" начались с 2004 г. при подготовке к празднованию 1000-летия основания г. Казани. Была создана система видеонаблюдения для контроля общественного порядка и безопасности, своевременного реагирования на ситуации чрезвычайного характера; внедрены АПК распознавания личности по биометрическим параметрам с установкой оборудования на транспортных узлах (в аэропортах, на ж/д вокзалах, автовокзалах, в торгово-спортивных комплексах), система автоматизированного учета и анализа происшествий, система позиционирования подвижных объектов патрульно-постовой службы, система защищенного мобильного доступа к ведомственным информационным ресурсам.

Для выполнения задач органов повседневного управления местного (городского) звена территориальной подсистемы РСЧС Республики Татарстан во всех муниципальных образованиях созданы единые дежурно-диспетчерские службы (ЕДДС) с общей численностью 292 единицы. Все ЕДДС муниципальных районов оснащены современными каналами связи с использованием оптоволоконных линий.

На всех спортивных объектах 27-й Всемирной летней Универсиады 2013 г. были установлены

камеры видеонаблюдения, системы радиационно-химического контроля и системы контроля доступа.

В соответствии с утвержденной Концепцией функциональная архитектура АПК "Безопасный город" состоит из четырех блоков [5].

Блок № 1 "Безопасность населения и муниципальной/коммунальной инфраструктуры" состоит из четырех систем.

Система-112 (экстренные вызовы) — система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру "112" в Республике Татарстан функционирует с 2009 г., которая в 2013 г. прошла государственные испытания. Она интегрирована с информационными системами МВД России по Республике Татарстан и Министерством здравоохранения Республики Татарстан. Республика Татарстан явилась первым в Российской Федерации субъектом, в котором было принято решение о введении Системы-112 в эксплуатацию. Прием вызовов осуществляется в двух центрах обработки вызовов в г. Казань и г. Набережные Челны. Ежедневно принимается и обрабатывается более 5 тыс. звонков. За 2015 и 2016 гг. принято 3 897 165 звонков.

Комплексная система экстренного оповещения населения (КСЭОН). В 2013—2014 гг. в 197 зонах республики, подверженных воздействию подтопления и лесных пожаров, создана такая система, которая интегрирована с региональной системой оповещения. Ведутся работы по сопряжению локальных систем оповещения опасных производственных объектов с региональной автоматизированной системой централизованного оповещения.

Также функционируют 45 комплексов общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения (ОКСИОН), терминалы системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения (СЗИОНТ), организован перехват теле- и радиоканалов, создана система информирования населения с использованием домофонного оборудования.

Реализован пилотный проект оповещения населения с использованием стандартных технологий сетей подвижной радиотелефонной (мобильной) связи типа Cell Broadcast (адресное оповещение абонентов в определенной зоне, например, в зоне развития ЧС).

Система видеонаблюдения. В настоящее время в МВД России по Республике Татарстан и ГУ МЧС России по Республике Татарстан выведен сегмент видеонаблюдения, позволяющий в случае поступления информации о чрезвычайной ситуации или происшествии использовать видеокamеры для принятия правильных решений и отслеживания

ситуации в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций. Функционирует система видеонаблюдения спортивных объектов (более 2,5 тыс. камер), система городского видеонаблюдения (включает около 15 тыс. видеокamер: из них 2273 видеокamеры размещено в местах массового пребывания жителей республики, в том числе 602 камеры в г. Казани; более 6500 видеокamер установлено на многоквартирных жилых домах, из них 4935 в г. Казани), система видеонаблюдения безопасности транспорта (на перекрестках), что позволило повысить раскрываемость тяжких и особо тяжких преступлений в Республике Татарстан за 5 месяцев 2016 г. (в сравнении с аналогичным периодом 2015 г.) на 2,9 %, разбоев — на 1,4 %, грабежей — на 9,3 %, краж — на 0,9 %. Однако ухудшилась раскрываемость убийств на 4,4 %. В целом, раскрываемость преступлений в Татарстане (56,9 %) ниже, чем в среднем по стране (58,1 %). При этом в республике положительная динамика отмечена в раскрываемости тяжких и особо тяжких преступлений, изнасилований, разбоев, грабежей и краж из квартир. Резко возросло число раскрытых убийств прошлых лет [8].

Система пожарной сигнализации. Эта система создана на базе системы ПАК "Стрелец-мониторинг" и выведена в Службу 01 во всех единых дежурно-диспетчерских службах муниципальных образований республики. Пожарные извещатели установлены также в многодетных, неблагополучных семьях.

Блок № 2 "Система безопасности на транспорте" состоит из трех систем.

Система видеофиксации нарушений правил дорожного движения. В Республике Татарстан функционирует свыше 1 тыс. сегментов системы (КРИС-П, КРИС-С, Робот, ПАРКОН, Автотория, Стрелка и т. д.). Количество и сумма штрафов, зафиксированных автоматическими комплексами фиксации нарушений правил дорожного движения за 2015 г. составили 3 млн 229 тыс. 411 штрафов и 1 млрд 967 млн 172 тыс. 900 рублей соответственно [9].

Поисковая и навигационная система. В Республике Татарстан более 9 тыс. транспортных средств оснащены аппаратурой спутниковой навигации и создана единая государственная информационная система "ГЛОНАСС + 112". Круглосуточно осуществляется диспетчеризация межмуниципальных перевозок и транспортных средств, осуществляющих перевозку детей. Благодаря этому удалось достигнуть снижения количества ДТП на 7 % (4456 ДТП в 2016 г. против 4755 в 2015 г.) / К системе подключены также транспортные средства экстренно-оперативных служб, транспортные средства коммунальной



техники и транспортные средства, перевозящие опасные грузы [10].

В г. Казани внедряется *автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД)*. Данная система способна использовать информацию о транспортных потоках и самостоятельно корректировать работу светофорных объектов с целью оптимизации скорости движения по заданному маршруту.

Достигнут следующий эффект от ее внедрения:

- увеличение пропускной способности существующей дорожной сети до 30...35 %, что равносильно введению еще одной полосы движения;

- уменьшение транспортных задержек на 20...40 % и приоритет движения для общественного транспорта;

- снижение уровня дорожно-транспортных происшествий на участках, где внедрена система АСУДД до 30...40 %;

- уменьшение загрязнения окружающей среды и уровня шума [11].

Блок № 3 "Обеспечение экологической безопасности" состоит из двух систем.

Система экологического мониторинга. В рамках этой системы создана и успешно функционирует "Экологическая карта Республики Татарстан", позволяющая сформировать единую картину по выявленным нарушениям и контролю исполнения вынесенных предписаний.

Мониторинг окружающей среды. Мониторинг в Республике Татарстан осуществляется с помощью 23 пунктов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан и 14 автоматических станций контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА) Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. Необходимо автоматизировать наблюдения за загрязнением поверхностных и подземных вод, за загрязнением почв, осадков и радиационный контроль. В рамках системы наблюдений и лабораторного контроля в Республике Татарстан функционирует 186 лабораторий, постов, станций контроля [12].

Блок № 4 "Координация и взаимодействие служб и ведомств" состоит из двух систем.

АПК "Безопасный город" позволяет создать *единую автоматизированную информационную среду*, обеспечивающую эффективное и незамедлительное взаимодействие всех сил и служб, ответственных за безопасность среды обитания, общественную безопасность, правопорядок:

- ЕДДС муниципальных образований;
- служб скорой медицинской помощи;
- дежурных служб МВД и ФСБ России;

- дежурно-диспетчерских служб объектов экономики;

- единой службы экстренных вызовов "112";

- иных служб оперативного реагирования [13].

Система единого мониторинга включает в себя как уже созданные автоматизированные системы (позиционирование транспортных средств, система управления дорожным движением, система мониторинга инженерных сооружений (СМИС), ГЛОНАСС + 112, контроль метеопараметров на трассах, ведомственные системы МЧС России, информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз), данные Доплеровского метеорологического радиолокатора и т. д.), так и системы, которые предстоит автоматизировать (мониторинг метеопараметров, паводковой обстановки, средств массовой информации), и которые предстоит создать (мониторинг биолого-социальной обстановки, параметров, гидротехнических сооружений, геологических процессов, туристических потоков и др.) [14].

Для реализации на территории Республики Татарстан единого комплекса АПК "Безопасный город", сопряженного со всеми муниципальными образованиями, заинтересованными министерствами и ведомствами, с выводом всей информации в Ситуационный центр Правительства Республики Татарстан необходима разработка единого проекта для всех 45 муниципальных образований. Планируется создание единых подходов к созданию целостной интеграционной платформы для АПК "Безопасный город".

Согласно Методическим рекомендациям МЧС России по построению, внедрению и эксплуатации АПК "Безопасный город" и проведенному анализу рисков, присущих Республике Татарстан, из 11 аппаратно-программных подсистем комплекса создано семь [15]. Таким образом, в республике реализовано более 60 % от общего числа необходимых подсистем. Все автоматизированные системы используются операторами единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС) муниципальных образований республики [16].

Формирование на уровне субъекта Российской Федерации комплексной многоуровневой системы обеспечения общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания, базирующейся на современных подходах к мониторингу, прогнозированию, предупреждению правонарушений, происшествий и чрезвычайных ситуаций является одним из важных элементов создания устойчивого социально-экономического развития и роста инвестиционной привлекательности регионов Российской Федерации [16].

Список литературы

1. Гришина И. В., Полюнев А. О., Тимонин С. А. Качество жизни населения регионов России: методология исследования и результаты комплексной оценки // Современные производительные силы. — 2012. — № 1. — С. 70—83.
2. Идрисов Р. Х. Характеристика и перспективы развития дорожно-транспортного комплекса в столице Республики Татарстан г. Казани в свете повышения безопасности дорожного движения // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы: материалы IV Международной научно-практической конференции / Под общей ред. Р. Н. Минниханова. — Казань: ГБУ "НЦБЖД", 2016. — С. 237—243.
3. Методические рекомендации по взаимодействию региональных и территориальных центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС России / Под ред. Ю. Л. Воробьева. — М., 2004.
4. Агаманчук Г. В. Управление в жизнедеятельности людей: очерки проблем. — М.: Изд-во РАГС, 2008.
5. Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса "Безопасный город", утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р.
6. Катастрофы конца XX века / Под общ. ред. В. А. Владимиров. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. — М.: УРСС, 1998. — 400 с.
7. Manion M., Evan W. M. Technological catastrophes: their causes and prevention. Minding the Machines Preventing Technological Disasters, Prentice Hall Professional. 2002. — 485 p.
8. Данные официальной статистики Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан. URL: <http://tatstat.gks.ru> (дата обращения 16.01.2017).
9. Хабибуллин Р. З. Республика Татарстан: Опыт лучших // Отраслевой специализированный журнал "Безопасность зданий и сооружений". — 2016. — № 01 (11). — С. 80—82.
10. Самуэльсон П. А., Нордхаус В. Д. Экономика. Изд. 15-е / Пер. с англ. — М., 1997. — 55 с.
11. Дмитриева В. С., Нестеров В. П., Любимова М. В. Проблема оценки социально-экономического потенциала региона // Региональная экономика. — 2007. — № 4.
12. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2015 году Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. — Казань, 2016.
13. Временные единые требования к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" (одобрены на заседании Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город" под руководством Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д. О. Рогозина от 23.12.2014 г.).
14. Степушенко О. А. Интеграция существующих информационных систем как основа создания аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город" // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы: Материалы IV Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Р. Н. Минниханова. — Казань: ГБУ "НЦБЖД", 2016. — С. 492—497.
15. Методические рекомендации АПК "Безопасный город" построение (развитие), внедрение и эксплуатация (одобрены на заседании Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город", под председательством Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д. О. Рогозина от 22.04.2015 г. протокол № 5).
16. Лига М. Б. Качество жизни как основа социальной безопасности. — М.: ГАРДАРИКИ, 2006. — 163 с.

O. A. Stepushhenko¹, Deputy Minister of Civil Defense and Emergency Situations of the Republic of Tatarstan, **E. V. Muravyeva**², Head of Chair, e-mail: elena-kzn@mail.ru, **E. I. Halikova**¹, Head of the Department, **D. Sh. Sibgatulina**¹, Head of the Department

¹ Ministry of emergency situations of the Republic of Tatarstan

² Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev — KAI

Hardware-Software Complex "Safe City" as the Risk Reduction Factor of Emergency

In any emerging issue of the strategic risk that requires careful evaluation and prudent forecast for the decisions taken. Therefore, it is necessary to formulate a comprehensive and long-term policy security, covering all aspects of public life and ensuring the implementation of all major priorities, including health and safety of the population.

The scale of the implementation of this idea is possible only in case of proper work of all services of the bodies of internal Affairs, emergency services, utilities, etc. Hardware-software complex "Safe city" allows you to quickly and accurately respond to any issues, allowing them the warning, which is one of the main objectives of life safety.

Keywords: disaster preparedness, risk, security, hardware-software complex "Safe city", the threat of life safety of population, increasing the level of natural-technogen safety



References

1. **Grishina I. V., Polynev A. O., Timonin S. A.** The quality of life of the population of Russian regions: the research methodology and the results of a comprehensive evaluation. *The modern productive forces*. 2012. No. 1. P. 70—83.
2. **Idrisov R. Kh.** Characteristics and prospects of development of road-transport complex in the capital of the Republic of Tatarstan in Kazan, in the light of improving road safety. *Modern problems of life safety: intelligent transport systems: Proceedings of IV International scientific-practical conference / Under the general editorship R. N. Minnikhanov*. Kazan: SBD "NTSBZHD", 2016. P. 237—243.
3. **Guidelines** for Cooperation of regional and territorial centers for monitoring and forecasting of Russian Emergency Situations Ministry of Emergency Situations / Edited by J. L. Vorobiev. Moscow, 2004.
4. **Atamanchuk G. V.** Management of human activity: Essays problems. Moscow: Publishing House of the RAPS, 2008.
5. **The concept** of construction and development of hardware and software complex "Safe City". Approved by Order of the Russian Government dated December 3, 2014. No. 2446-p.
6. **Disasters** of the XX century / Under obsch.red. V. A. Vladimirov. Russian Ministry for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters. Moscow: URSS, 1998. 400 p.
7. **Manion M., Evan W. M.** Technological catastrophes: their causes and prevention. *Minding the Machines: Preventing Technological Disasters*, Prentice Hall Professional, 2002. 485 p.
8. **Official statistics** the Federal Service for the Republic of Tatarstan state statistics. URL: <http://tatstat.gks.ru>.
9. **Habibullin R. Z.** The Republic of Tatarstan: Experience the best. *Industry trade magazine "Safety of buildings and structures"*. 2016. No. 01 (11). P. 80—82.
10. **Samuelson P. A., Nordhaus V. D.** *Economy*. Ed. 15th. Trans. from English. Moscow, 1997. 55 p.
11. **Dmitrieva V. S., Nesterov V. P., Lyubimova M. V.** The problem of estimation of social and economic potential of the region. *Regional Economy*. 2007. No. 4.
12. **State report** on the state of natural resources and of the Republic of Tatarstan Environmental Protection in 2015, the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Tatarstan. Kazan, 2016.
13. **Temporary uniform requirements** for technical parameters segments hardware-software complex "Safe City".
14. **Stepuschenko O. A.** Integration of existing information systems as a basis for the creation of hardware and software technical means "Safe City". *Modern problems of life safety: intelligent transport systems: Proceedings of IV International scientific-practical conference*. Under the editorship R. N. Minnikhanov. Kazan: SBD "NTSBZHD", 2016. P. 492—497.
15. **Guidelines hardware** and software technical means "Safe City" building (development), implementation and exploitation.
16. **Liga M. B.** Quality of life as the basis of social security. Moscow: Gardariki, 2006. 163 p.

УДК 658.504.345

Е. В. Муравьева¹, д-р. пед. наук, зав. кафедрой, e-mail: elena-kzn@mail.ru,

Д. Ш. Сибгатуллина², нач. отдела, **А. И. Галимова**¹, ассистент кафедры

¹ Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ,

² МЧС Республики Татарстан

Риски функционирования гидротехнических сооружений — хранилищ производственных отходов: проблемы и решения

Рассмотрены возможные риски, связанные с функционированием гидротехнических сооружений, возникновением чрезвычайных ситуаций и причинением вреда жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц, вследствие аварий на гидротехнических сооружениях. Показаны возможные методы снижения риска путем создания оптико-электронного оборудования для оперативного мониторинга качества и количества содержимого гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: экологические риски, мониторинг гидротехнических сооружений, риск возникновения чрезвычайной ситуации на гидротехническом сооружении, экологический ущерб, безопасная эксплуатация гидротехнического сооружения, контроль качества поступающих отходов в накопители, контроль влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду, шламо-накопители

На территории Республики Татарстан насчитывается 1225 гидротехнических сооружений (далее — ГТС), из которых 26 ГТС эксплуатируются

на объектах промышленности и энергетики. Основными ГТС, эксплуатируемыми промышленными предприятиями, являются накопители

стоков, водохранилища, хвостохранилища, шламохранилища, шламонакопители, гидроотвалы, полигоны, отвалы и другие хранилища производственных отходов.

В большинстве своем шламонакопители были построены в 70—80 годах прошлого века, и являются гидротехническими сооружениями II—III классов опасности в соответствии с Федеральным законом РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" и относятся к опасным производственным объектам [1].

В соответствии с действующим законодательством, все типы сценариев аварии на ГТС, разбиваются на четыре группы.

1. Первая группа — аварии на ГТС, связанные с разрушением напорного фронта, сопровождающимся образованием прорана, в который происходит неконтролируемый персоналом ГТС излив воды или жидких отходов при отсутствии ледового покрова или при его наличии.

2. Вторая группа — аварии на ГТС, связанные с повреждением отдельных элементов сооружения, приведшие к необходимости аварийного понижения напора на ГТС и сопровождающегося сбросом воды или жидких отходов с расходом, превышающим максимальный расчетный.

3. Третья группа — аварии на ГТС золошлакоотвалов и шламонакопителей, содержащих в отходах опасные вещества, связанные с нарушением фильтрационной прочности ГТС и его основания и приведшие к загрязнению опасными веществами территории вне ГТС.

4. Четвертая группа — аварии на ГТС золошлакоотвалов и шламонакопителей, содержащих в отходах опасные вещества, связанные с аварийным прекращением орошения карта, его осушением и пылением опасных веществ.

Необходимо отметить, что загрязнение водных объектов и почв характерно для всех четырех сценариев аварий ГТС.

При неправильной эксплуатации накопителей может произойти превышение максимально допустимого уровня их заполнения, что увеличит нагрузку на дамбы и снизит их устойчивость. Некачественное производство работ и связанные с этим — осадка гребней дамб, изменение заложения откосов — могут привести к образованию сосредоточенной фильтрации через тело дамб с выносом частиц грунта (суффозии) и оползням. Кроме того, неправильная эксплуатация сооружений и низкая квалификация эксплуатационного персонала может привести к аварийному прекращению орошения карта, его осушению и пылению опасных веществ, содержащихся в отходах.

Согласно действующему законодательству [2—4] на ГТС должен вестись мониторинг безопасности, который включает в себя следующие позиции:

поддержание в накопителе предусмотренного проектом объема воды, при этом уменьшение объема воды ниже минимального и увеличение объема воды выше максимального, заданных проектом, не допускаются;

контроль за недопущением сброса в накопителе не предусмотренных проектом сточных и других вод, а также складирование не предусмотренных проектом материалов;

контроль за недопущением сброса воды из накопителей в природные водоемы без согласования с органами санитарно-эпидемиологического надзора и охраны окружающей среды [5, 6].

Наблюдения за состоянием накопителей в части контроля соответствия параметров и состояния сооружений критериям безопасности включают в себя: контроль вертикальных и горизонтальных деформаций ограждающих сооружений; контроль фильтрационного режима; контроль заполнения емкости накопителя; контроль качества поступающих отходов, осветленной и дренажной воды и отходов в накопителе; контроль уровня воды и отходов в накопителе; контроль влияния накопителя на окружающую среду; определение объемов отходов и воды, аккумулируемых в накопителе; измерение расхода подаваемой в накопитель пульпы и оборотной или сбрасываемой воды из накопителя воды.

Находясь, как правило, в черте крупных населенных пунктов и являясь объектами повышенного риска, гидротехнические сооружения, главным образом плотины, при разрушении могут привести к образованию волны прорыва, катастрофическому затоплению обширных территорий, населенных пунктов, объектов экономики. При этом вторичными последствиями гидродинамических аварий являются загрязнения воды и местности веществами из разрушенных (затопленных) хранилищ промышленных предприятий, массовые заболевания людей и животных, аварии на транспортных магистралях, оползни, обвалы. Долговременные последствия гидродинамических аварий связаны с остаточными факторами затопления — наносами, загрязнениями, изменением элементов природной среды [7].

Кроме того, ГТС химических предприятий являются объектами, оказывающими вредное воздействие на природную среду и среду обитания человека. Изменение (нарушение) и загрязнение среды обитания может привести к ухудшению здоровья населения, под которым понимается: увеличение необратимых, несовместимых с жизнью нарушений здоровья; изменение структуры



причин смерти (онкологические заболевания, врожденные пороки развития, гибель плода); появление специфических заболеваний, вызванных загрязнением окружающей среды; существенное увеличение частоты обратимых нарушений здоровья (неспецифические заболевания, отклонения физического и нервно-психического развития).

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, обусловленных нанесением ущерба компонентам окружающей среды, особую актуальность приобретают вопросы управления экологическими рисками, что подразумевает деятельность, направленную на снижение и предотвращение риска неблагоприятных событий, ухудшающих качество окружающей среды.

В целях мониторинга содержимого накопителей в составе предприятия, как правило, создаются лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием для отбора проб воды и пульпы (осадка).

Требования к компетентности лабораторий в проведении испытаний, включая отбор образцов, испытания и калибровку, определяются ГОСТ ИСО/МЭК 17025—2009 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий".

В Российской Федерации существует унифицированный Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа, который включает в себя 278 природоохранных нормативных документов.

На предприятиях промышленности и энергетики Республики Татарстан лаборатории проводят анализ проб воды на содержание следующих основных веществ: нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, силикатов, цианидов, нитритов, нитратов, диоксинов, азота аммонийного, общего железа, поверхностно-активных веществ.

Основными методами анализа, применяемыми лабораториями по анализу содержимого накопителя-отстойника, являются: органолептический, потенциометрический, титриметрический, флуориметрический, фотометрический, амперометрический, гравиметрический и хроматографический методы.

Отбор проб проводится, как правило, 1 раз в месяц и анализ по каждому веществу осуществляется также 1 раз в месяц. Отбор проводится в течение 2 ч. Время, отводимое на анализ пробы и получение результата, составляет около 5 дней. При этом необходимо отметить, что на ряде промышленных предприятий периодичность отбора проб варьируется от 2 раз в год (ОАО "Казанский завод синтетического каучука") до 1 раза в год (Урусинская ГРЭС), что снижает эффективность

мониторинга за содержимым накопителей. При этом на некоторых промышленных объектах выявлены факты, когда ввиду отсутствия собственной лаборатории, организация привлекает на договорной основе специализированную организацию и при этом происходит значительная временная задержка в получении результатов отбора проб по причине значительной удаленности от места отбора до химической лаборатории.

Анализ оснащенности объектовых лабораторий показал, что в них используется крупногабаритное и маломобильное оборудование в большинстве своем иностранного производства, выпущенное в 1980—2000 гг., что свидетельствует о моральном устаревании и высоких ценах на комплектующие узлы и детали. Кроме того, для проведения быстрого отбора проб и получения экспресс-анализа имеющаяся техника практически не применима.

Данная проблема актуальна не только для собственников ГТС, но и для надзорных ведомств, так как наличие мобильного устройства, с помощью которого можно определить наличие в шламовых водах пожаро-, взрывоопасных веществ, тяжелых металлов и токсичных элементов, позволило бы значительно сократить временные интервалы в выявлении возможных угроз службами спасения, профессиональными и нештатными аварийно-спасательными формированиями, инспекторами Ростехнадзора, Росприроднадзора и др.

В соответствии со ст. 6 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды", во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 06.06.2013 г. № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды" природоохранными ведомствами осуществляется государственный экологический мониторинг.

В рамках территориальной системы наблюдения за состоянием окружающей среды в субъектах Российской Федерации сформированы наблюдательные сети за загрязнением атмосферного воздуха. Так, например, в Республике Татарстан наблюдательная сеть состоит из 16 автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха (далее — АСКЗА). Фактические данные о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе фиксируются на АСКЗА каждые 20 мин в автоматическом режиме. АСКЗА оснащены современными приборами по определению основных (пыль, оксид углерода, сероводород, диоксид серы, оксиды азота, аммиак) и специфических загрязняющих веществ (бензол, ксилолы, толуол, этилбензол, окись этилена, формальдегид, фенол, гексан, гептан, октан,

нонан, декан, метан, этан, этен, пропан, пропен, изо-бутан, бутан, изо-бутен, бутен-1, бутен-2, изо-пентан, пентан). В соответствии с Программой наблюдений на пунктах территориальной наблюдательной сети государственного мониторинга поверхностных водных объектов специализированными инспекциями аналитического контроля ведутся регулярные (ежемесячные) наблюдения за гидрохимическим состоянием (загрязнением) 37 водных объектов республики (в том числе 27 рек, 7 прудов, 1 карьер, 2 озера, всего 71 пункт наблюдения).

Однако имеющаяся техника и оборудование природоохранных ведомств не позволяют в полной мере осуществлять мониторинг за качеством шламовых и поверхностных вод в части определения в воде токсичных веществ I—II класса опасности, взрыво-, пожароопасных и отравляющих веществ. Кроме того, преобладание оборудования импортного производства влияет на стоимость анализа проб воды и ведет к удорожанию оказываемых услуг.

Учитывая, что срок службы большинства накопителей перешагнул 30-летний рубеж эксплуатации и приближается к предельным (нормативным) срокам эксплуатации, риск возникновения аварий, связанных с разгерметизацией сооружений или прорывом тела дамбы плотин, существенно возрастает, а следовательно, возрастают и риски причинения вреда жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц. При этом, как показывает практика, аварии на ГТС золошлакоотвалов и шламонакопителей, связанные с нарушением фильтрационной прочности ГТС и его основания, и приведшие к загрязнению опасными веществами территории вне ГТС, являются одними из наиболее опасных и вероятных сценариев возникновения аварий.

Все вышеуказанное свидетельствует о том, что в современных условиях, когда в нижнем бьефе ГТС располагаются населенные пункты с большим количеством проживающего населения, объекты экономики и территории сельскохозяйственного назначения, вопросы внедрения мобильных средств мониторинга содержимого гидротехнических сооружений требуют неотложного решения.

Выходом из сложившейся ситуации может быть использование методов спектрального анализа, отличительной особенностью которых являются относительная простота выполнения операций, отсутствие сложной подготовки проб к анализу. При мониторинге содержимого гидротехнических сооружений традиционно используют спектрофотометрический, спектрофлуоресцентный и атомно-абсорбционные методы спектрального анализа.

Рассмотрим данные анализа оснащенности спектральными приборами лабораторий нескольких предприятий: ОАО "Казанский завод синтетического каучука", ОАО "Нижнекамскшина", ОАО "Урусинская ГРЭС", ООО "Челныводоканал", ООО "Нижнекамская ТЭЦ".

Для измерения коэффициентов пропускания, оптической плотности и концентрации растворов применяют фотоколориметры КФК-3, спектрофотометры Сф-56, спектрофотометры UNICO 1201 (USA), спектрофотометры ПЭ 5400В (Китай). По результатам измерений определяют содержание поверхностно-активных веществ, хрома и железа. Приборы имеют близкие технические характеристики, однако не представляется возможным создание единой методики проведения анализа, что затрудняет сравнение результатов.

Для измерений массовой концентрации неорганических и органических соединений в жидкостях используют флюориметр "ФЛЮОРАТ-02-3М". Прибор имеет достаточно низкое спектральное разрешение, так как выделение требуемого спектрального диапазона осуществляется набором светофильтров.

Элементный анализ проводится только в лаборатории предприятия ООО "Челныводоканал" атомно-абсорбционным методом на приборе AAnalyst 200 (производство фирмы Perkin Elmer, USA). При этом определяются только медь, железо и цинк. Следует отметить, что атомно-абсорбционный метод не позволяет проводить одновременное определение в пробе нескольких элементов, что существенно увеличивает время проведения анализа.

Таким образом, на примере анализа оснащенности лабораторий, можно сделать вывод о необходимости разработки лабораторного комплекса спектральных приборов.

Используемую в настоящее время приборную базу фотометрических, флуоресцентных, атомно-абсорбционных методов мониторинга гидротехнических сооружений рекомендуется заменить комплексом спектральных приборов с большими функциональными возможностями, улучшенными характеристиками, автоматизированными с помощью персонального компьютера и работающими под единым программным обеспечением. А именно:

— вместо используемых спектрофотометров КФК-3, ПЭ-5400, UNICO 1201, имеющих одинаковый рабочий спектральный диапазон 325...1000 нм и приблизительно идентичные диапазоны измерения пропускания 0,1...100 % с погрешностью 0,5...1 %, разработать и внедрить спектрофотометр с более широким диапазоном измерения пропускания;



— взамен флуориметра "ФЛЮОРАТ-02-3М", разработать спектрофлуориметр с возможностью одновременной регистрации спектров флуоресценции, их сохранения и определения по ним степени загрязнения токсичными веществами; это позволит проводить анализ непосредственно шламовых отложений, что существенно упростит подготовку проб к анализу;

— атомно-абсорбционные приборы, используемые для элементного определения тяжелых металлов и вредных химических элементов, заменить атомно-эмиссионным спектроанализатором, позволяющим решить эти задачи более оперативно с большими возможностями, как по номенклатуре химических элементов, так и по диапазону определяемых концентраций.

Спектральные приборы рекомендуется разрабатывать на новейшей элементной базе — оптических системах, основанных на голограммных дифракционных решетках с коррекцией аберраций, а в качестве приемников излучения рекомендуется использовать многоканальные твердотельные приемники излучения — диодные линейки. В предлагаемом комплексе будут использованы, в основном, отечественные комплектующие элементы, что позволит осуществить выпуск импортзамещающей продукции.

К преимуществам рассмотренного технического решения относятся:

— уникальные, патентоспособные схемные и конструктивные технические решения;

— максимальная компактность оптических схем;

— отсутствие сменных элементов и движущихся частей и, как следствие, высокая надежность;

— обмен данными с персональным компьютером, автоматизация регистрации, обработки и хранения спектров;

— возможность построения портативного прибора, не требующего дополнительного внешнего источника питания;

— высокое спектральное разрешение по всему рабочему диапазону.

Предварительные расчеты и компьютерное моделирование оптических схем спектральных приборов, предлагаемых к разработке, показывают, что их основные функциональные характеристики могут быть существенно улучшены в сравнении с существующими аналогами (под основными функциональными характеристиками понимаются эквивалентное относительное отверстие, спектральное разрешение и одновременно регистрируемый спектральный диапазон).

В методическом обеспечении лабораторного комплекса спектральных приборов необходимо усовершенствовать существующие методики с учетом улучшенных характеристик приборов. Программное обеспечение комплекса позволит осуществлять анализ с помощью всех оптико-электронных приборов, входящих в состав комплекса, используя единую идеологию построения интерфейсной части и проведения анализа. Для конечного пользователя программное обеспечение является посредником, обеспечивающим реализацию методики проведения анализа на оптико-электронных приборах комплекса.

Программное обеспечение позволит осуществлять следующие функции:

— проверку готовности приборов к работе и оперативную диагностику неисправностей;

— получение спектров с широкодиапазонного спектрофотометра, спектрофлуориметра, атомно-эмиссионного спектроанализатора;

— первичную обработку полученных данных с целью снижения уровня шумов и устранения помех;

— анализ полученных спектров с целью определения содержания химических элементов в пробах;

— сохранение полученных данных в базе данных;

— параметрический поиск спектров в базе данных;

— выдачу инструкций пользователю, позволяющих обеспечить выполнение методик проведения анализа;

— контроль действий пользователя и предотвращения получения ложных результатов, вследствие нарушения методик проведения измерений;

— передачу результатов измерений в программу оценки рисков, что позволит дать заключение об экологической обстановке на ГТС, а также оценить степень риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Структура программного обеспечения включает следующие программные модули:

— модули драйверов электронных блоков широкодиапазонного спектрофотометра, спектрофлуориметра, атомно-эмиссионного спектроанализатора;

— модуль инициализации электронных блоков и драйверной диагностики неисправностей;

— модули получения данных с оптико-электронных приборов, входящих в состав комплекса;

— модуль предварительной обработки данных;

— базу данных спектров химических элементов;

- базу данных полученных результатов измерений;
- модуль анализа полученных данных на основе базы данных спектров;
- модуль работы с базами данных полученных спектров;
- модуль анализа действий пользователя;
- модуль формирования отчета по результатам исследований;
- модуль пользовательского интерфейса.

Назначение модуля драйверов электронных блоков заключается в обеспечении взаимосвязи программного обеспечения с информационно-измерительной электроникой оптико-электронных приборов комплекса. Данный модуль обеспечивает реализацию протоколов передачи данных между приборами и персональным компьютером.

Модуль инициализации электронных блоков и драйверной диагностики неисправностей обеспечивает подготовку оптико-электронных приборов к работе, калибровку фотоприемных устройств, проверку исправности приборов.

Модули получения данных с оптико-электронных приборов, входящих в состав комплекса, реализуют алгоритмы получения массивов данных с фотоприемных устройств, в соответствии с заданными режимными настройками — диапазоном длин волн, разрешением спектра, количеством выборок сигнала, периодичностью получения выборок сигналов.

В модуле предварительной обработки данных выполняется усреднение выборок сигнала, фильтрация шумов и помех для повышения информативности данных.

Базы данных предназначены для хранения информации о спектрах химических элементов, а также измеренных спектров.

Модуль анализа полученных данных обеспечивает функциональные возможности автоматизированного определения содержания химических элементов в пробе путем сопоставления спектра пробы и хранящихся в базе данных спектров химических элементов. Результатом работы данного модуля являются количественные данные о содержании химических элементов в исследуемой пробе.

Модуль работы с базами данных полученных спектров обеспечивает сохранение полученного спектра пробы в базе данных, а также реализует функциональность поисковых и сравнительных операций среди сохраненных ранее спектров проб.

Модуль анализа действий пользователя выполняет проверку действий пользователя комплекса на соответствие методике измерений. Функциональность данного модуля обеспечивает формирование запросов пользователю, ответы на которые являются исходными данными для принятия решения о выполнении действий согласно методике проведения эксперимента и достоверности полученных сведений.

Модуль формирования отчета по результатам исследований обеспечивает возможность передачи результатов измерений в программу оценки рисков, для заключения об экологической обстановке на ГТС, а также для оценки степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Результатом работы данного модуля являются файлы данных в соответствии с форматом программы оценки рисков.

Модуль пользовательского интерфейса является связующим звеном между пользователем, модулями программного обеспечения и аппаратной частью оптико-электронного комплекса. Модуль реализует единый для всех приборов комплекса пользовательский интерфейс, что позволяет проводить измерения на разнотипных приборах, выполняя при этом привычные для пользователя действия.

Предложенный подход позволит снизить вероятность пользовательских ошибок при проведении измерений и сократить время освоения лабораторного комплекса.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. **Постановление** Федерального горного и промышленного надзора России от 28.01.2002 г. № 6 "Об утверждении правил безопасности гидротехнических сооружений накопителей промышленных отходов".
3. **Методика** определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнических сооружений топливно-энергетического комплекса, утвержденная приказом МЧС и Минэнерго России от 29.12.2003 г. № 776/508.
4. **Федеральный закон** от 3.06.2006 г. № 74-ФЗ "Водный кодекс Российской Федерации".
5. **Федеральный закон** от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
6. **Федеральный закон** от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ "О безопасности гидротехнических сооружений".
7. **Романовский В. Л., Муравьева Е. В.** Прикладная техносферная рискология: Монография. — Казань: РИЦ "Школа", 2007. — 342 с.



E. V. Muravyeva¹, Head of Chair, e-mail: elena-kzn@mail.ru,
D. Sh. Sibgatulina², Head of the Department, A. I. Galimova¹, Assistant of Chair
¹Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev —KAI
²Ministry of emergency situations of the Republic of Tatarstan

Risks of Functioning of the Hydraulic Engineering Structures — Reservoir of Industrial Waste: Problems and Solutions

The authors examine the potential environmental risks associated with functioning of the hydraulic engineering structures, emergency situations and damage to life, health of individuals, property of individuals and legal entities, as a result of accidents at hydraulic engineering structures. The article describes the possible methods of risk reduction, method of creating optical-electronic equipment for operational monitoring of the quality and quantity of the contents of hydraulic engineering structures.

Keywords: environmental risks, monitoring of the hydraulic engineering structures, the risk of emergency situations at the hydraulic engineering structures, environmental damage, safe of functioning of the hydraulic engineering structures, quality control of incoming waste in reservoir; control of the impact of hydraulic engineering structures on the environment, tailings pond

References

1. **Federal'nyj zakon** ot 21.07.1997 goda No. 116-FZ "O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov".
2. **Postanovlenie** Federal'nogo gornogo i promyshlennogo nadzora Rossii ot 28.01.2002 goda No. 6 "Ob utverzhdenii pravil bezopasnosti gidrotehnicheskikh sooruzhenij nakopitelej promyshlennyh othodov".
3. **Metodika** opredelenija razmera vreda, kotoryj mozhet byt' prichinen zhizni, zdorov'ju fizicheskikh lic, imushhestvu fizicheskikh i juridicheskikh lic v rezul'tate avarii gidrotehnicheskikh sooruzhenij toplivno-jenergeticheskogo kompleksa, utverzhdannaja prikazom MChS i Minjenergo Rossii ot 29.12.2003 goda No. 776/508.
4. **Federal'nyj zakon** ot 3.06.2006 g. No. 74-FZ "Vodnyj kodeks Rossijskoj Federacii".
5. **Federal'nyj zakon** ot 21.12.1994 g. No. 68-FZ "O zashhite naselenija i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tehnogennogo haraktera".
6. **Federal'nyj zakon** ot 21.07.1997 g. No. 117-FZ "O bezopasnosti gidrotehnicheskikh sooruzhenij".
7. **Romanovskij V. L., Murav'eva E. V.** Prikladnaja tehnosfer-naja riskologija: Monografija. Kazan: RIC "Shkola", 2007. 342 p.

Информация

Международная выставочная компания ITE Uzbekistan

организует выставку

"Securika/CAIPS 2017",

которая состоится в Узэкспоцентре г. Ташкента в период с 15 по 17 ноября 2017 г.

Международная выставка Securika/CAIPS — единственная в Узбекистане выставка технических средств охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты.

Контакты:

lola_z@ite-uzbekistan.uz /aziza.alimova@ite-uzbekistan.uz

Tel: + 998 71 205 18 18

УДК 614.8

В. Л. Романовский, канд. техн. наук, проф. кафедры,
Е. В. Муравьева, д-р пед. наук, зав. кафедрой, e-mail: elena-kzn@mail.ru,
В. М. Афанасьев, доц. кафедры, **А. А. Чабанова**, студент,
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева — КАИ

К вопросу анализа риска химических производств

Рассмотрена необходимость регулярного мониторинга уровня безопасности химических производств с целью своевременного реагирования на возможные угрозы, так как химические производства являются одними из наиболее опасных техногенных источников воздействия на человека и объекты природной среды. При оценке рисков необходимо учитывать ситуационную составляющую возможной реализации цепочки событий, которые могут закончиться нежелательными последствиями. От того, в какой на данный момент времени ситуации это будет происходить, тяжесть последствий может быть различной. Рассмотрен метод "Древовидные структуры", который вообрал в себя графоаналитические методы — предшественники и является дальнейшим их развитием. Можно считать, что речь идет о новом виде технологии управления рисками, рассматривающей и решающей широкий круг взаимосвязанных вопросов (технических, экологических, социально-экономических, информационных, политических и др.) в целях выявления "слабых" мест в существующих или создаваемых техносферных системах для последующей оптимизации мер безопасности и снижения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: техносфера, риск, оценка риска, вероятный ущерб, вероятность аварии, оптимизация мер безопасности, качественный анализ, метод "Древовидные структуры", человеческий фактор, величина степени несоответствия

Химические производства являются одними из наиболее опасных техногенных источников воздействия на человека и объекты природной среды. Опасности химических производств могут перерасти в угрозы, которые, в свою очередь, спровоцируют чрезвычайные ситуации, связанные с их функционированием. Опасности могут образовывать сложные взаимодействия причин и последствий возможных ситуаций с различными конечными итогами, зависящими, к тому же, и от сопутствующих обстоятельств.

Как нет двух абсолютно одинаковых людей на Земле, с набором одних и тех же качеств, так в силу специфики тех или иных условий (места расположения химического объекта, персонала, совместного действия различных факторов в зависимости от их сочетания и последовательности воздействия) нет двух одинаковых объектов. Существует набор характерных признаков для химических объектов, но к каждому из этих объектов нужен индивидуальный подход. Каждый отдельно взятый объект не может быть полностью защищен от всех возможных опасностей, следует выделить лишь наиболее вероятные и наиболее опасные сценарии развития

ситуаций. Определяющую роль должен играть своевременный комплексный подход к рассмотрению всех возможных рисков на химических объектах и в среде их функционирования.

При оценке рисков необходимо учитывать ситуационную составляющую возможной реализации цепочки событий, которые могут закончиться нежелательными последствиями. От того, в какой на данный момент времени ситуации это будет происходить, тяжесть последствий может быть различной.

Обычно расширяют номенклатуру ситуационных составляющих техносферных рисков. В этом случае руководствуются "экономической целесообразностью". В области защиты от чрезвычайных ситуаций с недавних пор риск стали трактовать как произведение вероятности проявления нежелательного события на возможный ущерб от этого события. И если ущерб считать в денежном выражении, то преимущества такого подхода несомненны — можно вполне обоснованно сравнивать риски в различных областях их проявления и наконец-то риски можно складывать. Складывали, правда, и раньше, но с оговоркой или без нее: складываемые риски существенно меньше единицы.

Но указанная трактовка риска содержит в себе и проблемы. Как ни странно, проблемы эти связаны с первым множителем — вероятностью проявления нежелательного события. Аналитики определяют риск в той или иной области человеческой деятельности и по его величине лица, принимающие решение, тем или иным образом реагируют. В новой трактовке риска появился второй множитель — ущерб. Величина ущерба для конкретного химического объекта может быть рассчитана достаточно точно и даже для огромной его величины, чисто психологически, малая величина вероятности возможного проявления нежелательного события может успокаивать. К примеру, в случае чрезвычайной ситуации ущерб составляет 1 млрд руб., но вероятность этой ситуации равна 10^{-5} . Вероятный ущерб — 10 тыс. руб. В этом случае сложно надеяться на реализацию каких-то мероприятий, направленных на уменьшение риска.

Предположим, имеется химический объект со своей "средой обитания" и своим "внутренним миром". Аналитики при анализе рисков если и учитывают человеческий фактор, то "статистически осредненный", а дела вершат конкретные люди. Для конкретного химического объекта можно говорить о возможном несоответствии прогноза реализации конкретных угроз действительности.

Степень несоответствия будет определяться глубиной знаний процессов в техносфере и глубиной безалаберности по отношению к опасностям окружающего мира. И если первое зависит от аналитиков, то второе от собственников и коллективов химических производств. Фактическая величина риска R_{Φ} во многом определяется степенью несоответствия — чем она больше, тем более бесполезны просчитанные 10^{-5} или 10^{-6} . Возможный ущерб при этом все более и более будет приближаться к максимальному.

Конкретный сценарий возможного развития событий в итоге характеризуется вероятностью его реализации. Именно эта величина используется в сочетании с ущербом для подсчета риска (ожидаемого ущерба). Но в реальной жизни вероятность реализации точно подсчитать невозможно, можно лишь оценить ее наиболее вероятное значение $p = m$. То есть речь может идти о таком подходе: "скорее всего вероятность реализации будет такой-то", т. е. подразумеваем возможность разброса значений p около наиболее вероятного m .

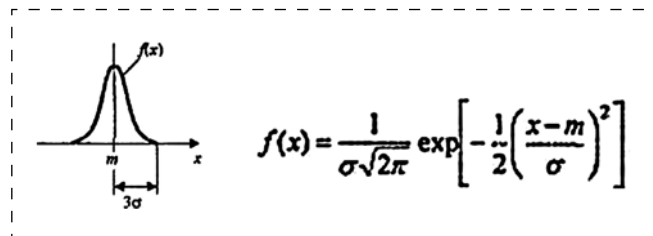


Рис. 1. Колоколообразная форма кривой закона распределения случайной величины

Вероятность реализации конкретного события имеет некоторую область рассеивания. Характер рассеивания определяет плотность распределения случайной величины $f(x)$.

Существуют различные законы распределения. Для вероятностей реализации событий можно предположить "скупенность" возможных значений около математического ожидания. Воспользуемся колоколообразной формой кривой (рис. 1), используемой в нормальном законе распределения случайной величины (законе Гаусса).

Эта функциональная зависимость подходит по двум обстоятельствам: наиболее ожидаемые величины x , близкие к значению m ; ширину "раскрытия колокола" можно изменять величиной σ — стандартным (или среднеквадратичным) отклонением. В дальнейших рассуждениях будем использовать не сам закон Гаусса (полный "колокол" нормального закона распределения случайной величины), а лишь указанную функциональную зависимость этого закона (часть кривой $f(x)$).

Интерес представляют величины вероятностей реализации нежелательных событий, близкие

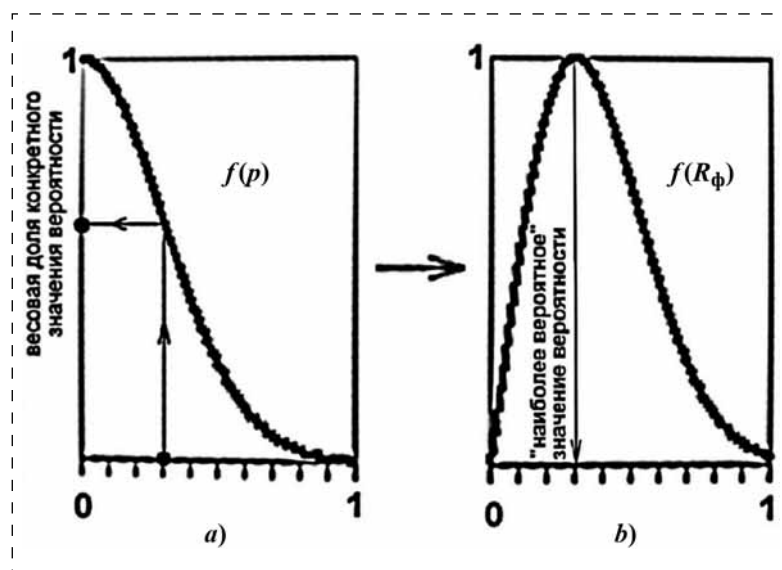


Рис. 2. Графическое представление алгоритма получения зависимости $f(R_{\Phi})$

к нулю (при иных значениях говорить о безопасности вообще бессмысленно). Будем считать, что $p = m \approx 0$. На рис. 2, *a* в координатах "относительная величина $f(p)$ — вероятность" изображена колоколообразная функциональная зависимость для своей величины σ , свидетельствующая о том, что для какой-то системы наиболее ожидаемы риски, близкие к нулю, хотя и возможны иные значения.

С помощью этой зависимости определяем безразмерные весовые доли всех возможных значений вероятности. Определив весовую долю каждого значения вероятности, перемножив вероятность на их весовые доли, после нормировки конечного результата обработки кривой $f(p)$, находим функциональную зависимость, изображенную на рис. 2, *b*. Эту зависимость можно трактовать как "вероятность распределения вероятностей" или плотность распределения фактического риска $f(R_{\Phi})$ для нахождения "наиболее вероятного" значения вероятности в данных условиях.

Ясно, что именно величина σ будет определять вид зависимости $f(R_{\Phi})$. В рассматриваемом случае в эту величину вложим иной смысл и обозначим ее символом S . Величину S назовем степенью

несоответствия результатов прогноза фактическому состоянию уровня безопасности на конкретном химическом объекте.

Проиллюстрируем рассмотренный подход следующими оценками. Примем, что величина вероятности (в обычном понимании) $p = 10^{-4}$, а величину степени несоответствия S изменяем от 0,01 до 1. На рис. 3 представлены результаты расчетов. Малая степень несоответствия ($S = 0,01$) практически не изменяет исходную вероятность ($R_{\Phi} \approx 10^{-4}$).

Видно, что увеличение степени несоответствия приводит к увеличению R_{Φ} (на рис. 3, *b* отмечено стрелками). Для достижения действительно эффекта в области безопасности химических производств необходимо отслеживать процессы, происходящие на конкретных территориях с конкретными объектами при конкретном стечении обстоятельств.

Несмотря на обилие выполненных исследований в области обеспечения безопасности техносферных систем, проблема выбора методов исследования этого обеспечения остается актуальной. В частности, при построении деревьев событий не принято включать в цепочки

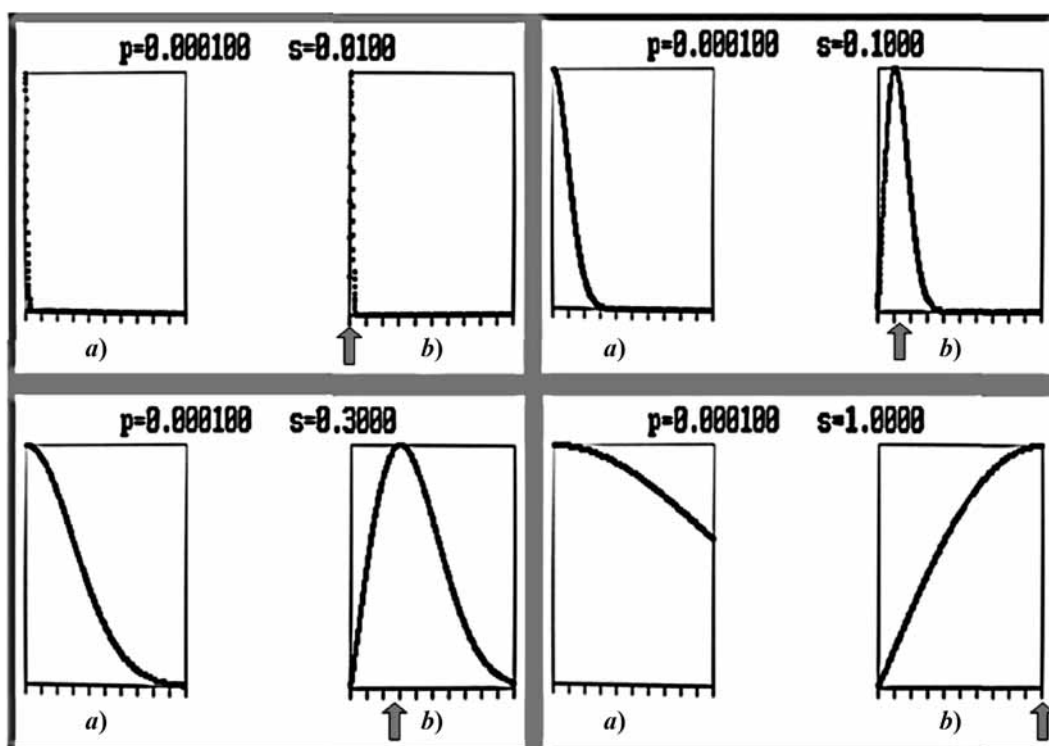


Рис. 3. Зависимость фактической величины риска от степени несоответствия результатов прогноза



развития возможных сценариев влияние персонала или объектовых формирований гражданской обороны на возможное развитие событий. В большинстве аварий повинен человеческий фактор, а при анализе риска влияние этого фактора в лучшем случае завуалировано

в статистической информации по свершившимся инцидентам.

Дерево событий, в общем случае, тем и отличается от дерева решений, что не приспособлено к анализу действий человека в тех или иных условиях, как и дерево решений — к развитию

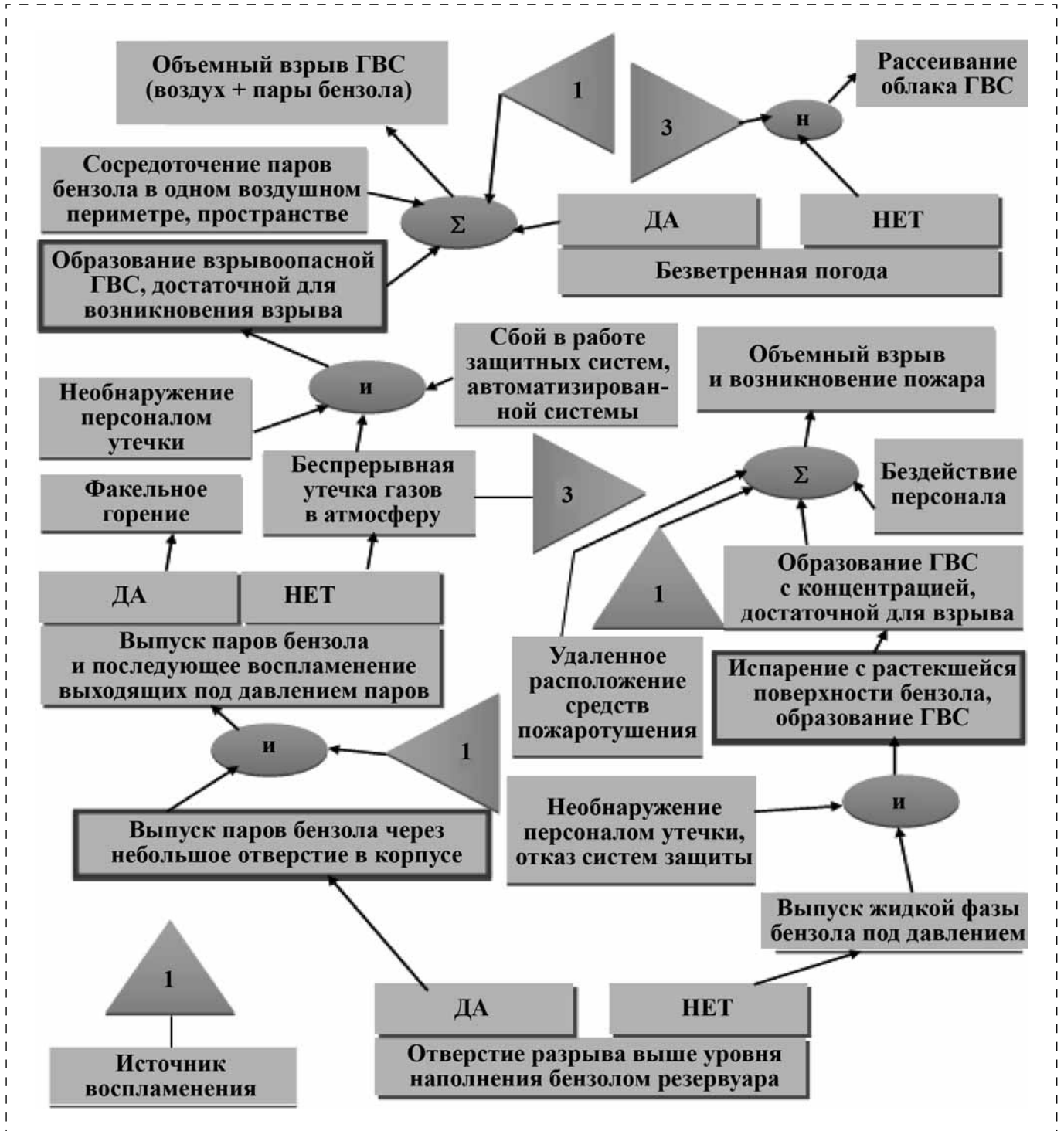


Рис. 4. Пример древовидной структуры "Возможные последствия частичной разгерметизации резервуара с бензолом"

событий в техносферной системе. По мнению авторов, помочь соединить "несоединимое" позволит графоаналитический метод анализа риска "древовидные структуры" (метод проф. Романовского) [1–5]. В качестве примера использования указанного метода приведем результаты качественного анализа развития событий, которые могут возникнуть при частичной разгерметизации резервуара с бензолом на химическом производстве (рис. 4).

Метод "Древовидные структуры" вобрал в себя графоаналитические методы-предшественники и является дальнейшим их развитием. В частности, возможны несколько головных событий; допускается влияние последующих событий на предшествующие (т. е. "прокрутка" части событий во времени); развитие событий по разным "ветвям" структуры в зависимости от изменения текущей ситуации; можно включать в анализ аспекты психологии, экономики и других дисциплин.

Применение метода "Древовидные структуры" требует четкой формализации исследуемой проблемы. В этом и трудность, и преимущество метода. Трудность в том, что надо четко представлять все тонкости проблемы, суметь отделить главное и объединить все события в единую структуру. Преимущество — логично построенная структура "не позволяет" упустить из рассмотрения какие-то важные моменты; наглядно демонстрирует важные взаимосвязи событий.

Можно говорить, что речь идет о новом виде технологии управления рисками, рассматривающей и решающей широкий круг взаимосвязанных

вопросов (технических, экологических, социально-экономических, информационных, политических и др.) в целях выявления "слабых" мест в существующих или создаваемых техносферных системах для последующей оптимизации мер безопасности и снижения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Список литературы

1. **Романовский В. Л.** Графоаналитический метод анализа риска "древовидные структуры" // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: "ELPIT-2007". Том 2. Серии "Машиностроение" и "Экология", 2007.
2. **Романовский В. Л., Муравьева Е. В.** Прикладная техносферная рискология: научное издание. — Казань: РИЦ "Школа", 2007.
3. **Романовский В. Л.** Использование графоаналитического метода анализа риска "Древовидные структуры" для поиска наиболее вероятных причин отказа технической системы // Вектор науки ТГУ. — 2012. — № 1 (19).
4. **Муравьева Е. В., Романовский В. Л.** Урбанистические риски: возможности анализа и прогноза // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16, № 1 (7).
5. **Муравьева Е. В., Романовский В. Л., Давкаева Л. Д.** Метод анализа риска "древовидные структуры" — как метод понимания взаимосвязи опасностей в системе // Материалы XXVI Международной научно-практической конференции "Предупреждение. Спасение. Помощь", 17 марта 2016 г. — Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2016.

V. L. Romanovsky, Professor of Chair, **E. V. Muravieva**, Head of Chair, e-mail: elena-kzn@mail.ru, **V. M. Afanasiev**, Associate Professor of Chair, **A. A. Chabanova**, Student, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev — KAI

On the Analysis of the Risk of Chemical Plants

The article discusses the need for regular monitoring of chemical production safety for timely imple-doping for possible threats as chemical plants are among the most dangerous source of man-made impact on chelove-ka and environment objects. When assessing the risks to be considered situational component of the possible imple-mentation of a chain of events that can result in undesirable consequences. From what to what, at this point in time the situation is going to happen, the severity of the effects can be different. To do this, we consider a method "Tree structure", which incorporates the graphoanalitical method — predecessors and is a further development of them. You can say that we are talking about a new form of risk management technology, consider and resolve a wide range of interrelated issues (technical, environmental, socio-economic, informational, political, etc.)



In order to identify "weak" spots in existing or created technospheric systems for further optimization of security and reduce the likelihood of emergency situations of natural and technogenic character.

Keywords: *technosphere, risk, risk assessment, likely to damage, the probability of an accident, the optimization of security measures, qualitative analysis, a method of "Tree structure", the human factor, the value of the degree of mismatch*

References

1. **Romanovsky V. L.** Graphic-analytical risk analysis method "tree-like structure-WIDE". *Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Special Issue: "ELPIT-2007"*. 2007. Vol. 2. Series "Machine-building" and "Ecology", 2007.
2. **Romanovsky V. L., Muravieva E. V.** Applied Technosphere riskologiya: scientific edition. Kazan: RIC "School", 2007.
3. **Romanovsky V. L.** The use of graphic-analytical risk analysis method "Tree structure" to search for the most likely causes of failure of the technical system. *Vector Science TSU*. 2012. No. 1 (19).
4. **Muravieva E. V., Romanovsky V. L.** Urban risks: the possibility of analysis and forecasting. *Proceedings of the Samara Scientific Center of Russian Academy of Sciences*. 2014. Vol. 16. No. 1 (7).
5. **Muravieva E. V., Romanovsky V. L., Davkaeva L. D.** Metod of risk analysis "Tree structure-asametod of understanding the interconnection dancer in system". *Materials XXVI International scientific-practical conference "Warning Salvation. Help"*, 17 march 2016. — Chimki: FGBVOU VO AGZ of Emercom of Russia, 2016.

Информация

Продолжается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2017 г.

Оформить подписку можно через подписные агентства
или непосредственно в редакции журнала

Подписные индексы по каталогам:

Роспечать — 79963; Пресса России — 94032

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромынский пер., д. 4,
Издательство "Новые технологии",
редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

Тел.: (499) 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10. E-mail: bjd@novtex.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 03.03.17. Подписано в печать 20.04.17. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ517.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru