

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



**20 лет
журналу**

1(241) 2021



20 лет журналу

Уважаемые читатели и авторы журнала «Безопасность жизнедеятельности»!

Научно-практическая область журнала, которому исполняется 20 лет, отраженная в его названии, относительно новое научное направление, занимающееся проблемами обеспечения безопасных условий деятельности, отдыха и быта людей как в техносфере (теперь это основная среда обитания человека), так и в смежных, не занятых еще областях биосферы. Более конкретно эти проблемы были сформулированы в Свидетельстве о регистрации СМИ ПИ № 77–3762 от 20 июня 2000 г. – мониторинг среды обитания, промышленная безопасность и охрана труда, экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, методы и средства защиты человека и среды обитания от негативных природных и производственных воздействий. Там же была обозначена еще одна важная задача журнала – освещение вопросов образования в области безопасности жизнедеятельности.

Основатель, идеолог и первый главный редактор журнала – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ Сергей Викторович Белов (1932–2013). Им были созданы редакционный совет и редакционная коллегия, в состав которых вошли высококвалифицированные и авторитетные ученые и преподаватели высшей школы. Некоторые из них (Н. И. Иванов, Н. Н. Красногорская, Ю. А. Кукушкин, И. С. Пронин, Н. Г. Топольский, Л. Э. Шварцбург) сотрудничают с журналом и в настоящее время.

Отметим также, что С. В. Белов, а также будущие главные редакторы Б. Е. Прусенко и О. Н. Русак и бывший в то время зам. главного редактора В.А. Девисилов в составе коллектива авторов были отмечены в 2003 г. Премией Президента РФ за научно-практическую разработку «Создание системы подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности в высших учебных заведениях».

Редакционный совет журнала с марта 2008 г. возглавляет академик АН СССР и РАН, Герой Социалистического труда Михаил Чоккаевич Залиханов.

Первый номер журнала вышел в январе 2001 г. и с тех пор регулярно выходит ежемесячно. Всего выпущено 240 номеров. Со второй половины 2003 г. по 2014 г. журнал выпускался с ежемесячным приложением объемом 3 печ. л, что позволило освещать отдельные проблемы безопасности жизнедеятельности в более полном объеме, чем это допустимо в обычной журнальной статье. Журнал достаточно быстро стал известен и в вузовской, и в научной среде, чему способствовал выпуск тематических номеров по отдельным организациям и регионам страны.

С июля 2008 г. по настоящее время главный редактор журнала Олег Николаевич Русак – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, основатель и руководитель Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, долгое время возглавлявший профильную кафедру Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С. М. Кирова, член редакционной коллегии журнала с момента его создания.

Ему приходится преодолевать многочисленные трудности, связанные с реформированием науки и высшего образования, приведшим к нарушению уже сложившихся у журнала связей с научными организациями и учреждениями высшего образования.

Надеемся, что эта ситуация будет разрешена редакцией, редакционным советом и редакционной коллегией и журнал вновь сможет решать задачи, сформулированные при его создании.

Издательство «Новые технологии» (учредитель и издатель журнала)



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.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
проф.
ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.
ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
РОДИН В. Е., 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.
ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
ВОРОБЬЕВ Д. В., д.м.н., проф.
ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
(Польша)
ИВАНОВ Н. И., 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.
РОДИН Г. А., д.т.н., проф.
СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

1(241)
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

- Сугак Е. Б.** Профилактика производственно-обусловленных заболеваний в аспекте управления профессиональными рисками 3
- Суворова Ю. А., Матвейкин В. Г., Самарин В. Д., Хробак А. В., Ульянова Т. П.** Исследование поверхности, пористости и сорбционной емкости активных углеродных адсорбентов из полимерного сырья 9
- Кузьмин С. А., Вовк О. И., Солодовников В. В., Григорьева Л. К.** Роль военно-врачебной экспертизы в обеспечении безопасности жизнедеятельности воинских коллективов 14
- Остапенко О. В.** Влияние хронической интоксикации свинцом на морфо-функциональное состояние поджелудочной железы 18

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Будыкина Т. А.** Оценка загрязнения почвенного покрова методом фитотестирования 22
- Буренин В. В.** Очистка и обезвреживание сточных вод промышленных предприятий 28

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Омельчук М. В., Короткова Ю. С.** Моделирование образования зон застоя для повышения безопасности объектов хранения легких углеводородов 39

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бобович Б. Б., Сахаров А. Н.** Повышение пожарной безопасности общественного автотранспорта 44
- Коваль Ю. Н.** Анализ пожаров на территории Усинского лесничества 50

ОБРАЗОВАНИЕ

- Ковалева-Кривоносова Т. Л.** Модель формирования компетенции здоровьесбережения выпускника-управленца в процессе обучения в вузе 54

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, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.



LIFE SAFETY

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PLYUSHCHIKOV V. G.,
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PRONIN I. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
RODIN V. E., 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.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
VOROBYEV D. V., Dr. Sci. (Med.)
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.)
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.)
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHVARTSBERG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

1(241)
2021

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Sugak E. B.** Prevention of Production-Related Diseases in the Aspect of Management Professional Risks 3
Suvorova Yu. A., Matveykin V. G., Samarin V. D., Khrobak A. V., Ulyanova T. P. Researches of Area, Porosity and Sorption Capacities of Active Carbon Adsorbents from Polymer Raw Materials 9
Kuzmin S. A., Vovk O. I., Solodovnikov V. V., Grigorieva L. K. The Role of Military Medical Expertise in Ensuring the Safety of Military Collectives 14
Ostapenko O. V. The Influence of Chronic Lead Intoxication on the Morphofunctional State of the Pancreas 18

ECOLOGICAL SAFETY

- Budykina T. A.** Assessment of Soil Pollution with the Method of Fitoestrogeny 22
Burenin V. V. Purification and Neutralization of the Sewage of Industrial Plants 28

INDUSTRIAL SAFETY

- Omelchuk M. V., Korotkova Yu. S.** Improving the Safety of Light Hydrocarbon Storage Facilities by Modeling Stagnation Zones 39

FIRE SAFETY

- Bobovich B. B., Sakharov A. N.** Improving Fire Safety of Public Vehicles 44
Koval Yu. N. Analysis of Fires on the Territory of the Usinsk Forestry 50

EDUCATION

- Kovaleva-Krivososova T. L.** The Model for Forming the Health-Saving Competence of a Graduate-Manager in the Process of Studying at the University 54

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

УДК 621.039.58

Е. Б. Сугак, канд. техн. наук, доц., e-mail: SugakEB@mgsu.ru,
Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет

Профилактика производственно-обусловленных заболеваний в аспекте управления профессиональными рисками

На фоне снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний возрастает количество производственно-обусловленных заболеваний, которые вызваны причинами и условиями трудовой деятельности работников. Производственно-обусловленные заболевания негативно сказываются на здоровье человека, сокращают трудоспособность и трудовое долголетие рабочего персонала. Эти заболевания вносят основной вклад в общий объем трудовых потерь. В статье освещены вопросы реализации мероприятий по профилактике производственно-обусловленных заболеваний с помощью управления профессиональными рисками на основе процессного подхода по циклу Деминга—Шухарта.

Ключевые слова: производственно-обусловленные заболевания, трудовые потери, профилактика общих заболеваний, управление профессиональными рисками, цикл Деминга—Шухарта

Введение. С середины XIX века, когда появились первые законодательные акты по регламентации безопасности трудовой деятельности и сформировались начальные понятия о содержании термина "охрана труда", система производственной безопасности постоянно совершенствовалась, уточнялись ее цели и задачи, использовались новые методики и организационные формы. Благодаря совместным усилиям государственных инстанций, работодателей, трудовых коллективов, общественных организаций в лице профсоюзов и деятельности Международной организации труда (МОТ) существенно улучшились условия труда, повысилась комфортность рабочих мест, оздоровилась в целом производственная обстановка. В результате реализованных мероприятий происходит стабильное снижение несчастных случаев и профессиональных заболеваний, уменьшается число инвалидных и смертельных исходов.

Однако одновременно со снижением профессиональной заболеваемости и производственного травматизма на промышленных предприятиях стала прогрессивно повышаться общая заболеваемость [1]. В настоящее время в структуре нарушений здоровья работников на лидирующие позиции выходят неспецифические по причинам и условиям возникновения заболевания, в появлении и развитии которых фактором риска

являются условия трудовой деятельности людей. Такие заболевания получили название производственно-обусловленных — "Work related diseases". В подавляющем большинстве случаев это общие заболевания, к ним Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) относит следующие группы традиционных болезней:

- заболевания сердечно-сосудистой системы: артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца и др.;
- психогенные болезни и психические расстройства;
- респираторные болезни (бронхиальная астма, бронхит, рак и др.);
- заболевания опорно-двигательного аппарата (боли в позвоночнике, в суставах);
- нарушение репродуктивной функции.

В России термин "производственно-обусловленная заболеваемость" и его определение появились в "Руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда", утвержденном Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г. (Руководство Р 2.2.2006—05) [2].

Проблема производственно-обусловленной заболеваемости приобрела особую актуальность в современных условиях, когда средний возраст



работников по найму медленно, но повышается, и перед администрацией большинства промышленных предприятий возникают задачи по сохранению здоровья и должной работоспособности немолодого трудового коллектива. Косвенные признаки повышенного внимания к трудовому самочувствию человека подчеркивают то обстоятельство, что международные нормативные документы по охране труда в последнее десятилетие трансформировали свое содержание и название с использованием тематики о профессиональном здоровье. Например, международные стандарты по производственной безопасности именуются теперь как "Occupational Health and Safety Assessment Series" (OHSAS) ("Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности").

Кроме того, среди европейских работодателей формируется мнение о том, что меры по снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний в современных реалиях исчерпывают свой ресурс и что эффективность организационно-технических решений по сокращению несчастных случаев достигает "потолка возможностей". Поэтому предлагается теперешний уровень производственного травматизма признать допустимым и относительно безопасным, а основное внимание уделять профилактике производственно-обусловленных заболеваний, снижение которых обладает существенным потенциалом и экономической привлекательностью.

Производственно-обусловленные болезни не относятся к профессиональным заболеваниям, поэтому они не подпадают под законодательство об обязательном страховании от несчастных случаев и профзаболеваний. В то же время их количество имеет тенденцию к повышению по мере увеличения трудового стажа работников по найму. Установлено, что случаи потери трудоспособности от профессионально-обусловленных заболеваний превышают соответствующую численность заболеваний в тех профессиональных группах, которые не контактируют с вредными и опасными факторами [1].

Многообразие воздействия на организм человека токсических веществ и аллергенов, разнообразных физических факторов, интенсификация труда приводят к трансформации существующих профессиональных заболеваний и расширяют спектр производственно-обусловленной патологии. Сложности в решении данной проблемы связаны с необходимостью четко дифференцировать профессиональные болезни, которые признаются

страховыми случаями и которые сопровождаются компенсационными выплатами за причинение вреда здоровью работника. В то же время производственно-обусловленные болезни профессиональными не являются, поэтому экономического возмещения ущерба пострадавшему через механизм обязательного страхования не осуществляется.

Правительством Российской Федерации была проведена оценка общих экономических потерь страны от производственных заболеваний и травм с установлением структуры этих потерь. Суммарный ущерб составил 1,94 трл руб., или 4,3 % ВВП [3]. При этом:

- потери фонда рабочего времени из-за неблагоприятных условий труда оценили в 1,48 трл руб., что составило 76 % общих убытков;

- выплаты Пенсионного фонда РФ на досрочные пенсии за работу во вредных условиях труда определили в 300 млрд руб. (15 % общих убытков);

- выплаты Фондом социального страхования на обеспечение по страхованию в связи с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями на производстве составили 159 млрд руб. (8 % общих убытков) [3].

Таким образом, предприятия несут наибольшие убытки (76 % суммарного ущерба) от трудовых потерь вследствие заболеваний общего характера, а именно от производственно-обусловленных заболеваний, вызванных неблагоприятными условиями труда.

Согласно оценкам МОТ, ежегодное количество производственно-обусловленных заболеваний без летального исхода находится на уровне 160 млн человек. При этом в мире на каждые 100 случаев производственно-обусловленных заболеваний приходится примерно один случай смертельного травматизма. В 15 странах Европы ежегодная смертность по причине производственно-обусловленных заболеваний оценивается в 120 тыс. смертей, что в 20 раз больше по сравнению с 6 тыс. смертельных несчастных случаев, которые происходят по причине производственного травматизма и профессиональных заболеваний [1].

Таким образом, в трактовке отечественных и международных инстанций именно производственно-обусловленные заболевания, а не производственный травматизм и профессиональная заболеваемость являются основными и доминирующими рисками потери персоналом своей трудоспособности. Однако администрация и службы охраны труда предприятий на сегодня не уделяют должного внимания мерам по сокращению

производственно-обусловленных заболеваний, по сравнению с тем, какое они проявляют к фактам несчастных случаев или профессиональных заболеваний.

Методология. Основной характеристикой многофакторного производственного воздействия на работника является присутствие в процессе работы опасностей и вредностей различной природы и интенсивности, как правило, на уровне допустимых условий труда (класс 2) либо вредных условий труда 1-й степени, т. е. малой интенсивности (класс 3.1). В соответствии с Федеральным законом № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" 2-й класс условий труда означает такой уровень вредных и опасных факторов, который не превышает гигиенических нормативов и дает возможность организму восстановить свое функциональное состояние к началу следующего рабочего дня (смены). К классу 3.1 относятся такие рабочие места, для которых восстановление измененного функционального состояния организма работника происходит, как правило, при более длительном периоде, чем до начала следующего рабочего дня (смены) [4].

Можно спрогнозировать, что выявленные гигиенические показатели производственной среды, находящиеся на границе "допустимые—недопустимые условия труда", при идентификации и оценке профессионального риска вероятнее всего будут восприниматься администрацией предприятия как умеренно вредное или опасное производственное воздействие, которое не требует проведения значимых профилактических мероприятий.

Подобный подход к профилактике производственно-обусловленных заболеваний является недальновидным и ошибочным. Зафиксированное доминирующее влияние патологии этих заболеваний на происходящие трудовые потери, на экономический ущерб предприятия требует иных управленческих решений и другого выстраивания приоритетов трудоохранной деятельности. Представляется, что важность проблематики производственно-обусловленных заболеваний должна стать одной из основных целей службы охраны труда предприятия. Поэтому профилактика производственно-обусловленных заболеваний должна реализовываться в общей комплексной программе по минимизации и устранению воздействия на персонал любых производственных опасностей и производственных вредностей, которые могут проявляться в виде травматизма или в форме производственно-обусловленных или профессиональных заболеваний.

По современным представлениям наиболее эффективными способами в профилактике производственно-обусловленных заболеваний, в улучшении условий труда являются методики по выявлению, оценке и минимизации профессиональных рисков, которые характеризуются как управление профессиональными рисками. Признано, что новые подходы к реализации задач охраны труда должны позволить уйти от практики реагирования на уже произошедшие факты повреждения здоровья в форме травматизма или различных заболеваний, которые доминировали в традиционной системе управления охраной труда, и использовать механизмы разработки и выполнения превентивных, профилактических мер по предупреждению несчастных случаев, действий по сохранению здоровья персонала, по обеспечению трудового долголетия человека.

Деятельность любой организации сопряжена с риском, поэтому управление рисками настоятельно рекомендуется во всех производственных процессах. Так, процедуры по оценке профессиональных рисков должны проводиться в качестве первоначального этапа при формировании подходов к управлению безопасностью и защитой здоровья работников, а также к построению системы охраны труда на предприятиях. Начиная с 1989 г., когда Европейский союз принял рамочную Директиву "О введении мер, содействующих улучшениям в области безопасности и здоровья работников на работе", оценка риска стала краеугольным камнем европейского подхода к профессиональной безопасности и здоровью.

В 2011 г. в статью 209 Трудового кодекса РФ были внесены изменения и дополнения, касающиеся определения понятий "профессиональный риск" и "управление профессиональными рисками". В последующие годы в России были введены в действие национальные стандарты ГОСТ, посвященные идентификации и управлению профессиональными рисками [5—7].

Основные результаты исследования. Характерными чертами профилактики производственно-обусловленных заболеваний, которые осуществляются на основе процедур выявления, оценки и минимизации профессиональных рисков, являются три важных момента.

Во-первых, деятельность по управлению рисками представляет собой циклическую последовательность выполнения взаимосвязанных практических действий, известных как цикл Деминга—Шухарта или как "цикл PDCA" (см. рисунок). Этот цикл состоит из комплекса процедур,



Цикл Деминга—Шухарта (цикл PDCA)

разделяемых на несколько этапов: Планирование (Plan) — Реализация (Do) — Изучение результата (Check) — Действие (Act) [8]. Цикл мероприятий по улучшению условий труда имеет круговой характер, поэтому последний этап не является завершающим действием цикла, по его окончании ставятся новые задачи по снижению уровня производственных опасностей и вредностей. Таким образом, цикл PDCA направлен на постоянное стремление к улучшению условий труда, на последовательную системную работу по снижению величины профессионального риска.

Во-вторых, последовательное выполнение одинаковых циклических процедур реализует в решении проблем управления так называемый процессный подход, который означает непрерывность проводимых работ. Благодаря этому формируются условия для постоянного совершенствования системы управления профессиональными рисками.

В-третьих, по завершении работ последнего этапа следует начинать новый цикл тех же практических действий на тех же рабочих местах, но с новыми целями и задачами по снижению рисков, которые выявились по результатам анализа последнего этапа.

В общем виде методология PDCA представляет собой некий алгоритм действий руководящего состава по достижению запланированных целей в деле улучшения условий труда. Процесс управления состоит из рассмотренных ниже этапов [9].

1. Планирование (Plan). В соответствии с политикой организации в сфере охраны труда администрацией формулируются цели будущих действий. Для их выполнения разрабатывается

перечень необходимых мероприятий с указанием временных рамок и ответственных должностных лиц. Цели работ выявляются по результатам анализа фактического состояния условий труда, проводимого на основе полученных данных по идентификации и оценке профессиональных рисков. Именно они должны быть положены в основу разработки программ организационно-технических мероприятий по достижению целей программ.

Важной особенностью плана работ является ранжирование их по важности осуществляемых действий. То есть в первую очередь рекомендуется запланировать реализацию тех мероприятий, которые могут принести максимальный эффект при минимальном вложении ресурсов. Приоритет должен отдаваться наиболее опасным с точки зрения риска рабочим местам, для которых рекомендуется осуществлять определение соответствующего финансового обеспечения в первую очередь. На этапе планирования оценивается также наличие ресурсов для достижения поставленных целей и решаются вопросы обучения и подготовки кадров.

2. Реализация (Do). План мероприятий по профилактике повреждения здоровья и достижению целей охраны труда содержит сроки и ответственных за реализацию. Особенностью методологии управления рисками является то, что ответственность за реализацию мер по снижению рисков должно нести то руководящее лицо, которое эти риски создает. Для работника риски создает работодатель и непосредственный руководитель производственного участка, т. е. тот, кто предоставляет ему рабочее место, инструмент и обеспечивает соответствующие санитарно-гигиенические условия. Линейный управляющий персонал при помощи службы охраны труда, которая не исполняет план мероприятий, а координирует и консультирует остальные службы по его выполнению, реализует мероприятия в той последовательности, в какой были ранжированы риски по степени важности. Предлагается следующая иерархия практических мер по второму этапу процесса управления [7].

- Минимизация рисков путем устранения источника опасности. Например, избежать падения с высоты, а это основной вид травматизма в строительстве, можно с помощью устройства рабочего места на высоте в виде монтажной площадки оптимального размера с ограждением высотой не менее 1,1 м, которое выдерживает нагрузку 90 кг/пог. м, приложенную к поручню.

- Минимизация рисков путем замены опасного оборудования или вредного вещества на альтернативное оборудование или вещество с менее опасными или вредными характеристиками.
- Минимизация или устранение рисков с помощью исключения контакта работника с опасностью путем использования защитных устройств, изолирующих человека от движущихся частей механизмов и шумного оборудования, от токоведущих частей электроустановок, контакта с вредными веществами. Например, изоляция работника от вредных веществ с помощью пересыпки пылящих материалов пневмотранспортом.
- Минимизация рисков при реализации инструкций и правил по безопасным методам труда, разработанным на основе современных практик и с учетом оценки профессиональных рисков. Регулярные инструктажи на рабочих местах по видам источников опасности и по защите от вредных и опасных производственных факторов, способствующие повышению компетенций персонала, осознанному выполнению инструкций.
- Минимизация рисков с помощью средств индивидуальной защиты (СИЗ). В комплексе мер защиты и профилактики СИЗ используют в случаях, когда другие меры неприменимы или не обеспечивают безопасных условий труда. Считается, что использование средств индивидуальной защиты — наименее эффективное средство уменьшения рисков, так как создает дополнительные неудобства работнику, снижает производительность труда и нередко отрицательно влияет на здоровье человека.

3. Изучение результата (Check). На этом этапе проводится мониторинг реализации работ второго этапа. Здесь осуществляется оценка процессов для определения их соответствия целям программы и политике организации в области охраны труда, устанавливается эффективность проведенных мероприятий, анализируются результаты внедрения, выявляются недостатки программы работ или недостатки ее реализации. Контрольные действия могут инициировать корректировку как программы работ, так и изменений в формулировании целей управленческих процедур.

Важно отметить, что, во-первых, для каждого запланированного мероприятия рекомендуется установить измеримые показатели, позволяющие объективно оценивать результативность проводимых работ. И, во-вторых, контрольные действия

эффективно осуществлять не по окончании второго этапа цикла, а при его реализации. Известно, что непосредственное управление параметрами производственного процесса, которое осуществляется по его ходу в постоянном режиме, оказывается эффективнее, чем контроль за результатами того же процесса, выполняемого только на его последней стадии.

4. Действие (Act). Этот этап относится к деятельности высшего руководства предприятия, к выполнению управленческих функций, в отличие от первых трех этапов, характеризующихся как исполнение запланированных мероприятий. Работодатель, имея наивысшие полномочия на предприятии, на базе комплексного анализа должен дать оценку первому циклу процессного подхода и, при необходимости, внести корректировки в планы работ, в декларированные цели по улучшению условий труда, а также сформулировать новые задачи и установить новые цели по снижению рисков, которые следует достичь при реализации действий в рамках следующего цикла PDCA. Таким образом, по завершении работ последнего этапа следует начинать новый цикл тех же практических действий на тех же рабочих местах, но с новыми целями и задачами по снижению рисков, что соответствует методологии процессного подхода о постоянном улучшении показателей деятельности в области охраны труда.

Особенность нового подхода к обеспечению безопасности труда на основе управления профессиональными рисками состоит в том, что предметом практических действий должны стать, в первую очередь, выявление и минимизация производственных угроз, которые еще не нанесли вреда здоровью работника и которые пока находятся в скрытом, неявном виде. Подобная деятельность позволяет реализовать профилактический, предупредительный характер проводимых мероприятий в отличие от ситуации, когда администрация предприятия реагирует на уже свершившиеся факты повреждения здоровья и начинает устанавливать причины неблагоприятного развития событий постфактум.

Закключение. Трудовые потери вследствие производственно-обусловленных заболеваний существенно превышают экономический ущерб от несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Возникновение и развитие производственно-обусловленных заболеваний связывают с условиями трудовой деятельности работника, в результате чего возникают общие заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной,



опорно-двигательной и других систем организма. Профилактику производственно-обусловленных заболеваний рекомендуется проводить на основе процедур управления профессиональными рисками, которые представляют из себя практические действия по реализации цикла Деминга—Шухарта.

Цикл мероприятий по выявлению, оценке и минимизации профессиональных рисков содержит четыре тапа работ и осуществляется в постоянном режиме как непрерывный процесс. По окончании последнего этапа проводится анализ достигнутых результатов, по итогам которого формулируются новые цели и новые задачи для выполнения их на следующем четырехэтапном цикле мероприятий. Таким образом, реализация цикла Деминга—Шухарта направлена на постоянное стремление к улучшению условий труда, на последовательную системную работу по снижению величины профессионального риска производственно-обусловленных заболеваний.

Список литературы

1. Бухтияров И. В., Измеров Н. Ф., Тихонова Г. И. и др. Условия труда как фактор риска повышения смертности в трудоспособном возрасте // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 8. — С. 43—49.
2. Р 2.2.2006—05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
3. Голикова Т. А. О мерах, направленных на улучшение условий труда, сохранение жизни и здоровья работников. Доклад на заседании Правительства РФ 27 октября 2011 года // Охрана труда и техника безопасности в строительстве. — 2012. — № 1. — С. 7—11.
4. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".
5. ГОСТ 12.0.230.4—2018 ССБТ. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.
6. ГОСТ 12.0.230.5—2018 ССБТ. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ.
7. ГОСТ Р 58771—2019. ССБТ. Менеджмент риска. Технологии оценки риска.
8. Сугак Е. Б. К вопросу о выявлении и распознавании профессиональных рисков // Безопасность жизнедеятельности. — 2019. — № 1. — С. 3—8.
9. Сугак Е. Б. Особенности управления современной охраной труда. Монография. — М.: Издательство АСВ, 2019. — 136 с.

E. B. Sugak, Professor, e-mail: SugakEB@mgsu.ru,
National Research Moscow State Construction University

Prevention of Production-Related Diseases in the Aspect of Management Professional Risks

Against the background of a decrease of industrial injuries and occupational diseases, the number of production-related diseases (PRD), which are caused by the causes and conditions of workers' work, is increasing. Production-related diseases have a negative impact on human health, reduce the working capacity and longevity of working personnel, and they make a major contribution to the total volume of labor losses. However, despite the significant economic damage caused by PRD, the attention of the enterprise administration to reducing the overall morbidity of the workforce is clearly not enough. The article highlights the implementation of measures for the prevention of production-related diseases using occupational risk management based on the process approach of the Deming—Shuhart cycle.

Keywords: production-related diseases, labor losses, prevention of common diseases, occupational risk management, the Deming—Shuhart cycle

References

1. Buhtiyarov I. V., Izmerov N. F., Tihonova G. I. et al. Usloviya truda kak faktor riska povysheniya smertnosti v trudospobnom vozraste. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017. No. 8. P. 43—49.
2. Р 2.2.2006—05. Гигиена труда. Рukovodstvo po gigienicheskoy ocenke faktorov rabochey sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikatsiya uslovij truda.
3. Golikova T. A. O merah, napravlennykh na uluchshenie uslovij truda, sohranenie zhizni i zdorov'ya rabotnikov. Doklad na zasedanii Pravitel'stva RF 27 oktyabrya 2011 goda. *Ohrana truda i tekhnika bezopasnosti v stroitel'stve*. 2012. No. 1. P. 7—11.
4. Federal'nyj zakon ot 28.12.2013 No. 426-FZ "O special'noj ocenke uslovij truda".
5. ГОСТ 12.0.230.4—2018 ССБТ. Metody identifikatsii opasnostej na razlichnykh etapah vypolneniya rabot.
6. ГОСТ 12.0.230.5—2018 ССБТ. Metody ocenki riska dlya obespecheniya bezopasnosti vypolneniya rabot.
7. ГОСТ Р 58771—2019 ССБТ. Menedzhment riska. Tekhnologii ocenki riska.
8. Sugak E. B. K voprosu o vyyavlenii i raspoznavanii professional'nyh riskov. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2019. No. 1. P. 3—8.
9. Sugak E. B. Osobennosti upravleniya sovremennoj ohranoj truda. Monografiya. Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2019. 136 p.

УДК 661.183.2

Ю. А. Суворова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.¹, доц.², e-mail: suvorovaya@mail.ru,
В. Г. Матвейкин, д-р техн. наук., проф., директор по развитию¹, зав. кафедрой²,
В. Д. Самарин, канд. техн. наук, нач. отделения¹, **А. В. Хробак**, инженер¹, аспирант²,
Т. П. Ульянова, вед. инженер¹

¹ АО "Корпорация "Росхимзащита", Тамбов

² Тамбовский государственный технический университет

Исследование поверхности, пористости и сорбционной емкости активных углеродных адсорбентов из полимерного сырья

Представлены результаты исследований характеристик поверхности, пористости, адсорбционной активности российских дробленых и зарубежных сферических активных углей из полимерного сырья. Установлено, что объем микропор дробленых активных углей на 15 % выше, чем у сферических. Показано, что дробленые активные угли по сорбции легколетучего (бензол) и малолетучего (метилвый эфир салициловой кислоты) органических веществ превосходят сферические в 1,4–2,7 раза.

Ключевые слова: активный уголь, полимерное сырье, удельная поверхность, пористость, статическая сорбционная емкость

Введение

Активные угли в настоящее время, являясь универсальными адсорбентами с высокоразвитой пористой структурой, позволяют решить широкий спектр задач в различных отраслях промышленности и в бытовой сфере: очистка отходящих газов промышленных предприятий от загрязняющих веществ, удаление нежелательных примесей и дезодорация воздуха в чистых комнатах и в системах вентиляции хозяйственно-бытовых помещений, очистка воды в системах оборотного и питьевого водоснабжения, удаление загрязнителей из сточных вод, адсорбция газов и паров токсичных веществ в фильтрах средств индивидуальной защиты органов дыхания человека и техногенных токсикантов защитными материалами одежды промышленного персонала, адсорбция масляного аэрозоля, генерируемого двигателями автотракторной техники, очистка крови и плазмы в медицинских учреждениях и др. Кроме того, активные угли широко используются как пористые носители хемосорбентов и катализаторов [1, 2].

Активные угли для газоочистки должны иметь развитую структуру микропор, с одной стороны, и высокие прочностные характеристики, с другой. Перспективным сырьем для получения активных углей, отвечающих указанным

выше требованиям, является полимерное сырье [3].

Российской промышленностью в настоящее время выпускаются активные угли из полимерного сырья марок ФАД (фурфурольный активный дробленый) с размером зерен 0,5...2,0 мм, ПФТ (полимерный фенолформальдегидный текстолитовый) в форме дробленых зерен с размером зерен 0,5...2,0 мм и ФАС (фурфурольный активный сферический) в форме сферических гранул размером 2,0...2,5 мм (АО "ЭНПО "Неорганика", г. Электросталь). За рубежом из полимерного сырья производят активные угли в форме микросферических гранул марок: Saratech фирмой Blücher GmbH, Германия, ВАС фирмой Kureha Corporation, Япония, ACS фирмой Suracsh, Индия [4–6].

Важными техническими характеристиками активных углей, определяющими эффективность их использования в конкретной области, являются характеристики их поверхности и пористости, а также адсорбционной активности.

Цель исследования состоит в обосновании требований к активным углям, предназначенным для использования в качестве основы перспективных средств защиты человека от токсичных химических веществ, посредством исследования и сравнительного анализа адсорбционных и структурных характеристик известных активных углей, получаемых из полимерного сырья.



Объекты и методы исследований

Исследовались образцы активных углей из полимерного сырья российского и зарубежного производства с фракционным составом в диапазоне 0,5...2,0 мм:

— образец № 1 — фурфурольный дробленый активный уголь марки ФАД с размером зерен 0,5...2 мм, Россия;

— образец № 2 — фенолформальдегидный дробленый текстолитовый активный уголь марки ПФТ с размером зерен 0,5...2 мм, Россия;

— образец № 3 — сферический активный уголь Saratech из сополимера стирола и дивинилбензола с диаметром сферы около 0,5 мм, Германия;

— образец № 4 — сферический активный уголь ACS Suracsh с диаметром сферы около 0,5 мм, Индия.

Исследование поверхности и пористости образцов проводили по адсорбции азота. В качестве инструментальной базы использовали анализатор удельной поверхности Autosorb iQ фирмы Quantachrome Instruments. Исследования проводили при температуре жидкого азота 77,35 К. Значение удельной поверхности образцов S , м²/г, рассчитывали по методу БЭТ (Брунауэра—Эммета—Теллера), общий объем пор V_1 , см³/г, — по методу БДХ (Баррета—Джойнера—Халенды), объем микропор V_2 , см³/г, — по методу Дубинина—Радускевича [7].

Истинную плотность $\rho_{\text{и}}$, г/см³, и порозность ε , %, образцов определяли пикнометрическим методом. В качестве инструментальной базы использовали гелиевый пикнометр Ассипус 1340 фирмы Micromeritics (США).

Адсорбционную активность оценивали по величине статической сорбционной емкости. Статическую сорбционную емкость A , мг/г, определяли гравиметрическим методом по прибавке массы образцов активного угля, выдержанных в эксикаторах с адсорбтивом при различных парциальных давлениях (p/p_s) в течение 24 ч при температуре 20 °С, по формуле:

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 1000,$$

где m_1 — исходная масса образца активного угля, г; m_2 — масса образца активного угля после выдержки в эксикаторе с адсорбтивом, г.

В качестве адсорбтивов использовали бензол — легколетучее органическое соединение с температурой кипения 80 °С, а также метиловый эфир салициловой кислоты — малолетучее органическое соединение с температурой кипения 220 °С.

Результаты исследования

Результаты исследования характеристик удельной поверхности S и пористости образцов (V_1 , V_2), значения среднего размера микропор d , нм, и объемной доли микропор (величины x , %, рассчитанной по формуле $x = \frac{V_2}{V_1} 100$), как отношение объ-

ема микропор V_2 к суммарному объему пор V_1 представлены в табл. 1. Как видно из данных таблицы, удельная поверхность дробленого активного угля марки ПФТ (образец № 2) значительно выше (в 1,5—1,7 раза), чем у остальных исследованных образцов. Удельная поверхность дробленого активного угля марки ФАД (образец № 1) и сферического активного угля (образцы № 3 и № 4) примерно одинакова. Суммарный объем пор у образцов ФАД и ПФТ (№ 1 и № 2) в 2 раза выше, чем у образцов сферического активного угля (№ 3 и № 4), при этом объем микропор выше примерно на 15 %. У сферического активного угля (образцы № 3 и № 4) объемная доля микропор в суммарном объеме пор выше по сравнению с дробленным активным углем (образцы № 1 и № 2). Диаметр микропор d у всех образцов примерно одинаков.

На рис. 1 представлены изотермы адсорбции азота исследуемыми образцами, полученные с использованием анализатора удельной поверхности Autosorb iQ. Как видно из представленных на рисунке данных, изотермы адсорбции всех исследованных образцов активного угля соответствуют I типу в соответствии с классификацией IUPAC, с крутым подъемом при $p/p_s < 0,1$, что характерно для микропористых адсорбентов [7]. У образцов активного угля сферической формы (№ 3 и № 4) на изотермах адсорбции отсутствует петля гистерезиса, в отличие от образцов дробленого активного угля (№ 1 и № 2). Отсутствие петли гистерезиса на изотермах адсорбции активных углей говорит о практическом отсутствии в них

Таблица 1
Результаты определения характеристик пористой структуры образцов активных углей

№ образца	S , м ² /г	V_1 , см ³ /г	V_2 , см ³ /г	x , %	d , нм
1	1101	1,136	0,5665	50	1,314
2	1856	0,9441	0,6302	67	1,306
3	1285	0,5852	0,4602	79	1,236
4	1174	0,4839	0,4341	90	1,217

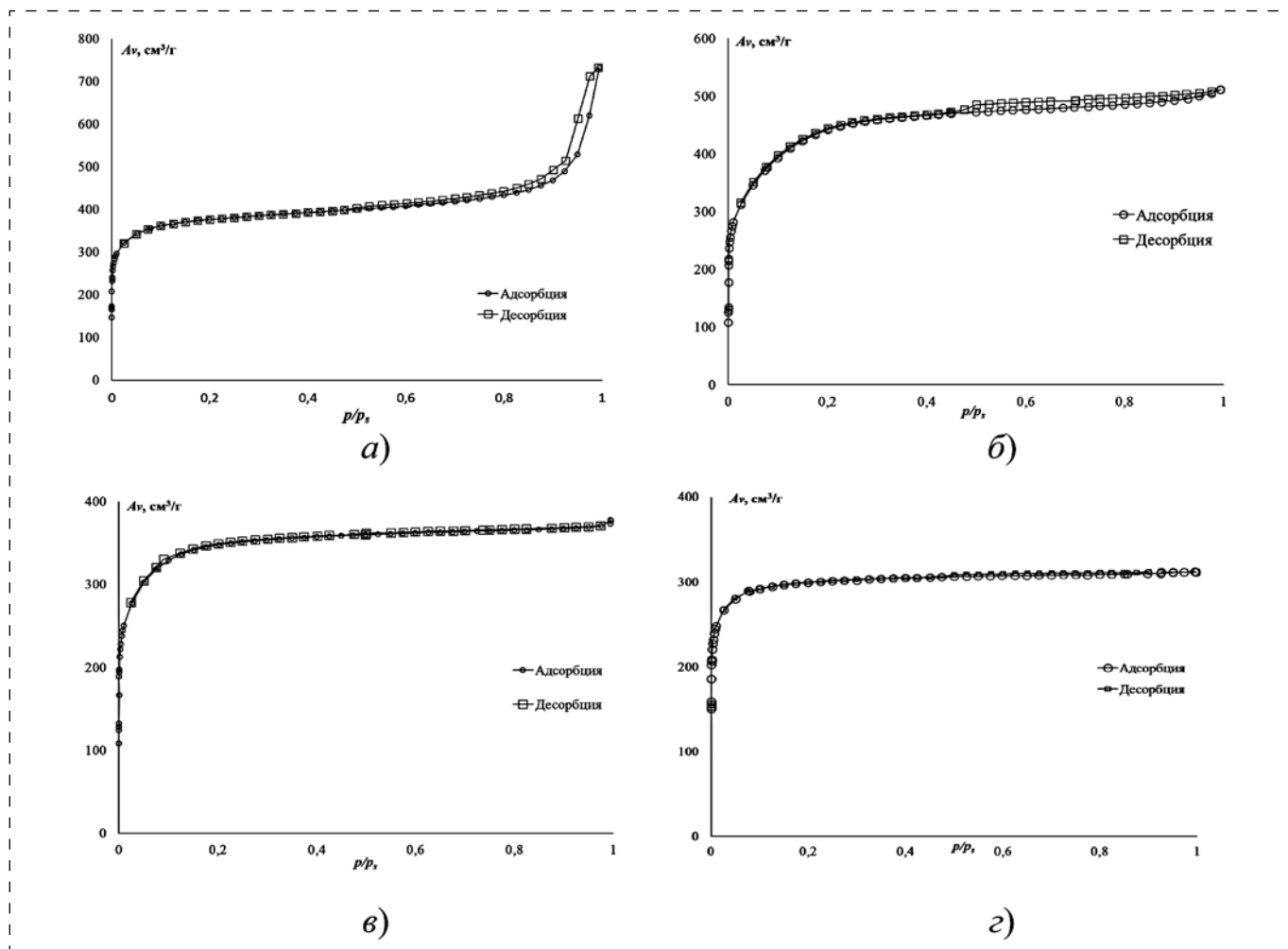


Рис. 1. Изотермы адсорбции активного угля по азоту для образцов:
 а — № 1, б — № 2, в — № 3, з — № 4; A_v — объем поглощенного азота единицей массы адсорбента

мезопор. Как было сказано ранее, пористая структура активного угля сферической формы представлена в основном микропорами (79 и 90 % по объему микропор в суммарном объеме пор у образцов № 3 и 4 соответственно — см. табл. 1), в отличие от дробленого активного угля (50 % и 67 % у образцов № 1 и № 2 соответственно).

Несмотря на то что именно микропоры играют определяющую роль в процессах адсорбции на активных углях, мезопоры играют значительную роль при поглощении парогазообразных веществ в области высоких концентраций, а также при адсорбции более крупных молекул [8]. Таким образом, исследуемые дробленые активные угли из полимерного сырья более универсальны и могут иметь больше областей применения, чем исследуемые сферические активные угли из полимерного сырья.

В связи с тем что образцы № 3 и № 4 практически одинаковы по форме, фракционному

составу, характеристикам удельной поверхности и пористости, дальнейшие исследования проводили на образце активного угля микросферической формы марки Saratech фирмы Blücher GmbH, Германия (образец № 3).

Исследования истинной плотности $\rho_{и}$ и порозности ε показали, что данные характеристики у дробленых и сферических образцов активных углей из полимерного сырья значительно различаются (табл. 2).

Таблица 2

Результаты определения истинной плотности и порозности образцов активного угля

№ образца	$\rho_{и}$, г/см ³	ε , %
1	2,10	51,10
2	1,84	45,63
3	1,34	25,19

Таблица 3

Результаты определения сорбционной емкости по бензолу образцов активного угля

№ образца	А по бензолу, мг/г	
	при $p/p_s = 0,1$	при $p/p_s = 0,5$
1	396	480
2	464	574
3	174	342

Как видно из табл. 2 порозность образцов дробленого активного угля (№ 1 и № 2) в 2 раза выше, чем у сферического активного угля (№ 3), истинная плотность — выше в среднем в 1,5 раза. Уменьшение порозности способствует снижению объема сорбента в расчете на единицу его массы. Это в конечном итоге обеспечивает снижение габаритных характеристик адсорберов, содержащих активный уголь, что наиболее важно в случае использования таких адсорберов — фильтрующе-поглощающих коробок (ФПК) в конструкции средств защиты органов дыхания человека от паров и газов токсичных веществ. Кроме того, микросферическая форма гранул обеспечивает однородное и равномерное распределение активного угля в структуре адсорбционного слоя, будь то защитный материал для кожи либо слой гранул активного угля в ФПК.

В табл. 3 представлены значения статической сорбционной емкости A исследуемых образцов активного угля по бензолу. Как видно из данных, представленных в табл. 3, значения сорбционной емкости дробленого активного угля (образцы № 1 и № 2) по бензолу при $p/p_s = 0,1$ в 2,3–2,7 раза выше, чем емкости сферического активного угля

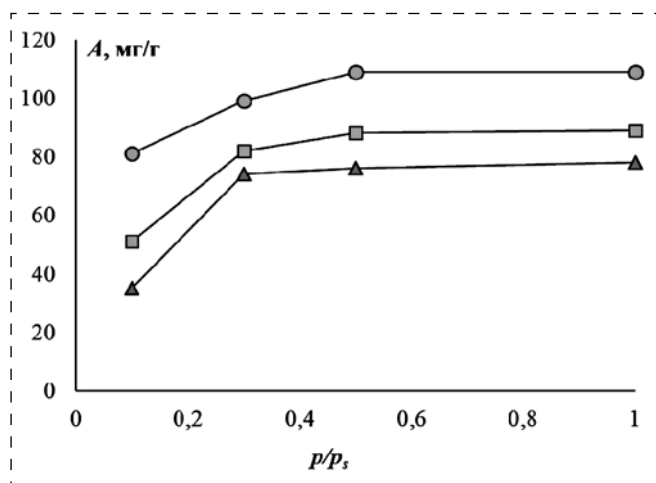


Рис. 2. Изотермы адсорбции активного угля по МЭСК для образцов:

● — № 1, ■ — № 2, ▲ — № 3

(образец № 3), при $p/p_s = 0,5$ — в 1,4–1,7 раза выше.

На рис. 2 представлены изотермы адсорбции по метиловому эфиру салициловой кислоты (МЭСК), полученные при исследовании статической емкости образцов активных углей эксикаторным методом при различном отношении p/p_s . Кривые на рис. 2 построены интерполированием экспериментальных данных.

Как следует из рис. 2, сорбционная емкость по МЭСК дробленого активного угля выше, чем сферического. Более высокие значения сорбционной емкости обусловлены большей пористостью образцов № 1 и № 2 по сравнению с № 3 (см. табл. 1).

Заключение

Сравнительные исследования удельной поверхности и пористости дробленых и сферических активных углей из полимерного сырья показали, что удельная поверхность активного угля ПФТ в среднем в 1,6 раза выше, чем у активного угля ФАД и у сферических активных углей. По объему микропор и суммарному объему пор дробленые активные угли превосходят сферические активные угли. Однако сферический активный уголь Saratech характеризуется высокой долей (90 %) объема микропор в суммарном объеме пор и низким значением порозности.

Сравнительные исследования сорбционной емкости дробленых и сферических активных углей из полимерного сырья показали, что у дробленых активных углей сорбционная емкость по органическим веществам (легколетучему бензолу и малолетучему МЭСК) как в области низких, так и в области высоких парциальных давлений выше сорбционной емкости сферических активных углей.

Дальнейшее совершенствование активных углей из полимерного сырья должно идти в направлении создания технологии синтеза гранул микросферической формы с уменьшением их истинной плотности при сохранении высокой сорбционной емкости и преимущественно микропористой структуры, что, с учетом снижения показателя порозности слоя гранул микросферической формы по сравнению с гранулами неправильной формы, является одним из основных условий улучшения эксплуатационных и эргономических показателей средств защиты человека от токсичных веществ на основе активных углей, включая снижение их габаритных характеристик.

Список литературы

1. **Тарковская И. А.** Сто "профессий" угля. — Киев: Наукова думка, 1990. — 197 с.
2. **Активные угли.** Эластичные сорбенты. Катализаторы, осушители и химические поглотители на их основе: Каталог / Под общ. ред. В. М. Мухина. — М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2003. — 280 с.
3. **Мухин В. М., Зубова И. Д., Гурьянов В. В. и др.** Новые технологии получения активных углей из реактопластов / Сорбционные и хроматографические процессы. — 2009. — Т. 9. — Вып. 2. — С. 191–195.
4. **Официальный сайт** компании BLÜCHER GmbH. URL: <http://www.bluecher.com/en/home/> (дата обращения 02.09.2020).
5. **Официальный сайт** компании Kureha Corporation. URL: <https://www.kureha.co.jp/en/> (дата обращения 02.09.2020).
6. **Корпоративный сайт** компании Suracsh Filters. URL: <https://suracsh.com/> (дата обращения 02.09.2020).
7. **Гаврилова Н. Н., Назаров В. В.** Анализ пористой структуры на основе адсорбционных данных: учеб. пособие. — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. — 132 с.
8. **Дубинин М. М.** Пористая структура и адсорбционные свойства активных углей. — М., 1969. — 71 с.

Yu. A. Suvorova, Senior Researcher¹, Associate Professor², e-mail: suvorovaya@mail.ru,
V. G. Matveykin, Professor, Director of Development¹; Head of Chair²,
V. D. Samarin, Head of Department¹, **A. V. Khrobak**, Engineer¹, Postgraduate²,
T. P. Ulyanova, Leading Engineer¹

¹ Corporation "Roshimzashchita", Tambov

² Tambov State Technical University

Researches of Area, Porosity and Sorption Capacities of Active Carbon Adsorbents from Polymer Raw Materials

In this paper researches of the activate carbons, produced from polymer raw materials are presented. Research results have shown that the BET surface area of shredded active carbon PFT, ENPO Neorganika JSC, in 1.6 times more than BET surface area of shredded active carbon FAD, ENPO Neorganika JSC, and spherical active carbon, Blücher GmbH, Germany. It has been established that the micropores volume of shredded active carbon on 15 % more than micropores volume of spherical active carbon. But spherical active carbon, Blücher GmbH, Germany, has high share of micropore volume in the total pore volume (90 %) and low porosity. It has been shown that the static sorption capacities for benzene and methyl salicylate of shredded active carbon in 1.4–2.7 times more than sorption capacities of spherical active carbon.

Keywords: active carbon, polymer raw materials, BET surface area, porosity, static sorption capacity

References

1. **Tarkovskaya I. A.** Sto "professij" uglya. Kiev: Naukova dumka, 1990. 197 p.
2. **Aktivnye ugli.** Ehlastichnye sorbenty. Katalizatory, osushiteli i khimicheskie poglotiteli na ikh osnove: Katalog / Pod obshh. red. V. M. Mukhina. Moscow: Izdatel'skij dom "Ruda i metally", 2003. 280 p.
3. **Mukhin V. M., Zubova I. D., Gur'yanov V. V. et al.** Novye tekhnologii polucheniya aktivnykh uglej iz reaktoplastov. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2009. Vol. 9. Iss. 2. P. 191–195.
4. **The official website** of BLÜCHER GmbH. URL: <http://www.bluecher.com/en/home/> (date of access 02.09.2020).
5. **The official website** of the Kureha Corporation. URL: <https://www.kureha.co.jp/en/> (date of access 02.09.2020).
6. **Corporate website** of Suracsh Filters. URL: <https://suracsh.com/> (date of access 02.09.2020).
7. **Gavrilova N. N., Nazarov V. V.** Analiz poristoj struktury na osnove adsorbtsionnykh dannyykh: ucheb. posobie. Moscow: RKHTU im. D. I. Mendeleeva, 2015. 132 p.
8. **Dubinina M. M.** Poristaya struktura i adsorbtsionnye svoystva aktivnykh uglej. Moscow, 1969. 71 p.



УДК 355.211.1:614.29

С. А. Кузьмин, д-р мед. наук, доц., проф. кафедры, e-mail: kuzmin.sergey.58@yandex.ru,
О. И. Вовк, канд. мед. наук, доц. кафедры,
В. В. Солодовников, канд. мед. наук, доц. кафедры,
Л. К. Григорьева, ст. преп. кафедры,
Оренбургский государственный медицинский университет

Роль военно-врачебной экспертизы в обеспечении безопасности жизнедеятельности воинских коллективов

Рассмотрены результаты проведенной военно-врачебной экспертизы (ВВЭ) при медицинском освидетельствовании граждан, подлежащих призыву на военную службу в период с 2015 по 2019 г. Изучена профессиональная компетенция врачей-специалистов (врачей), участвующих при проведении ВВЭ призывников. Отмечено, что важным этапом проведения ВВЭ являлся медицинский осмотр призывников на областном сборном пункте. Для своевременного принятия управленческих решений, направленных на улучшение качества проведения ВВЭ граждан, подлежащих призыву на военную службу, предложено постоянно информировать председателей призывных комиссий муниципальных образований о проблемных вопросах, возникающих в процессе работы медицинских комиссий.

Ключевые слова: военно-врачебная экспертиза, призывник, медицинское освидетельствование, военная служба

Комплектование Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) людскими ресурсами является одним из важнейших элементов национальной безопасности нашего государства [1]. В России военная служба всегда считалась делом чести каждого гражданина, а верное служение своему Отечеству — высшим смыслом жизни каждого воина. Никто не станет отрицать, что в армейский строй должны становиться юноши с крепким здоровьем, физически и морально подготовленные для несения военной службы [2].

В настоящее время комплектование армии и флота происходит при дефиците призывного ресурса и недостаточном уровне состояния здоровья молодого пополнения, поступающего в войска. В связи с сокращением срока призыва граждан на военную службу до одного года требуется увеличение в 2 раза количества лиц, призываемых на военную службу. Данная проблема не должна решаться за счет призыва на военную службу граждан, не годных по состоянию своего здоровья к службе в армии [3, 4].

В сложившейся ситуации правильно принятые экспертные решения в ходе проведения военно-врачебной экспертизы граждан, призываемых на военную службу, будут влиять на боеспособность ВС РФ.

Цель исследования — показать роль качественного проведения военно-врачебной экспертизы при медицинском освидетельствовании граждан, призываемых на военную службу.

Материалы и методы исследования. В ходе проведения исследования были использованы результаты работы призывных комиссий муниципальных образований Оренбургской области за пятилетний период с 2015 по 2019 г.

Результаты и обсуждение. Призыв граждан на военную службу организуется военными комиссариатами муниципальных образований и осуществляется призывными комиссиями, создаваемыми в муниципальных районах и городских округах.

На призывные комиссии возложена организация проведения военно-врачебной экспертизы (ВВЭ) при медицинском освидетельствовании граждан, подлежащих призыву на военную службу, в соответствии с действующим Законодательством Российской Федерации [5].

В период с 2015 по 2019 г. количество граждан, прошедших медицинское освидетельствование, ежегодно снижалось и, в итоге, уменьшилось на 5,3 % (с 19 946 человек в 2015 г. до 18 889 человек в 2019 г.).

При проведении ВВЭ призывников участвовали врачи-специалисты (врачи): терапевт, хирург,

невролог, психиатр, окулист, оториноларинголог, стоматолог, дерматовенеролог. По распоряжению председателя призывной комиссии врачи временно откомандировывались из медицинских учреждений муниципальных образований на период работы призывной комиссии. На одного из врачей, наиболее подготовленного по вопросам ВВЭ, возлагалось руководство работой по медицинскому освидетельствованию призывников [6].

В соответствии с требованиями руководящих документов до начала проведения медицинского освидетельствования все призывники в обязательном порядке сдавали анализы крови и мочи, проходили флюорографическое и электрокардиографическое исследования [7].

При изучении профессиональной компетенции врачей призывных комиссий установлено, что сертификаты специалистов имели 98,8 % врачей, а доля врачей, имеющих квалификационную категорию по своей специальности, составила 74,4 %. Опыт работы в составе призывной комиссии более 15 лет имели 10,1 % врачей, от 11 до 15 лет — 18,6 %, от 6 до 10 лет — 16,9 %, от 3 до 5 лет — 15,5 %. Обращает особое внимание факт, что 38,9 % врачей работали в составе призывных комиссий менее 3 лет.

Врачи, изучив представленные документы на призывников, результаты проведенных клинико-инструментальных исследований, проводили оценку состояния их здоровья и выносили одно из следующих заключений о категории годности к военной службе:

"А" — годен к военной службе;

"Б" — годен к военной службе с незначительными ограничениями;

"В" — ограниченно годен к военной службе;

"Г" — временно не годен к военной службе на срок до 12 месяцев;

"Д" — не годен к военной службе.

При проведении ВВЭ в случае выявления у гражданина заболевания, соответствующего категориям годности к военной службе "В" или "Д", гражданин освобождался от призыва на военную службу по состоянию здоровья.

Лидирующее положение среди заболеваний, послуживших причиной освобождения граждан от военной службы, занимали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, доля которых составляла 33,24 %; психические расстройства и расстройства поведения — 13,82 %; болезни кровообращения — 10,24 %. На вышеперечисленные болезни приходилось 57,3 % всех

случаев освобождения призывников от военной службы.

Далее по значимости следовали болезни эндокринной системы, расстройства питания и обмена веществ, которые составляли 5,76 %, болезни пищеварения — 5,67 %, болезни органов зрения и его придаточного аппарата — 5,66 %. Меньшую долю составляли болезни нервной системы — 4,96 %, болезни кожи — 3,39 % и болезни органов дыхания — 3,32 %.

Незначительное количество составляли прочие болезни — 3,8 %, в их число входили: новообразования — 2,71 %, последствия травм — 2,21 %, болезни мочеполовой системы — 1,97 %, болезни уха — 1,57 %, болезни крови и кроветворных органов — 0,69 %, туберкулез — 0,63 %, инфекционные болезни — 0,32 %, венерические заболевания — 0,03 % и микозы — 0,01 %.

На военную службу призывались граждане с категориями годности к военной службе "А" и "Б". Данные показатели были на достаточно высоком уровне и в среднем составляли 76,32 % (от 73,83 % в 2019 г. до 78,54 % в 2017 г.). Однако не все граждане, признанные годными к военной службе по разным причинам, были призваны на военную службу. Значительная часть граждан получала отсрочки для продолжения образования, по семейным и иным обстоятельствам.

Среднестатистическое изъятие призывных ресурсов за изучаемый период времени составляло 31,17 % и имело максимальный показатель в 2015 г. — 35,43 %, а минимальный показатель в 2018 г. — 28,02 %.

Граждане, призванные на военную службу, перед отправкой в войска прибывали на областной сборный пункт (ОСП), где также проходили медицинский осмотр.

Этот осмотр являлся барьерной функцией для предотвращения направления в ВС РФ граждан, которые не должны проходить военную службу по состоянию здоровья. Максимальный возврат граждан с ОСП зарегистрирован в 2018 г. и составил 3,8 %, а минимальный в 2017 г. — 3,3 %.

При необходимости, с целью уточнения диагноза заболевания, призывники направлялись на дополнительное обследование в областные лечебно-профилактические учреждения. Наибольшее количество граждан, направленных на дополнительное обследование из числа представленных на медицинский осмотр перед отправкой в войска, отмечалось в 2015 г. и составляло 10,9 %, а в 2017 г. — 10,3 %.



наименьшее — в 2019 г. — 7,9 %. Все призывники были обследованы либо пролечены в областных лечебно-профилактических учреждениях, в отношении них были приняты решения о степени годности к военной службе по состоянию здоровья. Практически 50 % из этой категории граждан были возвращены обратно в муниципальные образования с отменой решения о призыве на военную службу по состоянию здоровья.

Максимальный возврат граждан с областно-сборного пункта по состоянию здоровья, как неправильно призванных на военную службу, зарегистрирован в 2018 г. и составлял 3,8 %, а минимальный в 2017 г. — 3,3 %. Первое место при возврате с ОСП ежегодно занимали граждане с психическими расстройствами, второе место — с болезнями костно-мышечной системы и третье место — с болезнями системы кровообращения.

Полученные результаты доказывают важность проведения ВВЭ на всех этапах освидетельствования призывников, а также диктуют необходимость повышения качества данной работы.

Однако, несмотря на все принятые меры, не удалось избежать необоснованного призыва граждан на военную службу. Отчетный возврат (граждане, уволенные из ВС РФ по "общему заболеванию" в первые 3 месяца военной службы) составлял в 2015 г. — 0,06 %, в 2016 г. — 0,02 %, в 2017 г. — 0,04 % и в 2018 г. — 0,05 % от количества всех призывников, отправленных в войска. Граждан, призванных на военную службу в 2019 г. и уволенных по состоянию здоровья, не было.

Основными причинами досрочного увольнения военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, являлись: отсутствие или низкое качество медицинской документации на гражданина, подлежащего призыву на военную службу, и недостаточные знания требований руководящих документов по ВВЭ врачами, участвующими в проведении ВВЭ призывников.

Выводы. В целях улучшения медицинского обеспечения подготовки граждан к военной службе и повышения качества проведения ВВЭ призывников необходимо:

1. Наладить тесное межведомственное взаимодействие военных комиссариатов с руководителями территориальных органов управления здравоохранением с целью всестороннего и полного выполнения требований совместного приказа МО РФ и МЗ РФ от 23 мая 2001 г. № 240/168 "Об организации медицинского обеспечения подготовки

граждан Российской Федерации к военной службе".

2. Добиваться качественного подбора врачей, привлекаемых к проведению медицинского освидетельствования призывников, и проводить их постоянное обучение вопросам ВВЭ.

3. Привлекать к проведению медицинского освидетельствования призывников врачей военных госпиталей, так как они хорошо знают вопросы ВВЭ и имеют опыт работы с военнослужащими.

4. По каждому случаю возврата граждан по состоянию здоровья с ОСП и войск как ошибочно призванных на военную службу проводить объективные административные расследования с целью исключения подобных случаев в дальнейшей работе.

5. Для своевременного принятия управленческих решений, направленных на улучшение качества проведения ВВЭ граждан, подлежащих призыву на военную службу, необходимо постоянно информировать председателей призывных комиссий муниципальных образований о проблемных вопросах, возникающих в процессе работы медицинских комиссий.

Список литературы

1. Булавин В. В., Кальманов А. С., Панюшин К. А. Состояние здоровья подростков, допризывников и организация мероприятий по его укреплению // Военно-медицинский журнал. — 2014. — № 3. — С. 56—58.
2. Кузьмин С. А., Боев М. В., Солодовников В. В., Григорьева Л. К. Медико-демографическая характеристика юношей допризывного возраста в субъекте Российской Федерации (на примере Оренбургской области) // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 1. — С. 7—10.
3. Избагамбетова К. А., Кузьмин С. А., Солодовников В. В., Григорьева Л. К. Вопросы качества медицинского освидетельствования граждан при призыве на военную службу // Общественное здоровье и здравоохранение. — 2020. — № 2. — С. 72—76.
4. Ефимова С. В. Комплексная оценка состояния здоровья, образа и качества жизни лиц призывного возраста, проживающих в крупном городе: дис. ... канд. мед. наук. — Оренбург, 2012. — 26 с.
5. Федеральный Закон Российской Федерации "О воинской обязанности и военной службе" от 28.03.1998 № 53-ФЗ с изм. и доп. — М.: ЭКСМО. — 2010. — 80 с.
6. Приказ МО РФ и МЗ РФ от 23 мая 2001 г. № 240/168 "Об организации медицинского обеспечения подготовки граждан Российской Федерации к военной службе". — М.: Воениздат, 2001. — 62 с.
7. Постановление Правительства РФ от 04 июля 2013 г. № 565 "Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе". — М.: 12-я центральная типография МО РФ, 2013. — 187 с.

S. A. Kuzmin, Professor of Department, e-mail: kuzmin.sergey.58@yandex.ru,
O. I. Vovk, Associate Professor, V. V. Solodovnikov, Associate Professor,
L. K. Grigor'eva, Senior Lecturer,
Orenburg State Medical University

The Role of Military Medical Expertise in Ensuring the Safety of Military Collectives

The article considers the results of the military medical examination (VVE) conducted during the medical examination of citizens subject to conscription for military service in the period from 2015 to 2019.

The professional competence of medical specialists (doctors) involved in conducting VVE for conscripts was studied. It was found that 98.8 % of doctors had certificates of specialists, and the share of doctors with a qualification category in their specialty was 74.4 %. 10.1 % of doctors had more than 15 years of experience in the draft Board, 18.6 % from 11 to 15 years, 16.9 % from 6 to 10 years, and 15.5 % from 3 to 5 years.

The results of the VVE were as follows: the leading position among the diseases that caused the release of citizens from military service was occupied by diseases of the musculoskeletal system and connective tissue, the share of which was 33.24 %; mental and behavioral disorders — 13.82 %; circulatory diseases — 10.24 %. The above-mentioned diseases accounted for 57.3 % of all cases of conscripts release from military service. The next stage of the VVE was a medical examination at the regional Assembly point (OSP), which was a barrier function to prevent citizens who should not be sent to the armed forces of the Russian Federation for their health reasons to undergo military service. The maximum return of citizens with OSP was registered in 2018 and amounted to 3.8 %, and the minimum in 2017 — 3.3 %.

However, despite all the measures taken, it was not possible to avoid unjustified conscription of citizens for military service, which amounted to 0.06 % in 2015, 0.02 % in 2016, 0.04 % in 2017 and 0.05 % in 2018. There were no citizens who were called up for military service in 2019 and dismissed for health reasons.

In order to make timely management decisions aimed at improving the quality of VVE, citizens who are subject to conscription for military service must constantly inform the chairmen of municipal conscription commissions about problematic issues that arise during the work of medical commissions.

Keywords: military medical examination, conscript, medical examination, military service

References

1. Bulavin V. V., Kalmanov A. S., Panyushin K. A. State of health of teenagers, pre-conscripts and organization of measures to strengthen it. *Military-medical journal*. 2014. No. 3. P. 56—58.
2. Kuzmin S. A., Boev V. M., Solodovnikov V. V., Grigor'eva L. K. Demographic and Health characteristics of young pre-conscription age in the subject of the Russian Federation (on the example of Orenburg region). *Life Safety*. 2018. No. 1. S. 7—10.
3. Izmagambetova K. A., Kuzmin S. A., Solodovnikov V. V., Grigor'eva L. K. Issues of quality of medical examination of citizens in military service. *Public health and health care*. 2020. No. 2. P. 72—76.
4. Efimova S. V. Comprehensive assessment of health status, lifestyle and quality of life of persons of military age living in the big city: dis. ... candidate of medical Sciences-Orenburg, 2012. 26 p.
5. Federal Law of the Russian Federation "On military duty and military service" of 28.03.1998, No. 53-FZ with amendments and additional. Moscow: EKSMO. 2010. 80 p.
6. Order MO the Russian Federation and the Ministry of health of the Russian Federation from may 23, 2001 № 240/168 "On the organization of medical support of training of Russian citizens for military service". Moscow: Voenizdat. 2001. 62 p.
7. Resolution of the Government of the Russian Federation from 04 July 2013 № 565 "About the Position statement about military-medical examination". Moscow: 12 Central printing office of the defense Ministry, 2013. 187 p.

О. В. Остапенко, канд. мед. наук, доц. кафедры, e-mail: ostapenko.o.v@yandex.ru, Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Симферополь, пос. Аграрное

Влияние хронической интоксикации свинцом на морфофункциональное состояние поджелудочной железы

Представлен анализ проблемы влияния тяжелых металлов на экосистему, живые организмы, а также пути попадания тяжелых металлов в организм человека. Особое внимание уделено влиянию хронической свинцовой интоксикации на секреторную функцию поджелудочной железы. Проведено исследование экзокринной части поджелудочной железы мышей, употреблявших перорально ацетат свинца. Данные статистической обработки результатов морфометрических исследований свидетельствуют о токсическом воздействии свинца на поджелудочную железу. Установлено, что хроническая свинцовая интоксикация приводит к возникновению значительных морфологических изменений в поджелудочной железе животных (дистрофия, аутолиз). Отмечено также снижение секреции поджелудочного сока.

Ключевые слова: экологическая безопасность, хроническая свинцовая интоксикация, поджелудочная железа, функциональные расстройства, обмен веществ

Технический прогресс сопровождается загрязнением как рабочей зоны, так и окружающей среды: атмосферы, гидросферы и литосферы. На сегодняшний день экологическая безопасность выходит на первый план среди актуальных вопросов экологии. Большое количество предприятий ежедневно выбрасывает в окружающую среду вредные и опасные химические вещества. Наиболее распространенными являются соединения тяжелых металлов. Основным источником поступления соединений свинца в окружающую среду является промышленность, а также производство красок и косметики [1]. Помимо выбросов предприятий, тяжелые металлы попадают в окружающую среду с выхлопными газами автотранспорта. Недобросовестные производители и реализаторы добавляют в бензин свинцовую присадку (тетраэтилсвинец) для увеличения октанового числа бензина [2, 3].

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является "визитной карточкой" промышленных регионов. Загрязнение биосферы приводит к включению тяжелых металлов в биологические системы [4]. Влияние тяжелых металлов существенно изменяет функциональные системы организма и приводит к нарушениям процессов адаптации, донозологическим изменениям в функциональных системах, а затем и к патологии.

Попадая в биосферу тяжелые металлы, в том числе и свинец, включаются в круговорот веществ,

в пищевые цепи, которые заканчиваются организмом человека. Попадая в окружающую среду, свинец переносится потоками воздуха и распространяется на большие расстояния от источника загрязнения. Оседая на землю, траву, кустарники и деревья, свинец попадает в растительные клетки, где и накапливается.

Животные и птицы, обитающие в таких регионах, питаются растительной пищей, содержащей соединения свинца. И следующим этапом является накопление соединений свинца в организме животных. Растительная и животная пища является источником питания для человека и одновременно источником тяжелых металлов. Свинец способен аккумулироваться в окружающей среде [5, 6].

Организм человека, как окончательное звено в пищевой цепочке, накапливает в себе те химические вещества и соединения, которые его окружают. В организм человека свинец попадает через дыхательные пути, но основная доза поступает через желудочно-кишечный тракт [7, 8].

С давних времен известно отрицательное влияние свинца на организм человека. В первую очередь страдают нервная система, органы кроветворения, сердечно-сосудистая, репродуктивная и эндокринная системы [9–13]. Хроническая интоксикация свинцом занимает ведущие позиции среди всех интоксикаций тяжелыми металлами. Особую "популярность" интоксикация приобрела

в результате технического прогресса и нарастающего загрязнения воздушной среды аэрозолями свинца и его соединениями.

Население, проживающее в промышленных регионах, находится в ежедневном контакте с соединениями свинца, что создает постоянную потенциальную угрозу развития хронической свинцовой интоксикации [7]. Проблема хронической интоксикации приобретает социально-гигиеническую и медико-биологическую актуальность.

Учитывая все сказанное выше, необходимо более углубленное изучение патогенеза и доклинических проявлений свинцовой интоксикации, а также разработка методов ранней диагностики и профилактики заболеваний. Ранняя диагностика и эффективная терапия любого заболевания основывается на глубоком изучении биохимических, функциональных и структурных изменений тканей и органов. Хроническая свинцовая интоксикация свинцом не является исключением.

Отечественные и зарубежные исследователи показали, что свинец является политропным ядом, оказывающим токсическое действие на все органы и системы организма [14–16]. Однако не все стороны данного вопроса достаточно освещены, не полностью раскрыт характер и патогенез изменений клеток, тканей и органов. Свидетельством тому является недостаточная изученность изменений, развивающихся при хронической интоксикации свинцом в одной из пищеварительных желез — поджелудочной железе.

Целью исследования является изучить характер и особенности воздействия хронической интоксикации свинцом (ХИС) на структуру и функции поджелудочной железы в условиях хронического эксперимента на животных.

Хроническая интоксикация свинцом моделировалась на двух поколениях мышей-самцов линии BALB/c. Животные первого поколения получали водный раствор ацетата свинца в течение всего эксперимента до появления второго поколения в дозе 0,01 мг/г. Животные второго поколения ежедневно получали водный раствор ацетата свинца после перехода на самостоятельное питание в течение трех месяцев. Таким образом, животные второго поколения получали дозу свинца в пренатальном (через гематоплацентарный барьер от организма матери) и постнатальном (с молоком при грудном вскармливании и пищей при переходе на самостоятельное питание) периоде.

Полученные данные были изучены с помощью методов световой, электронной микроскопии, морфометрии с использованием оптического

Морфометрические показатели секреторных клеток ($X + m_x$)

Показатель	Площадь, $\mu\text{м}^2$		
	Клеток	Ядер	Ядрышка
Контроль	$95,40 \pm 2,80$	$20,29 \pm 0,59$	$2,48 \pm 0,09$
ХИС	$107,60 \pm 2,90^*$	$22,62 \pm 0,53^*$	$2,59 \pm 0,10$

* Достоверно по отношению к показателям контроля ($P \leq 0,05$)

анализатора изображения. С помощью этих методов было установлено, что при хронической интоксикации свинцом возникает отек и набухание секреторных клеток, а затем и между клетками. Отмечено статистически достоверное увеличение площади клеток и ядер по сравнению с контрольными данными (см. таблицу).

Морфологические изменения секреторных клеток проходят по типу гидропической дистрофии. Гипертрофия клеток возникает в результате увеличения проницаемости клеточных мембран, что, в свою очередь, приводит к дисбалансу ионов кальция, калия и натрия.

Гидролитические ферменты, входящие в состав клеточных мембран, активируются ионами кальция и в избыточном количестве способны расщеплять фосфолипиды мембран. Увеличение проницаемости мембран клетки способствует общей активации ферментов.

Еще одним механизмом нарушения морфофункциональной целостности секреторных клеток поджелудочной железы является активация перекисного окисления липидов (ПОЛ). Активация ПОЛ сопровождается окислением фосфолипидов мембран, образованием свободных радикалов и гидроперекисей липидов [6]. Два механизма, запущенных свинцовой интоксикацией, сопровождаются нарастающим нарушением структурной организации мембран и их проницаемости.

Экзокриноциты поджелудочной железы содержат большое количество мембранных структур. Так, их белоксинтезирующая функция обеспечивается рядом мембранных органелл (гранулярная эндоплазматическая сеть (ГЭПС) и комплекс Гольджи), а энергетическая функция — митохондриями. При нарушении целостности мембран нарушается и функциональная активность панкреоцитов [11]. Страдает энергетический аппарат, и клетка недополучает необходимую для функционирования и регенерации энергию. Укорочение, расширение и уменьшение количества мембран эндоплазматической сети приводит к уменьшению количества секреторных гранул. Гранулы, находящиеся в клетке и содержащие прозимоген,



характеризуются уменьшением не только общего их количества, но и размеров, и электронной плотности.

Ферментная система является легко ранимой, а поджелудочная железа вырабатывает в большом количестве ряд ферментов, принимающих участие не только в процессе пищеварения, но и в регуляции обмена веществ в целом. Морфофункциональные изменения в поджелудочной железе, возникающие при хронической интоксикации свинцом, приводят к серьезным нарушениям — расщеплению сложных биополимеров (при недостатке ферментативной активности) и повреждению слизистой оболочки всего желудочно-кишечного тракта (при избытке ферментативной активности).

Результаты эксперимента с хронической свинцовой интоксикацией убедительно показали, что при хроническом поступлении в организм свинца происходит токсическое поражение экзокринной части поджелудочной железы.

Проведенные экспериментальные исследования на втором поколении мышей-самцов показали ярко выраженные изменения в морфологии секреторных клеток и межклеточного компонента экзокринной части поджелудочной железы.

Заключение

При хронической свинцовой интоксикации повреждается экзокринная часть поджелудочной железы. Наблюдаются выраженные морфофункциональные изменения, проявляющиеся нарушением ультраструктурной организации секреторных клеток, протекающих по типу гидропической дистрофии. Указанные нарушения клеток паренхимы поджелудочной железы приводят к дестабилизации секреторного цикла (синтеза и секреции ферментов).

Полученные данные свидетельствуют об острой необходимости разработки мероприятий по ранней профилактике и коррекции хронической интоксикации свинцом.

Список литературы

1. McMichael J. R., Stoff B. K. Surma eye cosmetic in Afghanistan: a potential source of lead toxicity in children // *European Journal of Pediatrics*. — 2018. — No. 177. — P. 265–268.
2. Laidlaw M. A. S., Gordon C., Ball A. S. Preliminary assessment of surface soil lead concentrations in Melbourne, Australia // *Environmental Geo-chemistry and Health*. — 2018. — No. 2. — P. 637–650.
3. Welton M., Rodriguez-Lainz A., Loza O., Brodine S. Use of lead-glazed ceramic ware and lead-based folk remedies in a rural community of Baja California, Mexico // *Global Health Promotion*. — 2018. — No. 1. — P. 6–14.
4. Снакин В. В. Загрязнение биосферы свинцом: масштабы и перспективы для России // *Медицина труда и промышленная экология*. — 1999. — № 5. — С. 23.
5. Chaffy S., Thakur K., Sharma A., Sharma K. K. Lead: tiny but mighty poison // *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. — 2018. — No. 33. — P. 132–146.
6. Liu Z. et al. Lead induces Siberian tiger fibroblast apoptosis by interfering with intracellular homeostasis // *Drug and chemical toxicology*. — 2018. — No. 2. — P. 188–198.
7. Измеров Н. Ф. Свинец и здоровье. Гигиенический и медико-биологический мониторинг. — М.: Наука, 2000. — 256 с.
8. Patrick L. Lead toxicity part II: the role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity // *Altern Med Rev*. — 2006. — Vol. 11, No. 2. — P. 114–127.
9. Беккельман И., Пфистер Э. Нейротоксические эффекты многолетней экспозиции свинцом // *Медицина труда и промышленная экология*. — 2001. — № 5. — С. 22–25.
10. Мамедова Н. Д., Уварова И. А. Гистофункциональные изменения легкого плода при воздействии свинца на материнский организм // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. — 2012. — № 11 (2). — С. 886.
11. Стародумов В. Л., Калинина Н. Г., Горбунов В. А. Состояние мембран эритроцитов как индикатор воздействия свинца окружающей среды // *Вестник Ивановской медицинской академии*. — 2013. — № 4 (18). — С. 16–19.
12. Остапенко О. В. Ультразвуковые изменения клеток поджелудочной железы при хронической интоксикации свинцом // *Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения*. — 2010. — Том 146 (5). — С. 116–118.
13. Явербаум П. М., Решетник Л. А., Тарасова А. В. Влияние свинца на репродуктивную функцию и потомство. — Иркутск, 2009. — 31 с.
14. Карагайчева Ю. В. и др. Модифицирующее действие миллиметрового излучения на центральную нервную систему животных при хронической интоксикации свинцом // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. — 2011. — Т. 13. — № 1 (7). — С. 1702–1705.
15. Новикова М. А. и др. Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека (Сообщение 1) // *Сибирский медицинский журнал*. — 2013. — № 2. — С. 13–16.
16. Хамидулина Х. Х., Давыдова Ю. О. Международное регулирование свинца и его соединений // *Гигиена и санитария*. — 2013. — № 6. — С. 57–59.

O. V. Ostapenko, Associate Professor, e-mail: ostapenko.o.v@yandex.ru,
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Town Simferopol, Settlement Agrarnoe

The Influence of Chronic Lead Intoxication on the Morphofunctional State of the Pancreas

The article presents an analysis of the problem of the influence of heavy metals on the ecosystem, living organisms, as well as ways of getting heavy metals into the human body. Special attention is paid to the effect of chronic lead intoxication on the secretory function of the pancreas. A study of exocrine part of the pancreas of mice who consumed orally lead acetate was conducted. The morphofunctional changes of the pancreas presented in the article has been studied by light and electron microscopy. A statistical analysis of the results of morphometric studies. The findings suggest that the toxic effects of lead on the pancreas. It was found that chronic lead intoxication leads to significant morphological changes in the pancreas of animals (dystrophy, autolysis). Noted decrease in pancreatic juice secretion.

Keywords: environmental safety, chronic lead intoxication, pancreas, functional disorders, metabolism

References

1. **McMichael J. R., Stoff B. K.** Surma eye cosmetic in Afghanistan: a potential source of lead toxicity in children. *European Journal of Pediatrics*. 2018. No. 177. P. 265–268.
2. **Laidlaw M. A. S., Gordon C., Ball A. S.** Preliminary assessment of surface soil lead concentrations in Melbourne, Australia. *Environmental Geo-chemistry and Health*. 2018. No. 2. P. 637–650.
3. **Welton M., Rodriguez-Lainz A., Loza O., Brodine S.** Use of lead-glazed ceramic ware and lead-based folk remedies in a rural community of Baja California, Mexico. *Global Health Promotion*. 2018. No. 1. P. 6–14.
4. **Snakin V. V.** Zagryaznenie biosfery svincom: masshtaby i perspektivy dlya Rossii. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1999. No. 5. P. 23.
5. **Chaffy S., Thakur K., Sharma A., Sharma K. K.** Lead: tiny but mighty poison. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2018. No. 33. P. 132–146.
6. **Liu Z. et al.** Lead induces Siberian tiger fibroblast apoptosis by interfering with intracellular homeostasis. *Drug and chemical toxicology*. 2018. No. 2. P. 188–198.
7. **Izmerov N. F.** Svinec i zdorov'e. Gigienicheskij i mediko-biologicheskij monitoring. Moscow: Nauka, 2000. 256 p.
8. **Patrick L.** Lead toxicity part II: the role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity. *Altern Med Rev*. 2006. Vol. 11. No. 2. P. 114–127.
9. **Byokkel'man I., Pfister E.** Nejrotoksicheskie efekty mnogoletnej ekspozicii svincom. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2001. No. 5. P. 22–25.
10. **Mamedova N. D., Uvarova I. A.** Gistofunkcional'nye izmeneniya legkogo ploda pri vozdejstvii svinca na materinskij organizm. *Byulleten' medicinskih internet-konferencij*. 2012. No. 11 (2). P. 886.
11. **Starodumov V. L., Kalinina N. G., Gorbunov V. A.** Sostoyanie membran eritrocitov kak indikator vozdejstviya svinca okruzhayushchej sredy. *Vestnik Ivanovskoj medicinskoj akademii*. 2013. No. 4 (18). P. 16–19.
12. **Ostapenko O. V.** Ul'trastrukturnye izmeneniya kletok podzheludchnoj zhelezy pri hronicheskoy intoksikacii svincom. *Problemy, dostizheniya i perspektivy razvitiya mediko-biologicheskikh nauk i prakticheskogo zdravoohraneniya*. 2010. Vol. 146 (5). P. 116–118.
13. **Yaverbaum P. M., Reshetnik L. A., Tarasova A. V.** Vliyanie svinca na reproduktivnuyu funkciu i potomstvo. Irkutsk, 2009. 31 p.
14. **Karagajcheva Yu. V. et al.** Modificiruyushchee dejstvie milimetrovogo izlucheniya na central'nuyu nervnuyu sistemu zhivotnyh pri hronicheskoy intoksikacii svincom. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2011. Vol. 13. No. 1(7). P. 1702–1705.
15. **Novikova M. A. et al.** Vliyanie hronicheskoy svincovoy intoksikacii na organizm cheloveka (Soobshchenie 1). *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2013. No. 2. P. 13–16.
16. **Hamidulina H. H., Davydova Yu. O.** Mezhdunarodnoe regulirovanie svinca i ego soedinenij. *Gigiena i sanitariya*. 2013. No. 6. P. 57–59.

УДК 628.5

Т. А. Будыкина, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: tbudykina@yandex.ru,
Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Московская область

Оценка загрязнения почвенного покрова методом фитотестирования

Приведены результаты оценки токсического загрязнения почв Курской и Белгородской областей разных функциональных зон (городской, промышленной, транспортной, сельскохозяйственной) методом фитотестирования. Наибольшее загрязнение испытывают почвы транспортной и промышленной зон исследуемых образцов субстратов Центрального Черноземья. На 7-й день проращивания семян кресс-салата выявлено слабое загрязнение почв (для транспортной и промышленной зон) или его отсутствие (для городской и сельскохозяйственной зон). На 12-й день слабое загрязнение переходит в среднее (транспортная и промышленная зоны) и в слабое (городская и сельскохозяйственная зоны). Предложено для оценки фитотоксичности почв использовать, наряду с показателем "всхожесть", показатель "выживаемость" проросших растений при длительности эксперимента 10–14 дней.

Ключевые слова: фитотестирование, фитотоксичность почв, биоиндикация, биоиндикаторы, тест-объект, тест-отклик, кресс-салат, всхожесть, выживаемость, проростки

Введение

Почвенный покров подвергается значительным антропогенным воздействиям, вследствие чего в почве в избыточных количествах накапливаются ионы тяжелых металлов, нефтепродукты, пестициды и другие загрязняющие вещества, приводя к деградации почвенной среды и потере плодородия [1]. Особенно высокое количество поллютантов характерно для ареалов крупных промышленных объектов, автомобильных дорог, городской среды [2].

Почва относится к невозполнимым природным ресурсам, является не только средством сельскохозяйственного производства для интенсивно увеличивающегося населения планеты, но и местом его проживания. Поэтому состояние почвенных ресурсов вызывает большую тревогу в связи с трудностью сохранения ее богатства не только ныне живущим, но и будущим поколениям.

Благодаря почвенной биоте (в 1 г почвы содержится 3...90 млн бактерий, 0,1...35 млн актиномицетов, 8...1000 тыс. микроскопических грибов, 100 тыс. водорослей, 1,5...6 млн простейших [3]), происходит не только формирование почвенного плодородия, но и детоксикация различных загрязняющих веществ, которая препятствует поступлению токсинов в пищевые цепи и непосредственно влияет

на качество сельскохозяйственной продукции, состояние окружающей среды [4]. Поэтому охрана почвенных ресурсов, мониторинг их состояния является актуальной проблемой современности.

Эффективным методом оценки токсического загрязнения почвенного покрова является биотестирование, заключающееся в изучении ответной реакции (тест-отклик) живых организмов (биоиндикаторов) на воздействия стрессоров. Биологические методы высокочувствительны и информативны, так как позволяют фиксировать негативные изменения при относительно слабых антропогенных нагрузках, благодаря суммированию всех биологически вредных факторов, включая химические и физические воздействия. Биотестирование, дополняющее биоиндикацию и химико-аналитические исследования, дает информацию о неблагополучии в опережающем режиме до проявления видимых изменений в экосистеме [5].

Для оценки фитотоксичности почв применяют растения-биоиндикаторы (тест-культуры), очень чувствительные к химическому составу почвы и указывающие на присутствие загрязняющего вещества в почве разным морфологическими реакциями — всхожестью семян, скоростью и дружной прорастания, показателями начального роста растений (длина и внешний вид проростка), изменением окраски листьев, различными

формами некрозов, преждевременным увяданием и гибелью [5—9].

Наиболее известным растением-биоиндикатором является кресс-салат (лат. *Lepidium sativum*) — однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта [10]. Кресс-салат отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Побеги и корни в этом случае подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней) [11—14].

При этом указанный биоиндикатор удобен тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (например, чашка Петри) и в короткие сроки эксперимента (10—15 дней). Поэтому в данном исследовании в качестве биоиндикатора был выбран кресс-салат.

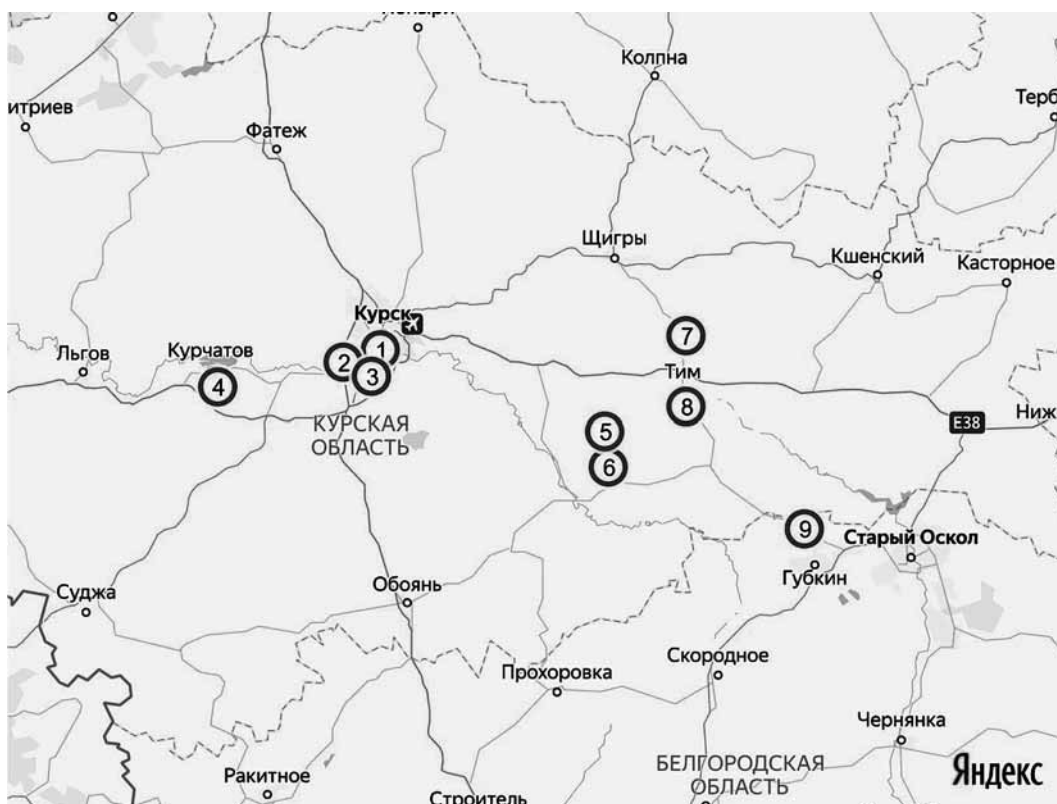
Цель исследования: мониторинг токсического загрязнения почвенного покрова разных функциональных зон методом фитотестирования.

Характеристика объекта исследования

Объектом исследования являлся почвенный покров, отобранный с территорий двух областей Центрального Черноземья — Курской и Белгородской — в разных функциональных зонах — городской (многоэтажная застройка), промышленной (вблизи нефтебазы), транспортной (газоны автозаправочной станции, парковки), сельскохозяйственной (поля, дачный участок).

В эксперименте участвовали образцы верхних горизонтов почв (10...15 см), отобранные в весенний период 2018 г. (май). Пункты отбора образцов почв показаны на рисунке.

Из исследованных образцов почвогрунта один образец можно отнести к городской зоне (поз. 1 на рисунке), один — к промышленной (поз. 3), три — к транспортной (поз. 2, 8, 9),



Пункты отбора образцов почв:

1—3 — г. Курск (ул. Мыльниковая, ул. Крюкова, ул. 2-я Строительная); 4 — г. Курчатов (Курская область); 5 и 6 — Солнцевский район Курской области (с. Ефросимовка и с. Ст-Лешин); 7 и 8 — п. Тим, Курская область; 9 — п. Троицкий, Белгородская область



четыре — к сельскохозяйственной зоне (поз. 4, 5, 6, 7 на рисунке).

Фитотоксичность почв определяли следующим образом. Пластиковые емкости на 80...90 % заполняли субстратом исследуемой почвы, увлажнив его водопроводной водой. На поверхность почвы равномерно укладывали по 5 семян в 3 ряда (всего 15 семян), присыпав небольшим количеством почвы и увлажнив ее. Расстояние между семенами было одинаковым. Проращивание семян проводили одновременно во всех отобранных образцах почв, в одинаковых условиях, при температуре 17...20 °С в весеннее время, поддерживая влажность на одном уровне. Продолжительность опытов составила 12 дней.

Результаты исследования

Результаты исследования фитотестирования почв за 12 дней эксперимента представлены в табл. 1 [15].

Как видно из таблицы, на 3-й и 4-й день прорастает наибольшее количество семян. Максимальная всхожесть семян на всех образцах почв достигается на 5-й день 80...93 %. Затем, после 8 дней с проростками почв, преимущественно, промышленной и транспортной зон происходят морфологические изменения, приводящие к изменению их внешнего вида, искривлению и, в конечном итоге, к гибели.

На 4-й день эксперимента всхожесть семян была хорошей, проростки кресс-салата имели здоровый вид, даже на почве с транспортной зоны (образцы 2, 8, 9), что, вероятно, связано с повышенным содержанием в почве тяжелых металлов, стимулирующих в начальный период развития рост растений [12], но в дальнейшем оказывающих ингибирующее действие.

Наибольшие проявления фитотоксичности характерны для образцов транспортной и промышленной зон (образцы 2, 8, 3). Только образцы почв с полей Курской области (пробы 5, 7) показали хорошие результаты выживаемости растений — 87 % к концу опыта (12 дней).

Данные табл. 1 позволили определить уровень загрязнения субстрата почв (табл. 2) по завершении 12-дневного эксперимента по методике, предложенной в работе [7]:

— *загрязнение отсутствует* при всхожести семян 90...100 %; всходы дружные, проростки крепкие, ровные;

— *слабое загрязнение* при всхожести семян 60...90 %; проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные;

— *среднее загрязнение* при всхожести семян 20...60 %; проростки по сравнению с контролем короче и тоньше; некоторые проростки имеют уродства;

Таблица 1

Результаты эксперимента по фитотестированию почв

№ пробы	Характеристика места отбора пробы почвы	Количество проросших и успешно развившихся семян по дням проведения эксперимента, шт.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	г. Курск, ул. Мыльниковая (многоэтажная застройка)	—	3	$\frac{8^*}{8}$	12	13	13	14	12	12	12	11	10
2	г. Курск, ул. Крюкова (газон возле дороги)	—	4	$\frac{7}{7}$	7	13	12	11	12	9	7	7	7
3	г. Курск, ул. 2-я Строительная (вблизи Курской нефтебазы)	—	3	$\frac{8}{12}$	12	12	12	12	11	10	10	3	6
4	г. Курчатова, Курская область, 1 км от АЭС (дачный участок)	—	—	$\frac{5}{10}$	13	14	14	14	14	14	14	11	10
5	с. Ефросимовка, Солнцевский район Курской области (поле)	—	4	$\frac{8}{8}$	14	14	14	14	13	13	13	13	13
6	с. Ст-Лещин, Солнцевский район Курской области (поле)	—	—	$\frac{8}{10}$	14	14	14	14	14	14	14	9	9
7	п. Тим, Курская область (поле)	—	3	$\frac{11}{13}$	13	14	14	14	14	12	12	12	13
8	п. Тим, Курская область (парковка)	—	—	$\frac{—}{8}$	13	14	14	13	12	11	10	6	4
9	п. Троицкий, Белгородская область, (возле АЗС)	—	1	$\frac{9}{9}$	10	13	13	13	13	13	12	8	8

* В числителе представлены данные по состоянию на 08.00 утра, в знаменателе — в 12.00 дня

Определение уровня загрязнения субстрата почв

№ пробы	Функциональная зона отбора пробы почвы	Всхожесть семян на 7-й (в числителе) и жизнеспособность-выживаемость проростков на 12-й (в знаменателе) день эксперимента	Уровень загрязнения субстрата почвы на 7-й (в числителе) и 12-й (в знаменателе) день эксперимента
1	Городская зона	$\frac{93}{67}$	<u>Загрязнение отсутствует</u> Слабое загрязнение
2	Транспортная зона	$\frac{73}{47}$	<u>Слабое загрязнение</u> Среднее загрязнение
3	Промышленная зона	$\frac{80}{40}$	<u>Слабое загрязнение</u> Среднее загрязнение
4	Сельскохозяйственная зона	$\frac{93}{67}$	<u>Загрязнение отсутствует</u> Слабое загрязнение
5	Сельскохозяйственная зона	$\frac{93}{87}$	<u>Загрязнение отсутствует</u> Слабое загрязнение
6	Сельскохозяйственная зона	$\frac{93}{60}$	<u>Загрязнение отсутствует</u> Слабое загрязнение
7	Сельскохозяйственная зона	$\frac{93}{87}$	<u>Загрязнение отсутствует</u> Слабое загрязнение
8	Транспортная зона	$\frac{87}{27}$	<u>Слабое загрязнение</u> Среднее загрязнение
9	Транспортная зона	$\frac{87}{53}$	<u>Слабое загрязнение</u> Среднее загрязнение

— *сильное загрязнение* при всхожести семян <20 %; проростки мелкие и уродливые.

Согласно экспериментальным данным табл. 2, на 7-й день проращивания на всех девяти образцах почв достигнута высокая всхожесть семян 80...93 %, что свидетельствует [7] о слабом загрязнении почв (для транспортной и промышленной зон) или его отсутствии (для городской и сельскохозяйственной зон).

Однако на 12-й день проращивания кресс-салата уровень загрязнения почв оценивается уже на одну позицию ниже уровня, оцененного на 7-й день загрязнения почв, что свидетельствует о проявлении фитотоксичности почв. Особенно это

четко видно по тест-отклику кресс-салата, произрастающего в субстрате транспортной зоны, — переход от слабого загрязнения к сильному происходит в период с 7-го по 12-й день. Наблюдалось также преждевременное увядание растений с образцов почв 2, 8, 9, 3 (транспортная и промышленная зоны), что свидетельствует о низком плодородии, загрязнении почвенного покрова и фитотоксичности по отношению к тест-культуре.

В образцах почв была измерена мощность экспозиционной дозы гамма-излучения с помощью дозиметра ДРГ-01Т. Измерения проводились над поверхностью почвы (3...4 см). Результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерений мощности гамма-излучения образцов почв

№ пробы	Место отбора пробы почвы	Мощность дозы гамма-излучения, мкР/ч
1	г. Курск, ул. Мыльников (многоэтажная застройка)	10
2	г. Курск, ул. Крюкова (газон возле дороги)	13
3	г. Курск, ул. 2-я Строительная (вблизи Курской нефтебазы)	Не измерялась
4	г. Курчатов, Курская область, 1 км от АЭС (дачный участок)	11
5	с. Ефросимовка, Солнцевский район Курской области (поле)	11
6	с. Ст-Лещин, Солнцевский район Курской области (поле)	12
7	п. Тим, Курская область (поле)	13
8	п. Тим, Курская область (парковка)	10
9	п. Троицкий, Белгородская область (возле АЗС)	13



Как видно из табл. 3, среднее арифметическое значение мощности гамма-излучения всех исследуемых образцов почв составило величину 11,6 мкР/ч (0,116 мкЗв/ч), что свидетельствует об отсутствии локального радиационного загрязнения и его возможном негативном влиянии на рост и развитие проростков кресс-салата, так как мощность дозы гамма-излучения не превышает 0,3 мкЗв/ч для земельных участков под строительство жилых и общественных зданий, или 0,6 мкЗв/ч — для участков под строительство производственных зданий и сооружений в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.6.1.2398—08 [17].

Выводы

Проведенные исследования показали, что оценку качества среды обитания фитотестированием следует проводить не только по показателю "всхожесть", но и по показателю "выживаемость" растений в течение 10—12 дней эксперимента, так как эти данные наиболее информативны.

По показателю "всхожесть" (на 7-й день) не выявлено сильного загрязнения исследуемых почв. Однако если оценивать фитотоксичность почв по показателю "выживаемость" проростков, то результаты более наглядны: на 12-й день эксперимента лишь два образца почв с полей Курской области (22 %) показали стабильные результаты по количеству проросших семян и развивающихся без патологии и дальнейшей гибели побегов (выжило 13 шт. из 15 посаженных — 87 %). Самый низкий уровень "выживаемости" растений — 27 % отмечен в образце, отобранном в транспортной зоне — на парковке (п. Тим) и в промышленной зоне — 40 % (вблизи Курской нефтебазы).

Наибольшее загрязнение испытывают почвы транспортной и промышленной зон исследуемых образцов Центрального Черноземья. В зоне современной многоэтажной застройки городской зоны Курска выявлено слабое загрязнение.

Согласно полученным данным, функциональные зоны исследуемых образцов почв по фитотоксичности можно представить следующим рядом, указывающим на увеличение антропогенной нагрузки: — на 7-й день (в скобках — всхожесть семян, %): сельскохозяйственная, городская зоны (93) < транспортная зона (87) < промышленная зона (80);

— на 12-й день (в скобках — выживаемость проростков, %):

сельскохозяйственная зона (75) < городская зона (67) < транспортная зона (42) < промышленная зона (40).

Таким образом, самая напряженная экологическая обстановка отмечена в промышленной зоне, вблизи нефтебазы, что хорошо коррелируется с фактическими данными [18].

Список литературы

1. Стифеев А. И., Бессонова Е. А., Никитина О. В., Лукьянов В. А., Судженко Е. Н. Состояние почв Российской Федерации и основные направления стабилизации и повышения их плодородия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2015. — № 1. — С. 49—52.
2. Двуреченский В. Г., Середина В. П. Трансформация природных эколого-почвенных систем таежного пояса юга Западной Сибири под воздействием техногенеза // Безопасность жизнедеятельности. — 2020. — № 6 (234). — С. 57—64.
3. Черников В. А., Алексахин Р. М., Голубев А. В. и др. Агроэкология. — М.: Колос, 2000. — 536 с.
4. Стифеев А. И., Лазарев В. И., Никитина О. В. Роль микроорганизмов в круговороте веществ и почвенном плодородии Центрального Черноземья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 9. — С. 22—29.
5. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. — 2011. — № 2. — С. 190—198.
6. Фомина Н. В. Фитотестирование нефтезагрязненного почвогрунта после применения сорбентов // Эпоха науки. — 2017. — № 11. — С. 154—161.
7. Бухтояров О. И., Несговорова Н. П., Савельев В. Г., Иванцова Г. В., Богданова Е. П. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. — 239 с.
8. Байдулова М. К., Волкова И. В., Боронина Л. В. Результаты биотестирования почвы при проведении мониторинга полигонов твердых бытовых отходов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. — 2016. — № 4 (18). — С. 44—48.
9. Будыкина Т. А., Франтова В. В. Оценка фитотоксичности реагентов для очистки сточных вод // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2011. — № 2. — С. 38—41.
10. Тюрганова А. В., Скрипник Л. Н. Биотестирование почв техногенных зон города Калининграда с использованием растительных организмов // Образование и наука в современных условиях. — 2016. — № 2-1 (7). — С. 16—18.
11. Мухамеджанова Е. Я., Коньшин Д. В. Мониторинг среды обитания: Учебное текстовое электронное издание локального распространения. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. — 180 с.
12. Середина В. П. Мониторинг токсического загрязнения почвенного покрова города Воронежа с использованием методов биотестирования // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. — 2017. — № 1 (25). — С. 39—46.
13. Николаева О. В., Терехова В. А. Совершенствование лабораторного фитотестирования для экологической оценки почв // Почвоведение. — 2017. — № 9. — С. 1141—1152. (МГУ).
14. Пат. 2620555 Российская Федерация, МПК C1 G01N 33/24. Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов / Еремченко О. З., Митракова Н. В. — № заявки 2016113050; заявл. 05.04.2016; опубл.: 26.05.2017, Бюл. № 15.
15. Будыкина Т. А., Новикова Я. К. Оценка фитотоксичности почв биоиндикацией. В сборнике: Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 7-й Международной научно-практической конференции / Ответственный редактор А. А. Горохов. 2018. — С. 45—48.

16. Новикова Я. К., Криволапова К. Ю., Кавыршина В. Ю., Будыкина Т. А. Оценка качества среды методом биоиндикации. В сборнике: Будущее машиностроения России. Сборник докладов. Союз машиностроителей России, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. 2018. — С. 499—502.
17. Методические указания МУ 2.6.1.2398—08 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оцен-

- ка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности: Методические указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. — 27 с.
18. Будыкина Т. А. Концепция противопожарной и экологической защиты нефтебаз // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 12 (216). — С. 21—27.

T. A. Budykina, Professor of Department, e-mail: tbudykina@yandex.ru., Academy of Civil Defense EMERCOM of Russia, Himki, Moscow Region

Assessment of Soil Pollution with the Method of Fitoestrogeny

The results of assessment of toxic soil contamination in Kursk and Belgorod regions of different functional zones (urban, industrial, transport, agricultural) by phytotesting are presented. The greatest pollution is experienced by the soils of transport and industrial zones of the studied samples of the Central Chernozem region. On the 7th day of germination of cress seeds, weak soil contamination was detected (for transport and industrial zones) or its absence (for urban and agricultural zones). On the 12th day, the weak pollution goes to the average (transport and industrial zones) and to the weak (urban and agricultural zones). It is proposed to use the indicator "survival" of sprouted plants, along with the indicator "germination", for assessing the phytotoxicity of soils, for the duration of the experiment of 10–14 days.

Keywords: phytotesting, soil phytotoxicity, bioindication, bioindicators, test object, test response, cress, germination, survival, seedlings

References

1. Stifeev A. I., Bessonova E. A., Nikitina O. V., Luk'yanov V. A., Sudzhenko E. N. Sostoyanie pochv Rossijskoj Federacii i osnovnye napravleniya stabilizacii i povysheniya ih plodorodii. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhoz'jajstvennoj akademii*. 2015. No. 1. P. 49—52.
2. Dvurechenskij V. G., Seredina V. P. Transformacija prirodnyh ekologo-pochvennyh sistem taezhnogo poyasa yuga Zapadnoj Sibiri pod vozdejstviem tekhnogeneza. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2020. No. 6 (234). P. 57—64.
3. Chernikov V. A., Aleksahin R. M., Golubev A. V. et al. *Agroekologiya*. Moscow: Kolos, 2000. 536 p.
4. Stifeev A. I., Lazarev V. I., Nikitina O. V. Rol' mikroorganizmov v krugovoroze veshchestv i pochvennom plodorodii Central'nogo Chernozem'ya. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhoz'jajstvennoj akademii*. 2019. No. 9. P. 22—29.
5. Terekhova V. A. Biotestirovanie pochv: podhody i problemy. *Pochvovedenie*. 2011. No. 2. P. 190—198.
6. Fomina N. V. Fitotestirovanie neftezagryaznennogo pochvogruntа posle primeneniya sorbentov. *Epoha nauki*. 2017. No. 11. P. 154—161.
7. Buhtoyarov O. I., Nesgovorova N. P., Savel'ev V. G., Ivancova G. V., Bogdanova E. P. Metody ekologicheskogo monitoringa kachestva sred zhizni i ocenki ih ekologicheskoy bezopasnosti: uchebnoe posobie. Kurgan: Izd-vo Kurganskogo gos. un-ta, 2015. 239 p.
8. Bajdulova M. K., Volkova I. V., Boronina L. V. Rezul'taty biotestirovaniya pochvy pri provedenii monitoringa polygonov tverdyh bytovykh othodov. *Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspiya*. 2016. No. 4 (18). P. 44—48.
9. Budykina T. A., Frantova V. V. Ocenka fitotoksichnosti reagentov dlya oчитki stochnyh vod. *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. No. 2. P. 38—41.
10. Tyurganova A. V., Skrypnik L. N. Biotestirovanie pochv tekhnogennyh zon goroda Kalinigrada s ispol'zovaniem

rastitel'nyh organizmov. *Obrazovanie i nauka v sovremennyh usloviyah*. 2016. No. 2-1 (7). P. 16—18.

11. Muhamedzhanova E. Ya., Kon'shin D. V. Monitoring sredy obitaniya: Uchebnoe tekstovoe elektronnoe izdanie lokal'nogo rasprostraneniya. — Omsk: Izd-vo OmGTU, 2015. 180 p.
12. Sereda L. O. Monitoring toksicheskogo zagryazneniya pochvennogo pokrova goroda Voronezha s ispol'zovaniem metodov biotestirovaniya. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2017. No. 1 (25). P. 39—46.
13. Nikolaeva O. V., Terekhova V. A. Sovershenstvovanie laboratornogo fitotestirovaniya dlya ekologicheskoy ocenki pochv. *Pochvovedenie*. 2017. No. 9. P. 1141—1152 (MGU).
14. Patent 2620555 Rossijskaya Federaciya, MPK C1 G01N 33/24. Sposob ocenki biologicheskoy aktivnosti i toksichnosti pochv i tekhnogennyh pochvogruntov / Eremchenko O. Z., Mitrakova N. V. — № zayavki 2016113050; zayavl. 05.04.2016; opubl.: 26.05.2017, Byul. No. 15.
15. Budykina T. A., Novikova Ya. K. Ocenka fitotoksichnosti pochv bioindikacij. *V sbornike: Tekhnika i tekhnologii: puti innovacionnogo razvitiya. Sbornik nauchnyh trudov 7-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Otvetstvennyj redaktor A. A. Gorohov. 2018. P. 45—48.
16. Novikova Ya. K., Krivolapova K. Yu., Kavyrshina V. Yu., Budykina T. A. Ocenka kachestva sredy metodom bioindikacii. *V sbornike: Budushchee mashinostroeniya Rossii. Sbornik докладов. Soyuz mashinostroytelej Rossii, Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni N. E. Baumana*. 2018. P. 499—502.
17. Методические указания МУ 2.6.1.2398—08 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общестественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности: Методические указания. Moscow: Federal'nyj centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. 27 p.
18. Budykina T. A. Konceptiya protivopozharnoj i ekologicheskoy zashchity neftebaz. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 12 (216). P. 21—27.



В. В. Буренин, канд. техн. наук, проф., e-mail: madi.1965@mail.ru, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Очистка и обезвреживание сточных вод промышленных предприятий

Рассмотрены новые, отличающиеся улучшенными характеристиками конструкции фильтров и устройств для очистки и обезвреживания производственных сточных вод, предложенные в научно-технической и патентной литературе промышленно развитых стран мира. Показано, что процесс создания новых конструкций фильтров, установок и устройств для эффективной очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий является составной частью научно-технического прогресса и обусловлен все возрастающими экологическими и санитарно-гигиеническими требованиями к очищенным сточным водам, сбрасываемым в водоемы или на рельеф.

Ключевые слова: сточные воды, устройство, очистка, гидравлический фильтр, установка, обезвреживание, конструкция, защита окружающей среды, промышленное предприятие

Рост промышленного производства во всех странах мира не только улучшает качество жизни и повышает благосостояние людей, но и наносит вред окружающей природной среде. Загрязняются моря, реки, озера, водохранилища и другие водные объекты, теряются пахотные земли, миллионы людей вынуждены дышать отравленным воздухом. Сброс отходов производства в атмосферу, водные объекты и на рельеф местности наносят большой вред природе. Поэтому одно из основных требований современного производства — повышение экологической безопасности. Внедрение экологичных и ресурсосберегающих технологий, создание так называемых безотходных и малоотходных технологий, при которых вредные выбросы отсутствуют или присутствуют в незначительных количествах, являются наиболее эффективным средством охраны окружающей среды. Те отходы производства, которые еще не могут быть устранены в настоящее время, должны подвергаться такой очистке, чтобы при выбросе их в окружающую среду они не оказывали вредных воздействий на природу.

Промышленные предприятия являются в настоящее время источником выбросов в окружающую среду большого объема сточных вод. Для природы и человека недостаточно очищенные производственные сточные воды очень вредны. В них содержатся опасные для здоровья человека, для животных и растений концентрации взвешенных и растворенных загрязняющих примесей различной природы: твердые и пластичные частицы, нефть и нефтепродукты, кислоты и щелочи, соли, разнообразные металлы, токсичные вещества,

болезнетворные бактерии и др. Поэтому перед сбросом производственных сточных вод в канализацию, водные объекты, на рельеф местности или в систему оборотного водоснабжения они должны быть очищены и обезврежены от вредных примесей.

Для очистки и обезвреживания производственных сточных вод от взвешенных твердых и пластичных частиц загрязнений, нефти, нефтепродуктов, тяжелых металлов, поверхностно-активных веществ, фенолов, кислот, щелочей, смол, токсических веществ, болезнетворных бактерий и других вредных примесей применяют механическую, силовую, физико-химическую, химическую, термическую и другие виды очисток [1].

Выбор того или иного вида очистки и обезвреживания сточных вод, применение очистительных устройств зависят от требований к степени очистки сточных вод, физико-химических свойств, содержащихся в сточных водах загрязнений, места установки и условий эксплуатации применяемых гидравлических фильтров и очистителей сточных вод от взвешенных и растворенных загрязнений и т. д.

Ведущие в области фильтровальной техники российские и зарубежные фирмы разработали, запатентовали и выпускают отличающиеся улучшенными характеристиками новые конструкции фильтров и очистителей для сточных вод.

Для удаления из производственных сточных вод тонкодисперсных твердых или пластичных взвешенных частиц загрязнений применяют механические фильтры, которые по способу удержания частиц загрязнений и конструкции

фильтрующей перегородки подразделяются на поверхностные и объемные. Поверхностные механические фильтры имеют тонкослойную фильтрующую перегородку со значительно развитой поверхностью входа для очищаемых сточных вод и удерживают частицы загрязнения в основном на поверхности перегородки, для изготовления которой используются металлические и неметаллические сетки, ткани и т. д.

Объемные механические фильтры имеют толстостенную фильтрующую перегородку и предназначены для задержания частиц загрязнений в основном не на наружной поверхности, а в поровых каналах, расположенных в толще фильтровального материала, в качестве которого используются пористая металлокерамика, минеральная вата, насыпные зернистые (гранулированные) материалы и т. д.

Увеличенной фильтрующей способностью, долговечностью работы и способностью самоочищения от застрявших частиц загрязнений отличается механический щелевой фильтр (рис. 1) [2] для очистки сточных вод, состоящий из корпуса 2 цилиндрической формы, в пазы которого диаметрально укладываются неподвижные пластины 3 таким образом, что между каждой неподвижной пластиной располагается одна из промежуточных пластин 5, закрепленных в шлицах вала 4, имеющего рукоятку ручного привода, дающего возможность поворота

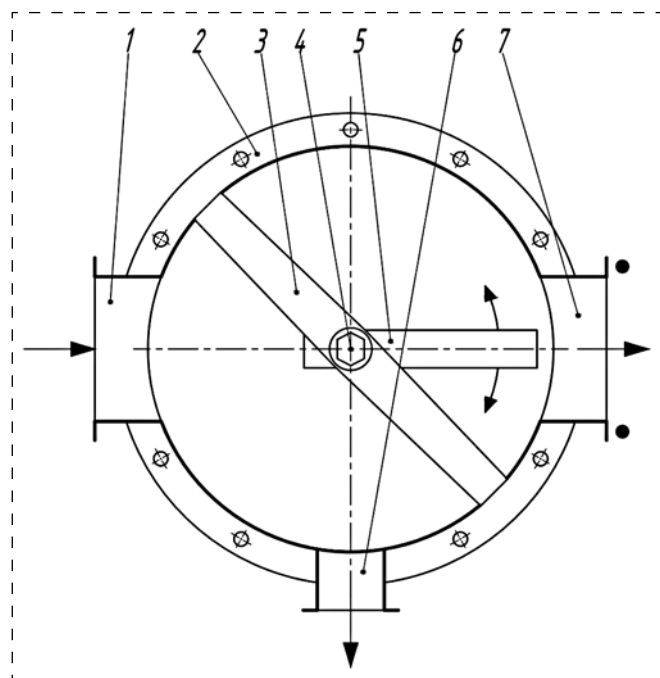


Рис. 1. Механический щелевой фильтр для очистки сточных вод

пластин 5 на угол более 180° . При этом толщиной промежуточных пластин 5 определяется фракция фильтрации (степень фильтрации) механического щелевого фильтра.

Поскольку фильтр легко изготовить в любых производственных условиях, пазы в корпусе 2 у входного патрубка 1 перед фильтрующим элементом 3 и у выходного патрубка 7 могут варьироваться в любом удобном для монтажа месте корпуса 2. Однако наиболее предпочтителен прямоходовой вариант с нижней вертикальной установкой промывочного патрубка 6. Во время работы фильтр задерживает механические частицы загрязнений из сточных вод и накапливает их в нижней части корпуса 2 и в закрытом промывочном патрубке 6. Для обеспечения режима очистки фильтра и вывода осадка периодически открывается задвижка на промывочном патрубке 6. Для полного очищения фильтрующего элемента 3 от застрявших в его щелях частиц загрязнений необходим возвратный поворот рукоятки вместе с промежуточными пластинами 5 со стороны камеры выходного патрубка 7. При этом может быть обеспечен режим постоянной фильтрации без закрытия выходного патрубка 7 или с закрытием его. Фильтр имеет простую конструкцию, технологичен в изготовлении и удобен в эксплуатации.

Эффективно очищает сточные воды от взвешенных твердых частиц загрязнений механический фильтр (рис. 2) [3], имеющий возможность

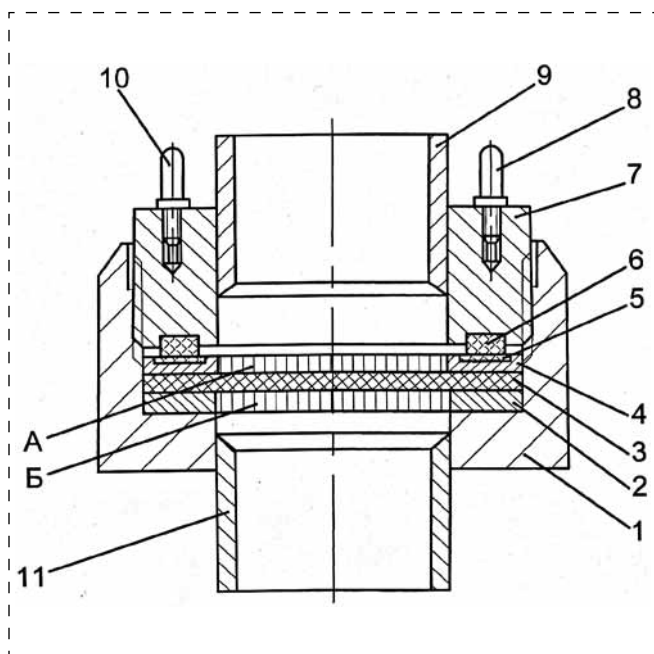


Рис. 2. Механический фильтр с фильтрующей пластиной из пористого материала для очистки сточных вод

регулирования плотности пористого фильтрующего материала, тем самым изменяя размеры его пор. Фильтр содержит цилиндрический корпус 1 с внутренней резьбой и пазом для установки нижней опорной пластины 2 с отверстиями Б, фильтрующую пластину 3 из пористого материала и верхнюю опорную пластину 4 с отверстиями А, снабженную запрессованным антифрикционным кольцом 5, контактирующим с антифрикционной вставкой 6, жестко закрепленной в пазу прижимного кольца 7, имеющего рукоятки 8 и 10.

Загрязненные твердыми частицами сточные воды поступают по входному трубопроводу 9 во внутреннюю полость корпуса 1 фильтра, проходят через отверстия А в средней части пластины 4, очищаются в порах фильтрующей пластины 3, проходят через отверстия Б в средней части пластины 2 и отводятся по выходному трубопроводу 11.

Сжатие фильтрующей пористой пластины 3 из иглопробивного нетканого фильтровального материала объемной плотностью 50...150 кг/м³ обеспечивает прижимное кольцо 7, несущее антифрикционную вставку 6, снижающую износ поверхностей при скольжении относительно антифрикционного кольца 5. Прижимное кольцо 7 заворачивают с помощью рукояток 8 и 10. Фильтр отличается простотой конструкции и удобством эксплуатации.

Силовые фильтры, как и механические, служат для удаления из производственных сточных вод твердых и взвешенных частиц загрязнений и обычно применяются в качестве первой ступени в общей системе очистки. Фильтрация сточных вод осуществляется за счет действия силовых полей гравитационного, инерционного, магнитного, электромагнитного и др.

Гидравлический силовой фильтр инерционного типа (рис. 3) [4], предназначенный для очистки

сточных вод от твердых загрязняющих частиц, например окалины, ржавчины и т. п., содержит цилиндрический корпус 3 с передней крышкой 2, имеющей входной патрубком 1, и задней крышкой 7 с выходным патрубком 8. Внутри корпуса 3 расположен фильтрующий элемент, состоящий из перфорированной трубы 4 с прикрепленными к ней лопатками 5 для закручивания потока очищаемых сточных вод и набором коаксиальных оболочек вращения, снабженных успокоителями 6, образующими осадительную секцию с периодически открывающимся окном для вывода осажденных частиц загрязнений вместе с частью очищенных сточных вод в емкость 9, объем и длина которой выбраны из условия осаждения успокоителями 6 частиц загрязнений заданной крупности. Успокоители 6 расположены по поверхности коаксиальных оболочек в виде винтовой линии с постоянным или затухающим шагом, причем площадка проходного сечения, образованная между коаксиальными оболочками с успокоителями 6, равна или больше площади поперечного сечения входного патрубка 1. Фильтр удобен в эксплуатации и позволяет легко вынуть фильтрующий элемент, установленный на подвижных направляющих, из корпуса 3 для очистки от загрязняющих частиц после снятия передней крышки 2.

Одним из наиболее опасных органических веществ, загрязняющих среду обитания, является нефть, состоящая почти из 300 ингредиентов. Поэтому чрезвычайно велико токсическое действие нефти и нефтепродуктов на растения и живые организмы, а также на абиотические компоненты окружающей среды. Другим важным фактором является способность нефти, особенно ее легких фракций, с большой скоростью растекаться по поверхности воды, образуя тонкую пленку большой площади. Вследствие этого разливы нефти на воде

считаются более опасными, чем на почве, где нефть до определенной степени удерживается частицами почвы.

Для водоемов с поступлением в них сточных вод, содержащих нефтепродукты, можно выделить следующие формы содержания нефти в водной среде: плавающую (свободную), растворенную (до 2 мг/л) и эмульгированную. Свободная нефть плавает на поверхности открытых водоемов либо, просачиваясь

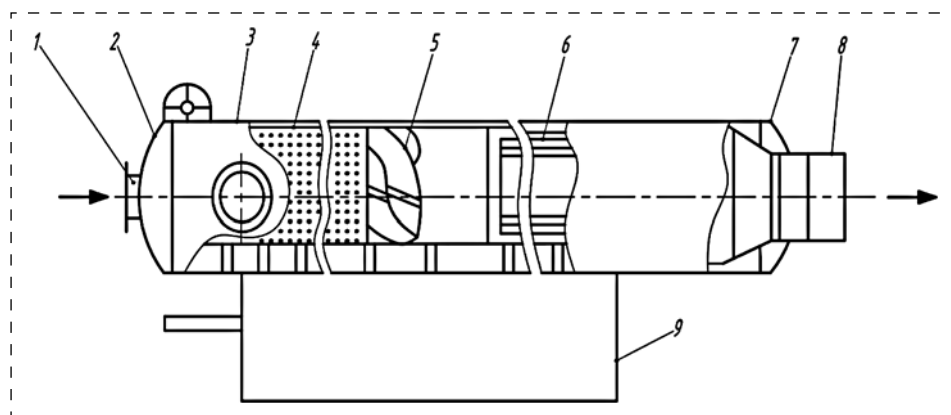


Рис. 3. Силовой фильтр инерционного типа для очистки сточных вод

через грунт, образует на поверхности подземных водоносных горизонтов так называемые линзы (техногенные месторождения). Пленка нефти на поверхности водоема препятствует процессу поглощения водой кислорода из атмосферы, что может оказаться губительным для живого мира водоема. Растворенные и эмульгированные в воде нефтепродукты относятся к числу трудноокисляемых микроорганизмами веществ, поэтому самоочищение водоемов от нефтепродуктов является длительным процессом. Следовательно, возникает необходимость очистки нефтесодержащих сточных вод до такой степени, чтобы при смешивании сбрасываемых в водоем очищенных сточных вод с водой водоема предельно допустимые концентрации вредных веществ не превышали установленных норм.

К физико-химическим способам очистки и обезвреживания производственных сточных вод относят адсорбацию, флотацию, коагуляцию, ионный обмен, экстракцию, ректификацию, дистилляцию, кристаллизацию и др. Эти способы применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, силовыми, химическими и биологическими способами очистки сточных вод.

Адсорбционная очистка применяется для удаления из сточных вод растворенных органических и неорганических веществ. Поглотительные твердые пористые материалы (адсорбенты) выбирают, в основном, исходя из химических свойств адсорбента и поглощаемых из сточных вод вредных

примесей. Адсорбционная очистка сточных вод не является универсальной и используется в системах локальной очистки. К преимуществам адсорбционной очистки относятся: возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом.

В целях интенсификации процесса очистки производственных сточных вод от вредных растворенных примесей и уменьшения энергозатрат при максимально возможном использовании адсорбента разработано очищающее устройство (рис. 4) [5], состоящее из цилиндрического корпуса 10, внутри которого коаксиально расположен полый вал 9 с соплами 8 для подачи загрязненных сточных вод на очистку. Загрязненные сточные воды подаются на очистку в корпус 10 через полый вал 9, по которому они распределяются в перпендикулярно установленные сопла 8 и придают валу вращательное движение вокруг своей оси. Это способствует перемешиванию и равномерному использованию адсорбента 2, помещенного на перфорированной пластине 3, в процессе очистки. Очищенные сточные воды проходят через отверстия пластины 3 и выводятся потребителю через патрубок 6 днища 5. Излишки подаваемых на очистку сточных вод отводятся через переливную трубу 4 в емкость хранения сточных вод (на рисунке емкость не

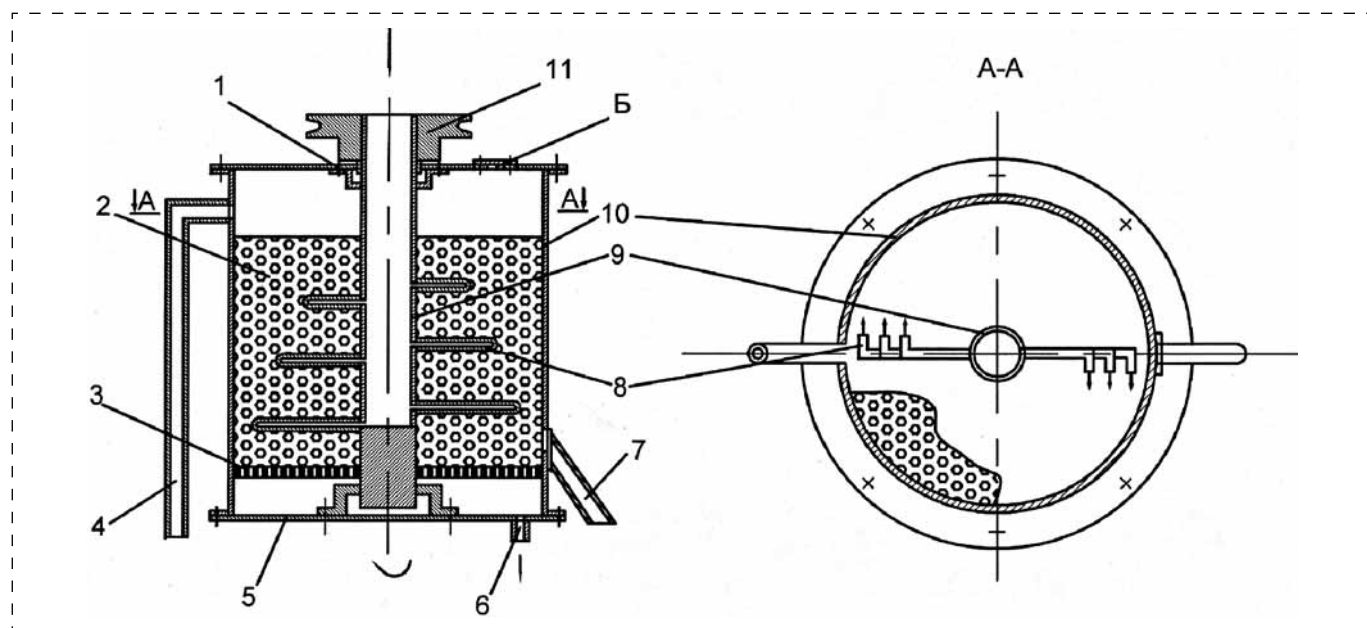


Рис. 4. Очищающее устройство адсорбционного типа для сточных вод

показана). По окончании цикла очистки сточных вод прекращается подача загрязненных сточных вод, полый вал 9 останавливается, открывается заслонка на патрубке 7, включается приводной электродвигатель (на рисунке не показан), который посредством клиноременной передачи через шкив 11 приводит в движение полый вал 9 для перемешивания использованного адсорбента 2. В ходе перемешивания адсорбент 2 выгружается через патрубок 7. После выгрузки использованного адсорбента 2 через отверстие Б крышки 1 корпуса 10 очищающего устройства загружается чистый (новый) адсорбент. Цикл очистки сточных вод повторяется. Устройство для очистки производственных сточных вод отличается простотой конструкции, технологичностью изготовления и удобством эксплуатации.

Попадание в водные объекты производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, для живых организмов является потенциально опасным. Тяжелые металлы, включаясь в пищевую цепь, способны концентрироваться в организме до количеств, в сотни и тысячи раз превосходящих их содержание в водной среде. Кроме того, тяжелые металлы обладают ярко выраженным эффектом суммации, из-за чего совместное присутствие нескольких элементов усиливает их токсическое действие.

Попадая в водоемы, соединения тяжелых металлов оказывают негативное воздействие на его обитателей и, в конечном итоге, через пищевые продукты негативно воздействуют на человека. Например, соединение свинца, такое как тетраэтилсвинец, вызывает заболевания головного мозга, поражает центральную нервную систему; избыток концентрации хрома вызывает серьезные онкологические заболевания, а марганца — костные болезни. В связи с этим проблема качественной очистки производственных сточных вод от этих металлов и других тяжелых металлов очень актуальна.

Устройство для очистки сточных вод от широкого состава ионов тяжелых металлов (рис. 5) [6] обеспечивает непрерывность процесса выделения металлов. Согласно этому способу очистки в смеситель 1 в заданных количествах подают подлежащие очистке сточные воды, дисперсию фибриллированных целлюлозных волокон (ФЦВ), флотошлам из камеры 4, а также, при необходимости, очищенную воду. Поток смеси из смесителя 1 направляют в реактор 2, в который подают в заданном количестве необходимые реагенты. В нем происходят реакции между катионами

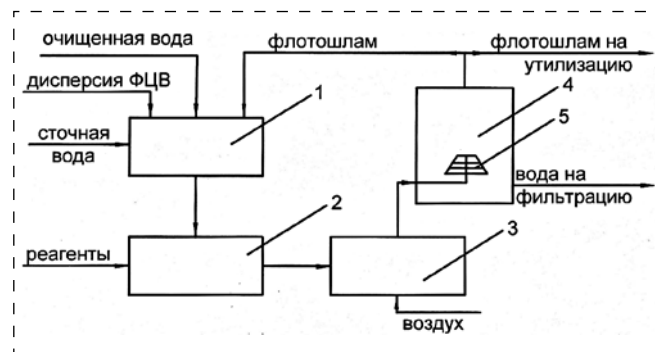


Рис 5. Устройство для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с флотокамерой

металлов и анионами реагентов, в результате которых образуются мелкодисперсные нерастворимые в воде соединения (частицы) подлежащих удалению из сточных вод металлов. Эти частицы в дисперсии под действием сил стяжения прочно закрепляются на фибриллах целлюлозы, которые обладают высокой активностью к взаимодействию как с частицами, так и друг с другом. При этом из фибрилл сразу же начинается формирование флоккул. Дисперсию далее подают в сатуратор 3, насыщают ее под давлением воздухом, и водовоздушную смесь под давлением подают в установленный в флотокамере 4 многодисковый водораспределитель 5, конструкция которого обеспечивает равномерное распределение сточных вод по всему объему флотокамеры и сброс давления до нормального. Выделяющиеся из сточных вод при нормальном давлении пузырьки флотируют к поверхности сточных вод, образуют флоккулы — быстро формирующиеся хлопья. Накапливающийся слой флотошлама отбирают, часть направляют в смеситель 1, а остальную часть направляют на утилизацию. Особенностью процесса очистки сточных вод является то, что в качестве флотоагента-собираателя используются фибриллированные целлюлозные волокна при их расходе 100 масс. частиц на 200...3500 масс. частиц соединений металлов. Ряд веществ содержит также гидроксид и фосфат натрия, а ФЦВ подают в сточные воды перед их обработкой.

Для эффективной очистки производственных сточных вод, содержащих нефтемаслопродукты, сульфаты, хлориды, соединения азота, фенолы и соли тяжелых металлов, разработан новый адсорбент, состоящий из линейных олигомеров цикlopentадиена с молекулярной массой 4000...5000 [7]. Адсорбент практически не растворяется в очищаемых сточных водах и не вызывает никаких химических изменений в их

составе. После очистки сточных вод, при сжигании использованного адсорбента с адсорбированной нефтью и другими вредными примесями не образуются канцерогенные вещества.

Флотационный способ очистки производственных сточных вод предназначен для удаления из них нерастворимых диспергированных (в том числе эмульгированных) примесей, которые самостоятельно плохо отстаиваются. Процесс флотации заключается в образовании комплексов частица загрязнений—пузырьки воздуха, всплывании этих комплексов и удалении образующегося слоя с поверхности очищаемых сточных вод. В зависимости от процесса образования пузырьков воздуха (или любого другого газа) различают несколько видов флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, биологическую, электрофлотацию, вибрационную.

Эффективно очищает нефтесодержащие сточные воды от вредных примесей флотоотстойник с параллельно расположенными камерами отстаивания (рис. 6) [8]. Производственные нефтесодержащие сточные воды через патрубок 3 поступают на очистку в отстойную камеру 1 корпуса 2 флотоотстойника, опирающегося на стойки 11, куда также подается через патрубок 4 раствор алюмосодержащего реагента. Образующаяся смесь очищаемых сточных вод и раствора реагента перемешивается с помощью мешалки 5. Вследствие действия реагентов из раствора очищаемых сточных вод образуются тяжелые хлопья

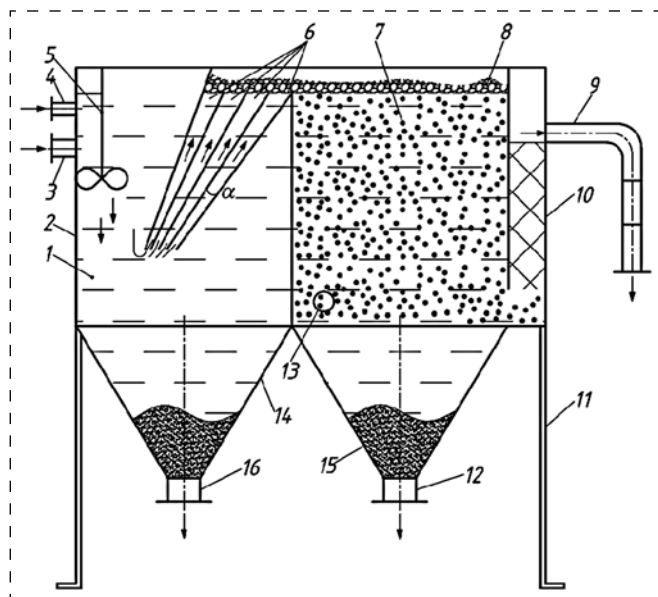


Рис. 6. Флотоотстойник с параллельно расположенными камерами отстаивания для очистки нефтесодержащих сточных вод

из частиц загрязнений, которые выпадают в осадок, удаляемый через патрубок 16 из бункера 14.

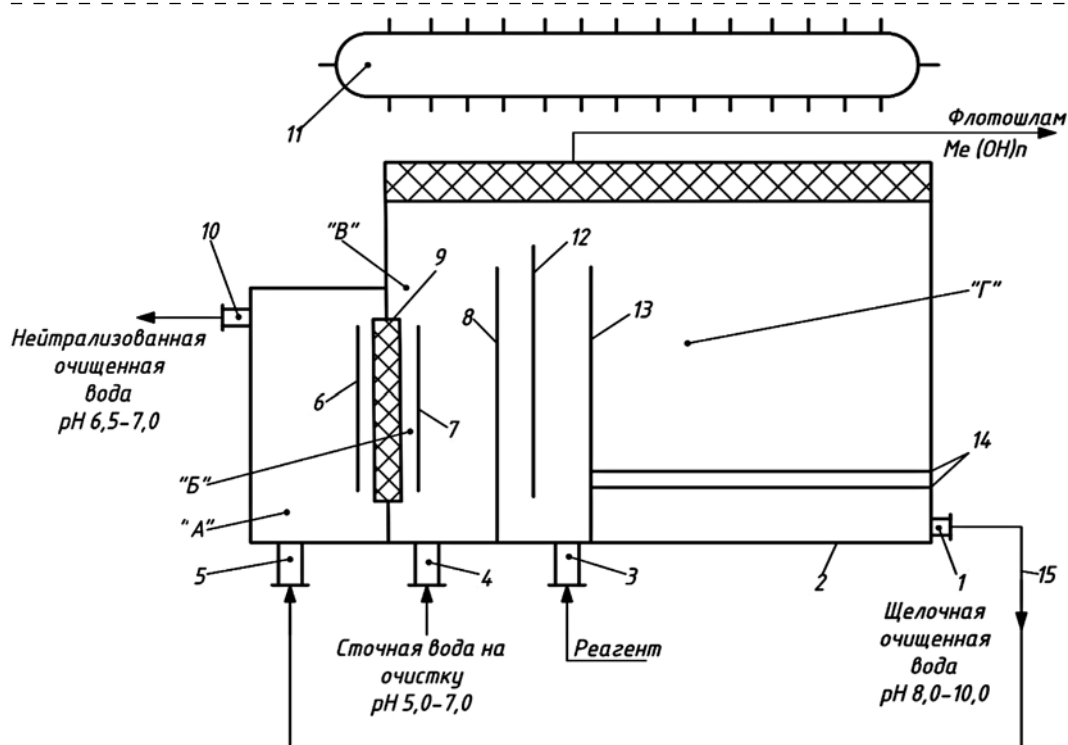
Далее предварительно осветленные очищаемые сточные воды по наклонным каналам 6 поступают во флотационную камеру 7, в которую подается воздух через трубочатый аэратор 13. В камере 7 происходит очистка сточных вод от остальных гидрофобных загрязнений (нефтепродуктов) в результате образования флотокомплексов частица загрязнений—пузырьки воздуха. Образующиеся флотокомплексы всплывают, создавая флотошлам в виде пенного слоя, который удаляется через патрубок 8. Очищенные сточные воды из флотационной камеры 7 выводятся через фильтр 10 и далее через трубопровод 9. При этом оседающие загрязнения из доочищаемых сточных вод выводятся через патрубок 12 в виде осадка, который собирается в бункере 15.

В случае необходимости обеззараживания очищаемых сточных вод используются источники ультрафиолетового бактерицидного излучения, в качестве которых применяются разрядные лампы, генерирующие излучение, имеющее в своем спектре диапазон длины волны 205...315 нм. К таким лампам относятся ртутные лампы низкого и высокого давления, а также ксеноновые импульсные лампы.

Повышение степени очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов обеспечивает устройство (рис. 7) [9], которое состоит из корпуса 2, разделенного перегородкой 8 на две секции: секцию предварительной электрообработки В и секцию электрофлотационной очистки Г с размещенным в ней комплексом нерастворимых горизонтальных электродов 14. Корпус 2 оборудован патрубками: патрубком ввода сточных вод на очистку 4, патрубком отвода очищенных сточных вод 1, патрубком ввода раствора реагента 3 и приспособлением для сбора и вывода флотошлама 11. Секция В состоит из катодной камеры Б диафрагменного электролизера, обеспечивающего разделение продуктов электродных реакций с помощью анионообменной мембраны 9, отделяющей катодную камеру Б от анодной А.

Анодная камера А снабжена вертикальным нерастворимым электродом (анодом) 6 и патрубками 5 и 10 соответственно для ввода щелочной очищенной воды и вывода нейтрализованной очищенной воды. Катодная камера Б снабжена вертикальным нерастворимым электродом (катодом) 7 и патрубком 4 для ввода сточных вод на очистку.

Для ввода раствора реагента предназначена камера смешения, образованная тремя



вертикальными переливными перегородками 8, 12, 13 и снабженная патрубком 3. Перегородка 12 имеет зазор между дном корпуса 2 и ее нижней кромкой для протока сточных вод. Перегородки 12 и 13 изготавливают из электропроводного материала и используют в качестве электродов для обеспечения дополнительной генерации газовых пузырьков. Перегородку 12 используют в качестве окисдно-рутениеовитанового анода, а перегородку 13 — в качестве катода из нержавеющей стали. Трубопровод 15 соединяет секцию электрофлотационной очистки Г с анодной камерой А диафрагменного электролизера. Устройство для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов отличается тем, что после электрохимической нейтрализации в очищаемые сточные воды вводят раствор реагента через патрубок 3 при массовом соотношении извлекаемого металла и введенного раствора реагента 1:(0,002...0,003).

(флокулы), способствуя их быстрому осаждению. В процессе флокуляции образуются хлопья (флокулы) при взаимодействии компонентов двух разнородных систем — макромолекул растворимых полимеров и частиц коллоидных растворов и суспензий с четкой поверхностью раздела фаз. Таким образом, основным назначением флокулянтов является увеличение размера частиц за счет их слипания (агрегации) и, как следствие, повышения эффективности очистки сточных вод отстаиванием, фильтрованием или флотацией без значительных капитальных затрат. Процесс очистки сточных вод способом флокуляции включает приготовление водных растворов флокулянтов, их дозирование в очищаемые сточные воды и смешивание, хлопьеобразование, выделение хлопьев из сточных вод.

Устройство для удаления поверхностного слоя нефтесодержащих сточных вод (рис. 8) [10], находящихся в баке-отстойнике, имеет высокую производительность. Оно выполнено в виде плавающего маслосборного (нефтесборного) ленточного конвейера, состоящего из бесконечной тонкой перфорированной по бокам ленты 3 (рис. 8), смонтированной на трех пустотелых герметичных барабанах: одном ведущем 4, а других двух ведомых 1 и 2. Между барабанами 1, 4 и 2 и ветвями

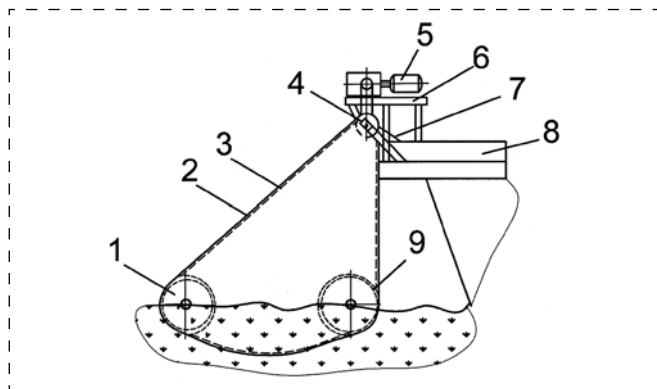


Рис. 8. Устройство в виде плавающего маслосборного ленточного конвейера для удаления поверхностного слоя нефтесодержащих сточных вод

ленты 3 размещен поплавок в виде пустотелой емкости 2, прикрепленной к подвижной раме (на рисунке рама не показана) и выполненной с возможностью качания вместе с ленточным конвейером относительно поверхностного слоя нефтесодержащих сточных вод вокруг оси ведущего барабана 4, смонтированного на двух опорах к неподвижной раме 6 совместно с приводом 5. Для слива собранного масла (нефти) с ленты 3 в накопительную емкость 8 предусмотрен лоток 7.

Для удаления поверхностного слоя (масла) нефтесодержащих сточных вод плавающий маслосборный ленточный контейнер опускается на поверхность жидкости (сточных вод) в баке-отстойнике. При вращении перфорированной по бокам ленты 3 с помощью привода 5 нефтепродукты (масло) прилипают к ней и выносятся вверх, где с помощью лотка 7 удаляются с ленты 3 и сбрасываются в накопительную емкость 8. Устройство для удаления поверхностного слоя (масла) нефтесодержащих сточных вод удобно в эксплуатации и надежно в работе.

Более высокой скоростью очистки производственных сточных вод от взвешенных и растворенных примесей отличается устройство (рис. 9) [11], состоящее из камеры 1 для очищаемых сточных вод, выполненной из изоляционного материала, внутри которой установлены два электрода: верхний 2 и нижний 4, причем первый выполнен в виде пластины с закрепленными на ней металлическими изолированными стержнями, заостренными с торца, второй представляет собой металлическую пластину с отверстиями. Между электродами расположена диэлектрическая мембрана 3 с отверстиями, изготовленная из изоляционного

материала, например фторопласта. Под нижним электродом 4 установлена пластина 5 из мелкопористого материала. В нижней части устройства расположен патрубок 6 для подачи воздуха под давлением. На нижнем электроде 4 установлен дополнительный П-образный электрод 7, который проходит через отверстия диэлектрической мембраны 3. Патрубок для подачи сточных вод на очистку 8 расположен в верхней части камеры 1.

Источник питания 9 состоит из силового трансформатора и регулировочного автотрансформатора. Сточные воды на очистку подаются через патрубок 8, причем уровень сточных вод в камере 1 должен быть таким, чтобы был перекрыт торец верхнего электрода 2. Через патрубок для подачи воздуха 6 в камеру 1 подается воздух под давлением 0,5...0,8 атм, при этом поддерживается объемное соотношение сточных вод и воздуха 2:1, вследствие чего происходит активная аэрация сточных вод в зоне между верхним электродом 2 и диэлектрической мембраной 3, а также на поверхности сточных вод создается большое количество воздушных пузырьков. На верхний 2 и нижний 4 изолированные электроды подается от источника питания 9 переменное напряжение 700...900 В с частотой 50 Гц, затем напряжение повышается до образования стримерного разряда при помощи П-образного электрода 7. Стримерный разряд переходит затем в скользящий разряд по поверхности пузырьков, который развивается в объемный плазменный разряд. Далее напряжение снижается до величины, достаточной для поддержания устойчивого плазменного разряда. Последнее обстоятельство позволяет существенно снизить расход электроэнергии для очистки

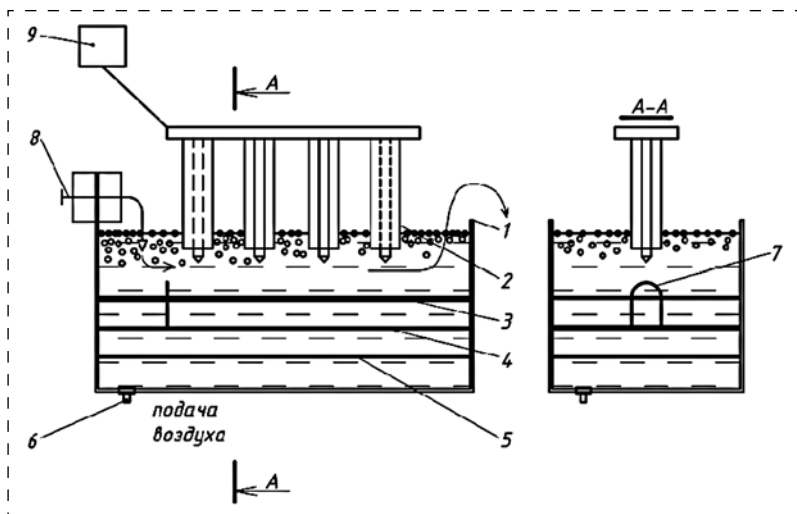


Рис. 9. Устройство с тремя электродами для очистки и обезвреживания сточных вод от взвешенных и растворенных примесей

и обеззараживания сточных вод. Одновременно на перфорации диэлектрической мембраны 3 локализуется тлеющий разряд. Устройство надежно в работе и обеспечивает высокую степень очистки сточных вод.

Устройство для очистки сточных вод от вредных примесей и бактерий электрическими разрядами (рис. 10) [12] также надежно в работе. Оно состоит из камеры 1 смешивания очищаемых сточных вод с озоновоздушной смесью, совмещенной с эжекторным насосом, имеющим цилиндрический корпус 3. Устройство имеет также систему прокачки очищаемых сточных вод 5, систему подачи воздуха 4, высоковольтный наносекундный генератор 9, соединенный с камерой 2 синтеза озона, которая выполнена в виде трех соосных цилиндров 3, 6, 7. При этом внешний цилиндр 6 является корпусом камеры 2 синтеза озона. Внутренний 3 и внешний 6 цилиндры заземлены, а средний цилиндр 7 является электродом и соединен с высоковольтным выводом наносекундного генератора 9. Камера 2 синтеза озона соединена каналами 8 с камерой 1 смешивания сточных вод с озоновоздушной смесью.

По системе 5 поток очищаемых сточных вод под давлением 2...4 атм подается во внутренний цилиндр 3, являющийся корпусом эжекторного насоса. На выходе из сопла эжекторного насоса создается область низкого давления, и в эту

область через систему подачи воздуха 4, камеру 2 синтеза озона и каналы 8 происходит засасывание озоновоздушной смеси в камеру 1. При включении высоковольтного наносекундного генератора 9 между средним электродом 7 и заземленными стенками цилиндров 3 и 6 эжекторного насоса и камеры 2 синтеза озона инициируется объемный тлеющий разряд, синтезирующий озон. Озоновоздушная смесь через каналы 8 из камеры 2 попадает в область низкого давления и смешивается с очищаемыми сточными водами. Далее сточные воды, насыщенные озоном, поступают в камеру хлопьеобразования, где происходит окисление вредных примесей и обезвреживание сточных вод. Рассмотренное устройство имеет простую конструкцию, удобно в эксплуатации и отличается повышенным ресурсом работы.

Процессы биологической очистки сточных вод являются результатом метаболической деятельности микроорганизмов активного ила. Основу этих процессов составляют реакции, катализируемые ферментами как внутри клетки, так и за ее пределами. В состав активного ила входят различные физиологические группы бактерий, плесневые и дрожжевые грибы, а также простейшие, коловратки, черви. В результате биологического окисления происходит минерализация сложных органических соединений до простых минеральных веществ. Полный цикл высокой степени био-

логической очистки сточных вод при повышенной компактности, мобильности и устойчивости в эксплуатации обеспечивает установка микробиологической очистки (рис. 11) [13]. Сточные воды на очистку поступают через трубопровод 1 в камеру 11 гашения скорости потока, где происходит снижение и выравнивание скорости потока сточных вод, изменение направления его движения и первичное отделение наиболее крупных и тяжелых взвешенных веществ (частиц загрязнений). Далее сточные воды, нагретые системой подогрева 2 до необходимой температуры, обеспечивающей оптимальные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, поступают в блок тонкослойного отстаивания 9 для глубокого осветления. Скорость проходящего между пластинами блока тонкослойного отстаивания 9 восходящего потока сточных вод резко падает, в результате чего происходит "расслоение" потока и интенсивное осаждение взвешенных веществ

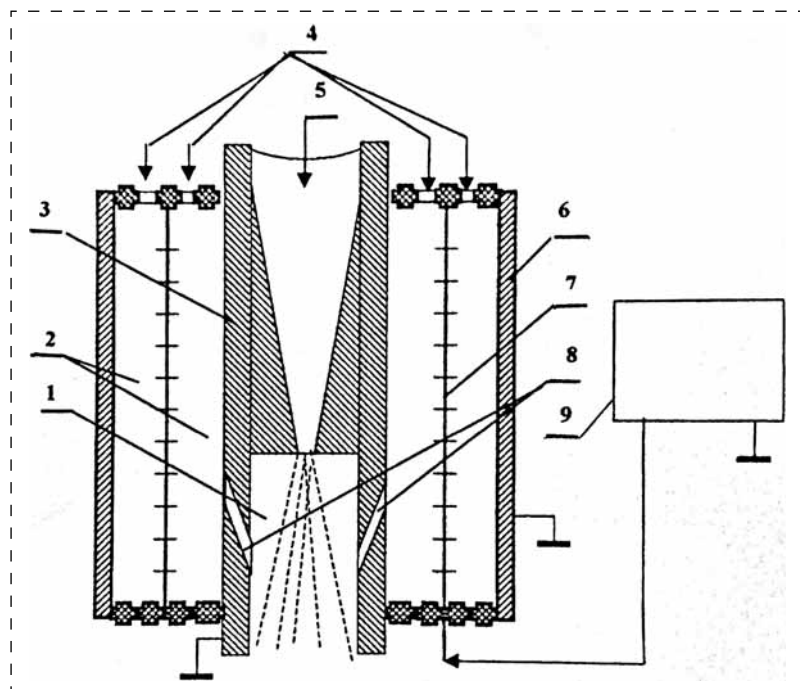


Рис. 10. Устройство для очистки сточных вод от вредных примесей и бактерий электрическими разрядами

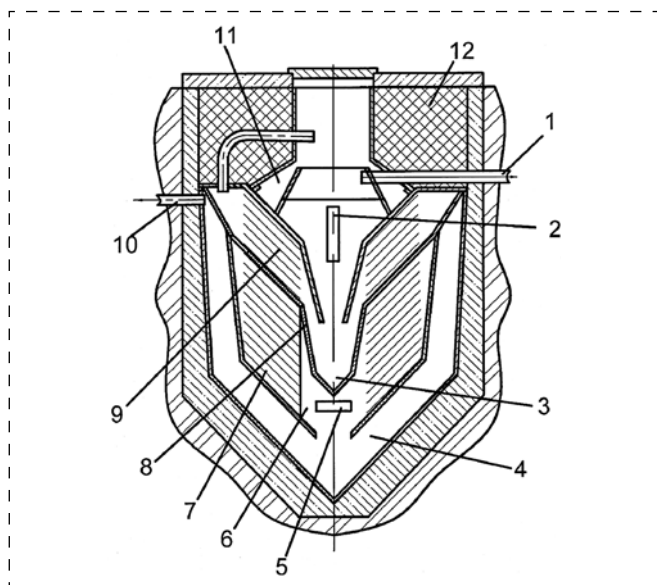


Рис. 11. Установка микробиологической очистки сточных вод

на поверхности пластин, при этом, благодаря наклонному положению пластин, осадок стекает в конусообразное углубление 3 первой секции отстаивания. Одновременно в блоке тонкослойного отстаивания 9, где обеспечены оптимальные температурные и другие условия для содержащихся в сточных водах анаэробных микроорганизмов (дрожжей, микроскопических грибов, сульфатредуцирующих и гнилостных бактерий), начинается анаэробный процесс сбраживания растворенной органики и частичная деструкция до более простых соединений (аминокислот, фосфор- и азотсодержащих соединений).

Дальнейшие процессы деструкции органических веществ происходят в камере 6 аэробной обработки сточных вод с помощью свободно плавающих и иммобилизованных на носителях 7 форм микроорганизмов — деструкторов конкретных видов загрязнений, где происходит более полное разложение растворенной органики до более простых веществ. В камеру 6 аэробной обработки сточных вод через систему аэрации 5 от источника сжатого воздуха поступает воздух в виде мельчайших пузырьков размером до 100 мкм, что необходимо для обеспечения жизнедеятельности аэробных микроорганизмов и удаления газообразных продуктов распада. Над корпусом 8 размещен блок 12 из утеплительных материалов, что позволяет поддерживать постоянную температуру сточных вод во всех камерах установки.

В установке формируется цепочка, представленная биоценозом микроорганизмов. В камере 6 аэробной обработки сточных вод в последней

фазе очистки происходит полная минерализация активного ила, в результате чего он становится не способным к загниванию, т. е. приобретает стабильные свойства. После камеры 6 очищенные сточные воды поступают в камеру 4, включающую вторую секцию отстаивания, где происходит осаждение иловых частиц в конусообразное углубление дна. Очищенные сточные воды отводятся через трубопровод 10 для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения или для использования в системах оборотного водоснабжения. Разработанная установка обеспечивает эффективную очистку сточных вод от различного вида загрязнений, является компактной, мобильной, удобной и устойчивой в эксплуатации.

Обеспечение качественной очистки и обезвреживания производственных сточных вод от взвешенных и растворенных вредных примесей промышленных предприятий перед сбросом их в канализацию, водные объекты, на рельеф местности или возвращение в систему оборотного водоснабжения возможно только при использовании современного высокопроизводительного очистительного оборудования. Поэтому продолжается работа по созданию новых высокоэффективных фильтров, установок и устройств для комплексной очистки и обезвреживания производственных сточных вод от взвешенных твердых и пластичных частиц, нефти и нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ и других загрязняющих примесей.

Список литературы

1. Буренин В. В. Новые конструкции фильтров и устройств для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 1. — С. 30—34.
2. Пат. 2251443 Россия. МПК В01Д 29/46. Фильтр / В. И. Власов, О. Е. Фрумкин. Оpubл. 10.05.2005. Бюл. № 13. 2005.
3. Пат. 2094689 Россия. МПК В01 Д 29/01. Фильтр для очистки жидкости / В. М. Герасимов. Оpubл. 27.10.1997. Бюл. № 30. 1997.
4. Пат. 2263531 Россия. МПК F 01 D 35/02. Фильтр проточный для очистки жидкостей от механических примесей / И. Ю. Хасанов, Ю. А. Черных, Р. З. Нагаев. Оpubл. 08.10.2003. Бюл. № 30. 2003.
5. Пат. 2482070 Россия. МПК C 02 F 1/40 Устройство для очистки загрязненных сточных вод / Л. Л. Никифоров, С. Н. Константинов. Оpubл. 20.05.2013. Бюл. № 14. 2013.
6. Пат. 2494046 Россия. МПК C 02 F 1/24. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Л. А. Мазитов, М. Н. Смирнов. Оpubл. 27.01.2013. Бюл. № 3. 2013.
7. Халилова Х. Х. Исследование очистки воды от нефтяных загрязнений // Химическая промышленность. — 2013. — № 1. — С. 45—49.
8. Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Иванов М. В., Петрова Е. В., Виноградов М. С., Воропаева А. А.



Доочистка жиросодержащих сточных вод мыловаренных производств флотацией // Экология и промышленность России. — 2014. — Октябрь. — С. 4—7.

9. Пат. 2453502 Россия. МПК С 02 F 1/46. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов и устройство для его осуществления / И. В. Ильин, В. А. Колесников, С. О. Вараксин, А. Ф. Губин, П. Н. Кисленко. Оpubл. 20.06.2012. Бюл. № 17. 2012.
10. Пат. 2490213 Россия. МПК С 02 F 1/40. Устройство для удаления поверхностного слоя нефтесодержащих жидкостей / Е. А. Карев, М. А. Белов, А. В. Сышеникова, Г. М. Борисов. Оpubл. 20.08.2013. Бюл. № 23. 2013.

11. Пат. 2295499 Россия. МПК С 02 F1/467. Способ очистки и обеззараживания сточных вод / И. Ф. Суворов, А. В. Миткус, К. А. Лапшакова, О. А. Янов, В. М. Ковалевский, М. И. Суворов. Оpubл. 10.12.2006. Бюл. № 34. 2006.
12. Пат. 2189361 Россия. МПК С 02 F 1/46. Устройство для обработки воды электрическими разрядами / А. А. Мынка, Н. П. Поляков, Е. И. Синенко. Оpubл. 10.04.2002. Бюл. № 10. 2002.
13. Пат. 2490215 Россия. МПК С 02 F 3/30. Установка микробиологической очистки сточных вод / Е. В. Левин. Оpubл. 20.08.2013. Бюл. № 23. 2013.

V. V. Burenin, Professor, e-mail: madi.1965@mail.ru, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)

Purification and Neutralization of the Sewage of Industrial Plants

There are considered new designs of hydraulic filters and devices of purification and neutralization of industrial sewage distinguished by improved characteristics and suggested in patent and scientific-technical literature of industrially advanced countries of the world. The basic tendencies of development of the designs of hydraulic filters and devices for sewage perfection and neutralization are shown.

Keywords: sewage, device, purification, hydraulic filter, установка, neutralization, design, environment protection, industrial plant

References

1. Burenin V. V. Novye konstrukcii fil'trov i ustroystv dlya ochestki i obezvezhivaniya stochnykh vod promyshlennykh predpriyatij. *Bezopasnost' zhiznedejatelnosti*. 2009. No. 1. P. 30—34.
2. Пат. 2251443 Россия. МПК V01D 29/46. Fil'tr / V. I. Vlasov, O. E. Frumkin. Оpubl. 10.05.2005. Byul. No. 13. 2005.
3. Пат. 2094689 Россия. МПК V01 D 29/01. Fil'tr dlya ochestki zhidkosti / V. M. Gerasimov. Оpubl. 27.10.1997. Byul. No. 30. 1997.
4. Пат. 2263531 Россия. МПК F 01 D 35/02. Fil'tr protochnyj dlya ochestki zhidkostej ot mekhanicheskikh primesej / I. Yu. Hasanov, Yu. A. Chernyh, R. Z. Nagaev. Оpubl. 08.10.2003. Byul. No. 30. 2003.
5. Пат. 2482070 Россия. МПК С 02 F 1/40. Ustrojstvo dlya ochestki zagryaznyonnykh stochnykh vod / L. L. Nikiforov, S. N. Konstantinov. Оpubl. 20.05.2013. Byul. No. 14. 2013.
6. Пат. 2494046 Россия. МПК S 02 F 1/24. Sposob ochestki stochnykh vod ot ionov tyazhyolykh metallov / L. A. Mazitov, M. N. Smirnov. Оpubl. 27.01.2013. Byul. No. 3. 2013.
7. Halilova X. X. Issledovanie ochestki vody ot neftyanykh zagryaznenij. *Himicheskaya promyshlennost'*. 2013. No. 1. P. 45—49.
8. Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Ivanov M. V., Petrova E. V., Vinogradov M. S., Voropaeva A. A. Doochistka zhirosoderzhashchih stochnykh vod mylovarenykh proizvodstv flotaciej. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2014. Oktjabr'. P. 4—7.
9. Пат. 2453502 Россия. МПК S 02 F 1/46. Sposob ochestki stochnykh vod ot ionov tyazhyolykh i cvetnykh metallov i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya / I. V. Il'in, V. A. Kolesnikov, S. O. Varaksin, A. F. Gubin, P. N. Kislenco. Оpubl. 20.06.2012. Byul. No. 17. 2012.
10. Пат. 2490213 Россия. МПК S 02 F 1/40. Ustrojstvo dlya udaleniya poverhnostnogo sloya neftesoderzhashchih zhidkostej / E. A. Karev, M. A. Belov, A. V. Syshnikova, G. M. Borisov. Оpubl. 20.08.2013. Byul. No. 23. 2013.
11. Пат. 2295499 Россия. МПК С 02 F1/467. Sposob ochestki i obezrazhivaniya stochnykh vod / I. F. Suvorov, A. V. Mitkus, K. A. Lapshakova, O. A. Yanov, V. M. Kovalevskij, M. I. Suvorov. Оpubl. 10.12.2006. Byul. No. 34. 2006.
12. Пат. 2189361 Россия. МПК S 02 F 1/46. Ustrojstvo dlya obrabotki vody elektricheskimi razryadami / A. A. Mynka, N. P. Polyakov, E. I. Sinenko. Оpubl. 10.04.2002. Byul. No. 10. 2002.
13. Пат. 2490215 Россия. МПК S 02 F 3/30. Ustanovka mikrobiologicheskoy ochestki stochnykh vod / E. V. Levin. Оpubl. 20.08.2013. Byul. No. 23. 2013.

УДК 614.835

М. В. Омельчук, канд. техн. наук, эксперт, e-mail: omelchukmv@sibur.ru,
Центр развития инженерно-технической экспертизы СИБУРИНТЕХ,
ООО "СИБУР", Тобольск, **Ю. С. Короткова**, магистрант, Тюменский
индустриальный университет

Моделирование образования зон застоя для повышения безопасности объектов хранения легких углеводородов

Представлены промежуточные результаты исследования процесса образования и распространения облака легких углеводородов С3-С6. Наибольшие доли в компонентном составе легких углеводородов занимают пропан и бутан, которые в основном и определяют физико-химический образ всего состава. Целью исследования является проработка вариантов повышения безопасности объектов хранения указанных веществ. Большой акцент сделан на размеры зон застоя (участков, где скорость воздушного потока (ветра) не превышает 0,5 м/с), так как их минимизация позволяет существенно снизить объем облака топливно-воздушной смеси и, как следствие, уменьшить взрывопожароопасность объекта. В представленной части исследования решены задачи создания трехмерной модели гипотетического резервуарного парка, построения расчетной сетки с локальным измельчением и расчета размеров вероятных зон застоя. Решению указанных задач способствовало применение систем трехмерного моделирования и технологий вычислительной гидродинамики (CFD-технологии). На основе анализа полученных результатов предложены рекомендации по повышению безопасности объектов в случае разгерметизации оборудования.

Ключевые слова: безопасность, зоны застоя, легкие углеводороды, моделирование, вычислительная гидродинамика, CFD-технологии

Введение

В последнее время все более актуальным становится вопрос обеспечения безопасности объектов и территорий, при этом современные методы и технологии прогнозирования развития вероятных аварий позволяют учитывать множество параметров, за счет чего повышается достоверность результатов заблаговременного прогноза.

На объектах хранения и транспортировки легких углеводородов С3-С6 существует вероятность образования облака топливно-воздушной смеси (ТВС), поэтому имеется значительная вероятность нанесения ущерба станциям, нефтеперерабатывающим и газоперерабатывающим заводам, перевалочным, портовым и кустовым базам, соседним объектам и жилым поселениям. При испарении 1 дм³ жидкой фазы легких углеводородов образуется около 250 дм³ газообразной. Отсюда следует, что даже малая утечка может представлять опасность, так как объем вещества при испарении способен увеличиваться до 250 раз.

Важным для безопасности объектов является обеспечение максимальной герметизации емкостей, коммуникаций, насосных агрегатов и другого оборудования, строгое соблюдение технологического режима обслуживания. Рекомендуется также использование дополнительных систем или методик для прогнозирования поведения облака топливно-воздушной смеси [1], а также вероятных зон застоя, т. е. участков территории, где скорость ветра не превышает 0,5 м/с [2].

Следует отметить, что в нормативно-правовых актах на этапе идентификации опасностей и поиска оптимальных вариантов объемно-планировочных решений отсутствует методика комплексной оценки вероятных зон застоя и размеров облака топливно-воздушной смеси с применением систем трехмерного моделирования и технологий вычислительной гидродинамики.

В области моделирования аварийных ситуаций существуют исследования зарубежных и российских ученых, направленные как на вопросы прогнозирования образования облака ТВС,



так и на моделирование поведения газообразных сред в различных ситуациях. К сожалению, в публикациях зонам застоя уделяется недостаточно внимания. Рассмотрим некоторые исследования ученых.

В. К. Маршалл [3] в своих работах подтвердил, что усилению воздействия взрыва парового облака способствует наличие зданий и установок на пути его распространения, а также выделил факторы, которые способствуют его развитию.

Исследования Р. Р. Тляшевой и А. В. Солодовникова направлены на повышение безопасности типовой наружной площадки абсорбционно-газофракционирующей установки [2]. Они считают необходимым учет размеров зон застоя на этапе проектирования объекта, но при этом в своих рекомендациях к объемно-планировочным решениям значительный упор делают на повороте объекта вокруг своей оси с целью минимизации вероятности появления зон застоя значительных размеров. Следует отметить, что указанными авторами предложен интересный алгоритм оптимального размещения газоанализаторов на территории производственного объекта.

Н. Н. Красногорская и В. В. Ахмеров объектом исследований выбрали автозаправочную станцию (АЗС) с мультипродуктовыми топливораздаточными колонками. Ими решены вопросы поиска зон застоя и образования облака ТВС легких углеводородов на территории указанного объекта. В исследованиях предложен алгоритм выбора мероприятий для повышения безопасности эксплуатации интегрированной АЗС и рекомендации, направленные на снижение вероятности образования ТВС легких углеводородов в технологическом процессе АЗС, на улучшение рассеивания взрывоопасных паров топлива на площадке мультипродуктовых топливораздаточных колонок, на повышение эффективности процесса ликвидации аварий [4].

В отличие от работ [2, 4] в данной статье проанализированы зоны застоя и распространение облака топливно-воздушной смеси на объекте хранения сжиженного углеводородного газа, смоделирован объект для хранения пропан-бутановой смеси, на котором вероятный объем облака топливно-воздушной смеси в десятки раз больше, расчеты вероятных зон застоя проводились с учетом скорости ветра, преобладающей для г. Тюмень, а также с учетом розы ветров, свойственной для данной территории. Для расчета использовался программный комплекс FlowVision нового поколения.

Следует отметить, что CFD-технологии позволяют учитывать особенности формирования облака ТВС, застройку промышленного объекта и метеорологические параметры. Использование

пакетов CFD-технологии при моделировании сложных явлений и процессов, в том числе с привлечением анимационных средств, позволяет в наглядном виде представить многие детали явления, которые не могут быть воспроизведены другими способами. В настоящее время существует множество российских и зарубежных программных комплексов, реализующих данные технологии. Среди них можно выделить: ABAQUS, ANSYS, FLACS, CFdesign, Gas Dynamics Tool, PHOENICS, STAR-CCM+, FlowVision.

После анализа функциональных возможностей данных программных комплексов был выбран FlowVision благодаря простоте его использования, полной и понятной документации, достоверности получаемых результатов, надежной поддержки российских пользователей, высокому качеству и возможности решения сложных задач в области безопасности и охраны окружающей среды на предприятиях. Достоинствами комплекса FlowVision являются возможность моделирования распространения облака ТВС, расчета ветровой нагрузки и внешнего обтекания сооружений, прогнозирования распространения загрязняющих веществ в водных объектах, расчета параметров вентиляции и кондиционирования помещений, прогнозирования распространения пожаров и задымлений. Также важно отметить, что использование данного программного комплекса требует меньше затрат по сравнению с зарубежными аналогами и является более доступным.

Объекты и методы исследования

В данном исследовании в качестве объекта выбран гипотетический резервуарный парк хранения пропан-бутановой смеси и представлены полученные промежуточные результаты. Использование пропан-бутановой смеси приобрело широкое распространение как на газоперерабатывающих заводах, так и на газонаполнительных станциях. Немаловажным фактором выбора этой смеси для исследования является то, что пропан-бутан тяжелее воздуха, следовательно, он может скапливаться в непрветриваемых местах, распространяться по поверхности земли в направлении воздушного потока на большие расстояния, образуя зоны взрывоопасных концентраций. А в случае возгорания пропан-бутана ему свойственны быстрое развитие огня, взрыв резервуаров, малая эффективность обычных средств пожаротушения [5]. Нагревание газа приведет к нагреванию емкости, что, в свою очередь, приведет к стремительному увеличению давления, которое может повлечь

разрушение емкости и, вероятнее всего, разрушение зданий и сооружений производственного объекта.

Рассмотрим объемно-планировочные параметры объекта исследования. На территории резервуарного парка площадью 30 000 м² находятся железнодорожная насыпь (высотой 1,0 м), обвалование (36,42×36,8×0,9 м), арочник (14,1×15,7×5 м), механический цех (55×15×7 м), административно-бытовой комплекс (АБК) (20×8×6 м), цех наполнения баллонов (37,5×9,5×4 м), насосно-компрессорное отделение (НКО) (8,6×5,5×3,5 м), также могут находиться четыре железнодорожные цистерны объемом 54 м³ каждая.

Рассматриваемый объект исследования следует отнести к опасным производственным объектам (ОПО) 2-го класса опасности в соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [6], так как количество сжиженного газа, обращающегося на данном объекте, составляет 399 т (из них в резервуарах хранится 277 т, в железнодорожных цистернах — 98 т).

Для повышения точности результатов перед началом работы был составлен алгоритм исследования, состоящий из пяти этапов.

Первый этап. Сбор информации об объекте, а именно:

- предназначение объекта, описание его территории, перечень оборудования, зданий, сооружений и их объемно-планировочные параметры;
- сведения о возможных местах выброса взрывопожароопасного вещества и вредных выделений;
- характеристики взрывопожароопасного вещества, находящегося на объекте;
- сведения о климатических условиях эксплуатации промышленного объекта: направление

и скорость господствующих атмосферных потоков (роза ветров).

Второй этап. Построение в системе автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks трехмерной модели резервуарного парка.

Третий этап. Экспорт построенной в SolidWorks трехмерной модели в программный комплекс FlowVision. Перед тем как произвести расчет, необходимо задать параметры математической модели, количество фаз и параметры окружающей среды (температура 293 К, давление 101 кПа, скорость 2 м/с и направление ветра), а также параметры модели турбулентности (законы сохранения импульса, массы и энергии, вид модели), характеризующие течение, массоперенос и перемешивание смеси. После этого необходимо установить граничные условия и задать оптимальную расчетную сетку.

Четвертый этап. Определение вероятных зон застоя при разных направлениях ветра и высоте с помощью CFD-технологий. Реализация этапа осуществляется путем использования метода конечных объемов, реализованного в программном комплексе FlowVision.

Пятый этап. Анализ полученных результатов, комплексная оценка ситуации на рассматриваемом объекте, разработка мероприятий по повышению безопасности.

После экспорта модели из САПР SolidWorks в программный комплекс FlowVision, загрузки параметров окружающей среды и установки граничных условий (третий этап) модель выглядит, как показано на рис. 1.

В местах сложной геометрической формы расчетная сетка в Flow Vision (рис. 2) задана как расчетная сетка с локальным измельчением (рис. 3). Эта сетка включает в себя 1,6 млн ячеек. Шаг

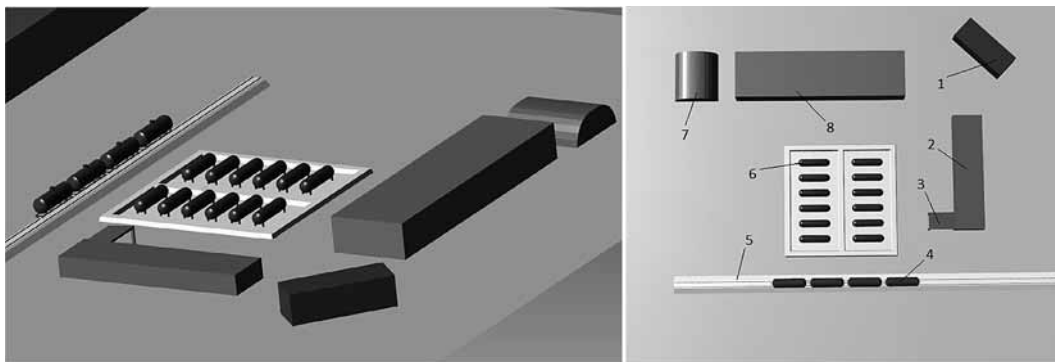


Рис. 1. Вид модели после загрузки параметров в FlowVision (вид сбоку-слева и сверху-справа):

1 — административно-бытовой комплекс; 2 — цех наполнения баллонов; 3 — насосно-компрессорное отделение; 4 — железнодорожные цистерны; 5 — железнодорожная насыпь; 6 — резервуары; 7 — арочник; 8 — механический цех

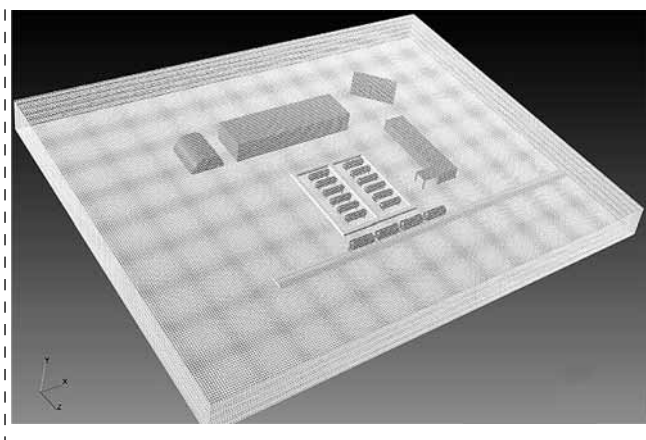


Рис. 2. Расчетная сетка в модели в FlowVision

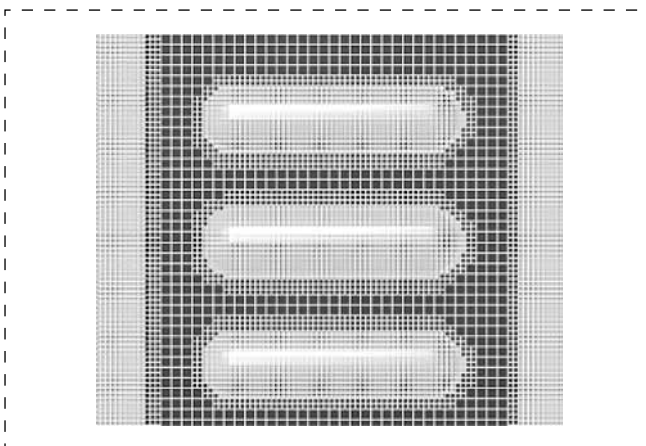


Рис. 3. Пример сетки с локальным измельчением около резервуаров

интегрирования при моделировании движения потоков ветра принят равным 0,1 с.

Результаты исследований

Проведено определение вероятных зон застоя с помощью программного комплекса FlowVision при разных направлениях ветра и высоте замеров 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 м над землей, так как расчет площадей вероятных зон застоя необходимо определять с учетом физико-химических особенностей опасных веществ. Под зонами застоя подразумеваются участки на территории объекта, где скорость ветра не превышает 0,5 м/с.

Примеры некоторых рассчитанных зон застоя представлены на рис. 4 и 5 (см. 3-ю стр. обложки). Зоны застоя визуализированы оттенками синего цвета. Учтена роза ветров для г. Тюмень, представленная на рис. 6, на котором указаны данные о повторяемости направлений ветра в %.

После проведения всех расчетов установлено, что максимальные площади зон застоя наблюдаются при южном направлении ветра на высотах 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 м над землей — 4412,922; 4429,373; 4060,846; 3852,066; 3440,222; 333,9642; 2956,125 м² соответственно, а минимальные при юго-восточном направлении ветра и при тех же высотах — 310,329; 307,032; 226,75; 203,57; 213,617; 213,574; 259,394 м² соответственно.

Для наглядности полученных результатов на рис. 7 (см. 3-ю стр. обложки) представлена зависимость размеров вероятных зон застоя от направления ветра при разной высоте замеров.

Для уменьшения размеров зон застоя предлагаются следующие мероприятия:

- изменение высоты расположения резервуаров, так как с высотой наблюдается закономерность уменьшения размеров площадей зон застоя на объекте исследования;
- обеспечение безопасности на этапе проектирования и строительства, включающее рациональное расположение объектов резервуарного парка в зависимости от расстояния между объектами и розы ветров.

В случае отсутствия технической и экономической возможности или целесообразности внедрения мероприятий по минимизации зон застоя предлагается с помощью CFD-технологий прорабатывать следующие мероприятия:

выбор рационального расположения датчиков газоанализа;

анализ возможности реализации технических мероприятий, направленных на повышение безопасности объекта;

разработка оптимального плана мероприятий по локализации и ликвидации аварий.

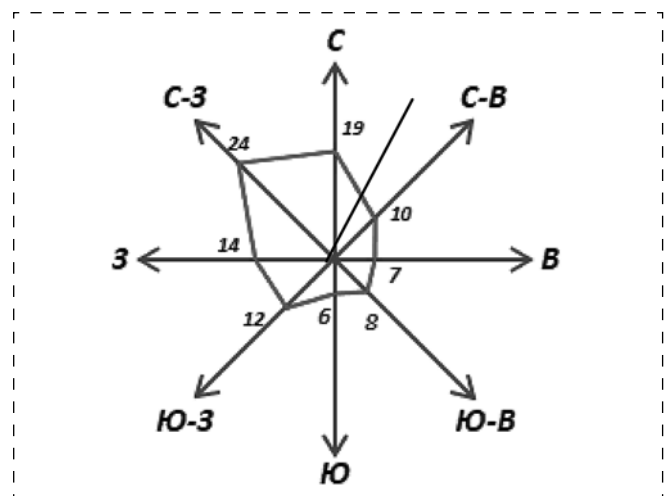


Рис. 6. Роза ветров г. Тюмени

Закключение

Таким образом, в процессе исследования создана модель объекта хранения легких углеводородов, которая включает в себя трехмерную геометрию резервуарного парка, параметры математической модели и модели турбулентности, расчетную сетку с локальными измельчениями. При помощи созданной модели определены размеры вероятных зон застоя и предложены решения по уменьшению зон застоя и рекомендации по повышению безопасности объекта исследования.

Важность задач обеспечения безопасности требует интенсивного развития прикладных программных комплексов, без которых практически невозможно создание эффективных систем прогнозирования и предупреждения аварий. Таким образом, это делает актуальной задачу развития новых подходов, основанных на применении трехмерного моделирования и технологий вычислительной гидродинамики. С помощью передовых средств визуализации и обработки данных

можно относительно быстро и эффективно проанализировать результаты расчетов и получить необходимые материалы.

Список литературы

1. Саушев В. С. Пожарная безопасность хранения химических веществ: учебное пособие. — М.: Стройиздат, 1982. — 126 с.
2. Тляшева Р. Р., Солодовников А. В. Прогнозирование вероятных зон застоя на наружной установке нефтеперерабатывающего предприятия // Нефтегазовое дело. — 2006. — № 2. — 14 с.
3. Маршалл В. К. Основные опасности химических производств. — М.: Мир, 1989. — 672 с.
4. Красногорская Н. Н., Ахмеров В. В. Разработка алгоритма выбора мероприятий для повышения безопасности интегрированной автозаправочной станции // В мире научных открытий. — 2015. — № 6.1. — С. 476—487.
5. Omelchuk M. V., Korotkova Yu. S., Vorontsova E. A. Modeling the process of formation of stagnation zones at hazardous production facility with application of CFD technologies // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. — 2020. — No. 2. — P. 101—106.
6. Федеральный закон от 21.07.1997 г. 116-ФЗ (последняя редакция) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

M. V. Omelchuk, Expert, e-mail: omelchukmv@mail.ru, SIBURENTECH Engineers' Centre of Excellence, SIBUR, LLC, Tobolsk, **Yu. S. Korotkova**, Master's Degree Student, Industrial University of Tyumen

Improving the Safety of Light Hydrocarbon Storage Facilities by Modeling Stagnation Zones

The intermediate results of the research of formation and spread of light hydrocarbons cloud (C3-C6) are presented in this paper. As the largest proportions in the component composition of light hydrocarbons are propane and butane, they mainly determine the physicochemical image of the whole composition. The aim of this research is to study the options for improving the safety of storage facilities for these substances. Accordingly, greater emphasis is placed on the size of stagnation zones (the areas where the air flow (wind) speed does not exceed 0.5 m/s) because their minimization can significantly reduce the volume of a cloud of fuel-air mixture and, as a result, reduce the explosion and fire hazard of the object. In the part of the research described in this paper, the tasks to be solved are the following: creating a three-dimensional model of a hypothetical tank farm, constructing a computational grid with local grinding and calculating the sizes of probable stagnation zones. The solution to these problems was based on using three-dimensional modeling systems and computational fluid dynamics (CFD) technologies. Finally, the analysis has resulted in certain recommendations which are necessary in order to improve the safety of facilities in case of the loss of a pressure tank containment.

Keywords: safety, stagnation zones, light hydrocarbons, modeling, computational fluid dynamics, CFD technologies

References

1. Saushev V. S. Pozharnaya bezopasnost' hraneniya himicheskikh veshchestv: uchebnoe posobie. Moscow: Strojizdat, 1982. 126 p.
2. Tlyasheva R. R., Solodovnikov A. V. Prognozirovaniye veroyatnykh zon zastoya na naruzhnoy ustanovke neftepererabatyvayushchego predpriyatiya. *Neftegazovoe delo*. 2006. No. 2. 14 p.
3. Marshall V. K. Osnovnye opasnosti himicheskikh proizvodstv. Moscow: Mir, 1989. 672 p.

4. Krasnogorskaya N. N., Ahmerov V. V. Razrabotka algoritma vybora meropriyatij dlya povysheniya bezopasnosti integrirovannoy avtozapravochnoy stancii. *V mire nauchnykh otkrytij*. 2015. No. 6.1. P. 476—487.
5. Omelchuk M. V., Korotkova Yu. S., Vorontsova E. A. Modeling the process of formation of stagnation zones at hazardous production facility with application of CFD technologies. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. No. 2. P. 101—106.
6. Federal'nyj zakon ot 21.07.1997 goda № 116-FZ "O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov".

УДК 614.843:629.34

Б. Б. Бобович, д-р техн. наук, проф., e-mail: boris0808@yandex.ru,
А. Н. Сахаров, магистр, Московский политехнический университет

Повышение пожарной безопасности общественного автотранспорта

В целях снижения тяжелых последствий пожаров предложено устанавливать на общественных автотранспортных средствах защитное оборудование для сигнализации о пожаре и автоматического пожаротушения. Рассмотрены технические средства обнаружения возгорания и автоматического пожаротушения, и даны рекомендации по применению в различных частях автобуса систем с разными огнетушащими составами с учетом конструкции отсека и условий горения в нем. Рекомендовано комплектовать средства общественного автотранспорта на стадии производства системами обнаружения возгорания и автоматического пожаротушения.

Ключевые слова: общественный автотранспорт, пожарная безопасность, пожарная сигнализация, средства автоматического пожаротушения

Введение

По данным Всемирного центра пожарной статистики (WFSC), с начала XXI века во всем мире ежегодно регистрируется до 7,5 млн пожаров, при которых получают травмы около 1 млн человек и погибает примерно 75 тыс. человек. В России один из самых высоких в мире показателей смертности из-за пожаров [1].

Одним из объектов высокой сложности является автомобильный транспорт, источником энергии которого является углеводородное топливо, делающее его объектом высокой потенциальной пожарной опасности. Пожары на транспорте по количеству возгораний и по тяжести последствий стабильно занимают в стране второе место после пожаров в жилом секторе.

Возгорание автотранспортных средств очень часто сопровождается тяжелыми последствиями: травмированием или гибелью людей и большим материальным ущербом. Как правило, после пожара автотранспортное средство и перевозимый груз не поддаются восстановлению.

Пожары на общественном автотранспорте

К общественному автотранспорту относятся городские и междугородные автобусы и вахтовые грузовые автомобили, предназначенные для перевозки большого количества пассажиров и багажа по определенным маршрутам. Согласно

статистике [2], автобусы можно отнести к наиболее аварийно опасному виду транспорта.

На начало 2019 г. общественный автотранспорт России состоял из более 400 тыс. автобусов [3]. Средний возраст автобусов 15,5 лет. Автобусы возрастом 16—25 лет составляют 20 % парка, а 32 % парка — это автобусы старше 25 лет [4, 5].

Несмотря на то что по числу возгораний на транспортных средствах автобусы находятся на третьем месте после легковых и грузовых автомобилей, пожары в автобусах приводят к более тяжелым последствиям из-за большого количества людей, находящихся одновременно в салоне, и, вследствие этого, невозможности их быстрой эвакуации при пожаре.

Снижение тяжелых последствий пожаров может быть достигнуто при установке на общественных автотранспортных средствах защитного оборудования, позволяющего увеличить скорость тушения пожаров и вероятность локализации возгорания и его затухания в начальный период распространения огня.

Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность

Анализ поведения людей при пожаре в транспортном средстве после дорожно-транспортного происшествия показывает, что они теряют контроль над происходящими событиями и очень часто не способны адекватно реагировать на

Характеристика систем автоматической пожарной сигнализации

Наименование системы	Достоинства	Недостатки
Неадресная	Низкая стоимость оборудования	Топология шлейфа сигнализации имеет только радиальную конфигурацию Не способна сообщать о неисправности извещателей Не может определить уровень загрязненности извещателей Большое количество ложных срабатываний Не способна указать точное место возгорания и др.
Адресно-пороговая	Топология адресного шлейфа может быть свободной Постоянный контроль состояния извещателей Контроль целостности шлейфа Точная локализация места возгорания Малое количество ложных срабатываний и др.	Не может контролировать загрязнение извещателей и сообщать о необходимости их обслуживания Не контролирует изменение параметров окружающей среды
Адресно-аналоговая	Обладает всеми достоинствами адресно-пороговой системы Позволяет контролировать изменение параметров окружающей среды и автоматически подстраивать под них режим работы сигнализации Контролирует загрязнения извещателей и оповещает о необходимости обслуживания Раннее обнаружение возгорания	Стоимость оборудования выше относительно других систем

возникшую опасность. В связи с этим необходима комплектация автотранспорта, особенно общественного, средствами автоматического обнаружения возгорания и пожаротушения.

Пожарная сигнализация является автоматической установкой, предназначенной для обнаружения возгорания и передачи сигналов о пожаре на системы оповещения и управления эвакуацией людей, на приборы управления автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления и на другое оборудование. С помощью такой установки на транспортном средстве обеспечивается возможность передачи управляющих сигналов на системы пожаротушения и разблокировки дверей.

Обнаружение возгорания осуществляется с помощью извещателя — технического средства, предназначенного для обнаружения какого-либо фактора пожара или комбинации факторов. Извещатели реагируют на следующие признаки горения: дым, тепло, открытое пламя, появление угарного газа. Сигналы, полученные извещателями, передаются исполнительным механизмам с помощью систем автоматической пожарной сигнализации. В табл. 1 представлены характеристики существующих систем автоматической пожарной сигнализации. На основе анализа приведенных в таблице данных можно сделать вывод, что наиболее целесообразным является использование в общественном автотранспорте адресно-аналоговой пожарной сигнализации.

Сигналы о возгорании поступают на средства автоматического пожаротушения, которые

ликвидируют возгорание. Ниже рассмотрены основные системы пожаротушения, которые можно рекомендовать для установки в различных отсеках общественного автотранспорта.

Автоматическая система порошкового пожаротушения может применяться для подавления возгораний при всех классах пожаров, независимо от характеристики горящих веществ или предметов (твердые вещества и жидкости, горючие газы, электрооборудование под напряжением и т. д.).

Система порошкового пожаротушения (рис. 1) самостоятельно контролирует температуру и срабатывает в автоматическом режиме, она не требует технического обслуживания и остается работоспособной в течение 12 лет.


Рис. 1. Система порошкового пожаротушения "POKROV" [6]



Рис. 2. Порошковые огнетушители "Буран-2.0" [7]

Одним из порошковых автоматических огнетушителей является "Буран-2.0", который можно установить в моторном отделении транспортного средства (рис. 2).

Пенные огнетушители (рис. 3) компактны и могут поместиться в салоне пассажирского автотранспорта. Пена в них генерируется из водного раствора пенообразователя, который находится в специальной емкости, снабженной трубопроводом с насадками-распылителями [8].

При тушении пожара пена подается в очаг возгорания и растекается по поверхности горения, причем даже тонкий слой пены сразу прекращает горение. Установки пенного пожаротушения обеспечивают ликвидацию огня при распространении горения за пределы защищаемого объекта, например, в случае разлива горючей жидкости, что актуально при дорожно-транспортном происшествии.



Рис. 3. Установки водно-пенного пожаротушения УВПМ ГАРАНТ-4,0 (слева) и УВПМ ГАРАНТ-8,0 (справа) [9]

Газовые огнетушители применяются для тушения пожаров с помощью огнетушащих газов, находящихся в сжатом или в сжиженном состоянии. В качестве таких газов используют некоторые виды хладонов, азот, аргон, углекислый газ и другие [10]. Огнетушащие газы нетоксичны, химически инертны, при нагревании и контакте с горящими поверхностями не образуют ядовитые и агрессивные вещества.

Для защиты от пожара в небольших отсеках автотранспортного средства, например в моторном отделении автомобиля, можно применить установку газового пожаротушения "Подкова-01П" (рис. 4), которая представляет собой герметичную, запаянную с обоих торцов трубку из полимерного материала, заполненную газообразным огнетушащим веществом [11]. Установка срабатывает автоматически при повышении температуры воздуха до 120...150 °С: полимерный материал, из которого сделана трубка, разрушается, и из нее выбрасывается огнетушащее вещество.

Системы аэрозольного пожаротушения основаны на использовании огнетушащего аэрозоля, образующегося внутри корпуса генератора. При этом мельчайшие частицы, выходящие из генератора, покрывают все поверхности, ликвидируя очаг возгорания [12].

Высокую эффективность тушения пожара обеспечивает генератор "МАГ". Огнетушащим веществом этого генератора является аэрозольный заряд, который выбрасывается в зону с критической температурой и ликвидирует пожар. Подобные огнетушители целесообразно устанавливать в моторном отсеке транспортного средства, около бензобака



Рис. 4. Установка газового пожаротушения "Подкова-01П"

и в других местах. Генератор "МАГ" срабатывает через 2...4 с после возникновения пожара и обеспечивает ликвидацию очага возгорания в течение 4...7 с.

Все рассмотренные системы пожаротушения могут эксплуатироваться как автономно, так и совместно друг с другом при температуре от -50 до $+85$ °С.

Большой ассортимент выпускаемых средств автоматического пожаротушения позволяет выбрать систему пожаротушения с учетом особенностей конструкции транспортного средства и его отсеков, а также возможных условий горения и повысить пожарную безопасность общественного автотранспорта.

Повышение пожарной безопасности общественного автотранспорта

Условия возникновения пожара, скорость распространения горения и состав продуктов горения существенно различаются в разных частях автобуса. Наиболее вероятно возникновение возгорания в моторном отсеке, пассажирском салоне, багажном отделении, в месте установки топливного бака, а также за пределами автобуса при разливе и возгорании топлива в результате дорожно-транспортного происшествия. Причины возгорания, скорость распространения горения, образующиеся продукты и возможные последствия в этих частях автобуса различны, а поэтому необходимы и различные технические средства для повышения пожарной безопасности.

Рассмотрение принципов работы пожарных извещателей и систем автоматического пожаротушения показало, что они имеют свои особенности, которые необходимо учитывать при размещении в защищаемом объекте.

Для обнаружения возгорания в моторном отсеке можно рекомендовать тепловые извещатели, а для тушения пожара — систему порошкового пожаротушения, обладающую самой высокой скоростью тушения, не требующую герметизации отсека и позволяющую тушить пожары классов "А" (горение твердых веществ), "В" (горение жидкостей), "С" (горение газов) и "Е" (горение электрооборудования под напряжением до 1000 В).

В багажном отделении междугороднего и туристического автобусов из-за повышенной плотности размещения багажа затруднено своевременное обнаружение возгорания тепловыми и дымовыми извещателями. Поэтому в этом отделении целесообразно применять линейные пожарные извещатели — термокабели, которые

можно смонтировать по всей длине багажного отделения, что обеспечит максимально быстрое обнаружение возгорания в любой его части. Для тушения возгорания в багажном отделении можно рекомендовать систему газового пожаротушения, поскольку газ легко проникает в труднодоступные места, обеспечивая высокую скорость тушения во всем объеме этого отделения.

В салоне автобуса имеется большое количество автокомпонентов из полимерных материалов, при горении которых выделяется много дыма, что делает целесообразным использование дымовых извещателей. Для тушения возгорания в салоне автобуса целесообразно применение водно-пенной системы, при срабатывании которой не выделяются токсичные вещества, могущие нанести вред здоровью пассажиров.

Наиболее тяжелые последствия возникают при возгорании топливного бака, который, как правило, находится под днищем автобуса и во время движения обдувается набегающим потоком воздуха. Бак и пространство вокруг него подвержены воздействию влаги и грязи, что затрудняет использование тепловых, дымовых или инфракрасных извещателей. В данных условиях оптимальным вариантом может быть применение линейного теплового пожарного извещателя — термокабеля, изоляция которого устойчива к агрессивному воздействию окружающей среды и имеет дополнительную защитную оболочку из стальной оплетки. При возгорании топливного бака может быть рекомендована система аэрозольного пожаротушения, не требующая герметизации пространства вокруг бака и при срабатывании выбрасывающая мощный поток мелкодисперсных частиц, взвешенных в газовом облаке инертных веществ, которые обеспечат быстрое и эффективное тушение начавшегося пожара.

Для тушения горящего топлива вокруг автобуса, которое может разлиться в результате повреждения топливного бака и топливной магистрали при дорожно-транспортном происшествии, целесообразно использование установки водно-пенного пожаротушения с насадками-распылителями, выведенными на крышу автобуса.

Рекомендации по использованию технических средств обнаружения и автоматического пожаротушения в различных частях автобуса приведены в табл. 2.

Учитывая различные конструктивные и огнетушащие особенности рассмотренных систем пожаротушения, а также разные условия возникновения возгорания в различных местах автобуса,



Таблица 2

Рекомендации по установке систем обнаружения возгорания и пожаротушения на автобусах

Место установки	Пожарный извещатель		Система пожаротушения	
	Вид	Характеристика	Тип	Характеристика
Пассажирский салон	Дымовой	Локальный (точечный) контроль оптической плотности воздуха, попадающего в чувствительную камеру извещателя	Водно-пенный	Доступность огнетушащего состава, при срабатывании не наносит вред здоровью человека
Моторный отсек	Тепловой	Выдает сигнал при скачке температуры воздуха до порогового значения	Порошковый	Высокая скорость тушения, не требует герметизации отсека
Багажное отделение	Термокабель линейный тепловой	Полимерная изоляция, чувствительная к изменению температуры, устойчивая к агрессивным средам	Газовый	При срабатывании газ легко проникает в труднодоступные места
Топливный бак	Термокабель линейный тепловой	Полимерная изоляция, чувствительная к изменению температуры, устойчивая к агрессивным средам, с металлической оплеткой	Аэрозольный	Высокая скорость и эффективность тушения

можно рекомендовать их комплексное применение в составе единой системы пожаротушения общественного автотранспортного средства. Стоимость систем автоматического пожаротушения относительно низкая, что при их установке заводами-изготовителями автотранспорта не может значительно повлиять на его себестоимость, однако поможет спасти человеческие жизни и сберечь дорогостоящее транспортное средство и перевозимый груз.

Заключение

Использование средств пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения играет важную роль в предупреждении и локализации возгорания в средствах общественного автотранспорта.

Рассмотренные технические средства обнаружения возгорания и автоматического пожаротушения рекомендованы для применения в отсеках автобуса систем различных типов с разными огнетушащими составами с учетом конструкции отсека и условий горения в нем.

Обоснована целесообразность комплектации общественного автотранспорта средствами обнаружения возгорания и автоматического пожаротушения.

Список литературы

1. **Мировая статистика** пожаров. URL: <https://www.politforums.net/internal/1522740783.html>. (дата обращения 27.03.2020).
2. **Какой вид** транспорта самый безопасный. URL: <http://turvopros.com/samyiy-bezopasniy-vid-transporta-statistika/> (дата обращения 25.02.2020).
3. **В России** числится около 52 млн единиц автотранспорта. URL: <https://www.autostat.ru/news/37917/> (дата обращения 25.02.2020).
4. **Российский парк** автобусов: основные показатели. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/31815/> (дата обращения 25.03.2020).
5. **Парк автобусов** в РФ. Отчет Russian Automotive Market Research. URL: <https://www.napinfo.ru/infographics/segmenty-rynka/struktura-parka-avtobusov-v-rf-na-01-01-2018-g>. (дата обращения 25.02.2020).
6. **Автономные системы** пожаротушения. URL: <http://pokrov-01.ru> (дата обращения 20.02.2020).
7. **Буря-2,0**. URL: <https://epotos.ru/produkcija/poroshkovoe-pozharotushenie/buran-2-0/> (дата обращения 24.04.2020).
8. **Пенные установки** пожаротушения: классификация и применение. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pennyie-ustanovki-pozharotusheniya-klassifikatsiya-i-primenenie> (дата обращения 28.02.2020).
9. **Устройство** водяного пожаротушения модульного типа УВПМ. URL: https://www.eternis.ru/upload/catalog_files/iblock/УВПМ-8,0_паспорт.pdf (дата обращения 28.02.2020).
10. **Газовое пожаротушение**: устройство, принцип работы, виды. URL: <https://afes.pro/blog/gazovoe-pozharotushenie-ustroystvo-printsip-raboty-vidy> (дата обращения 28.02.2020).
11. **Автономная установка** газового пожаротушения "Подкова 01-П". URL: <http://stoppojar.ru/podkova> (дата обращения 27.03.2020).
12. **Аэрозольные системы** — установки пожаротушения. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/aerolnnye-sistemy-ustanovki-pozharotusheniya/> (дата обращения 27.03.2020).

B. B. Bobovich, Professor, E-mail: boris0808@yandex.ru, **A. N. Sakharov**, Master's Degree, Moscow Polytechnic University

Improving Fire Safety of Public Vehicles

It is shown that fires in public transport due to the difficulties of rapid evacuation of a large number of people are characterized by the most severe consequences and occupy one of the first places in the number of people killed and injured in comparison with fires at other facilities.

In order to reduce the severe consequences of fires, it is proposed to install protective equipment for fire alarm and automatic fire extinguishing on public vehicles.

Technical means of fire detection and automatic fire extinguishing are considered, and recommendations are given for the use of systems with different extinguishing agents in bus compartments, taking into account the compartment design and Gorenje conditions in it.

It is proposed to equip public vehicles at the production stage with fire detection and automatic fire extinguishing systems and develop a regulatory framework for this.

Keywords: public transport, fire safety, fire alarm, automatic fire extinguishing means

References

1. **Mirovaya statistika** pozharov. URL: <https://www.politforums.net/internal/1522740783.html> (date of access 27.03.2020).
2. **Kakoy vid** transporta samyy bezopasnyy. URL: <http://turvopros.com/samyy-bezopasnyy-vid-transporta-statistika/> (date of access 25.02.2020).
3. **V Rossii** chislitsya okolo 52 mln edinit avtotransporta. URL: <https://www.autostat.ru/news/37917/> (date of access 25.02.2020).
4. **Rossiyskiy park** avtobusov: osnovnyye pokazateli. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/31815/> (date of access 25.03.2020).
5. **Park** avtobusov v RF. Otchet Russian Automotive Market Research. URL: <https://www.napinfo.ru/infographics/segmenty-rynka-struktura-parka-avtobusov-v-rf-na-01-01-2018-g> (date of access 25.02.2020).
6. **Avtonomnyye sistemy** pozharotusheniya. URL: <http://pokr-01.ru> (date of access 20.02.2020).
7. **Buran-2.0**. URL: <https://epotos.ru/produkcija/poroshkovoe-pozharotushenie/buran-2-0/> (date of access 24.04.2020).
8. **Pennyye ustanovki** pozharotusheniya: klassifikatsiya i primeneniye. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pennyie-ustanovki-pozharotusheniya-klassifikatsiya-i-primenenie> (date of access 28.02.2020).
9. **Ustroystvo** vodyanogo pozharotusheniya modulnogo tipa UVPМ. URL: https://www.eternis.ru/upload/catalog_files/iblock/UVPМ-8.0_pasport.pdf (date of access 28.02.2020).
10. **Gazovoye pozharotusheniye**: ustroystvo. printsip raboty. vidy. URL: <https://afes.pro/blog/gazovoe-pozharotushenie-ustroystvo-printsip-raboty-vidy> (date of access 28.02.2020).
11. **Avtonomnaya ustanovka** gazovogo pozharotusheniya "Podkova 01-P". URL: <http://stoppojar.ru/podkova> (date of access 27.03.2020).
12. **Aerozolnyye sistemy** — ustanovki pozharotusheniya. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/aerozolnyie-sistemyi-ustanovki-pozharotusheniya/> (date of access 27.03.2020).

Информация

Уважаемые авторы и подписчики журнала!

Обращаем ваше внимание, что на сайте ВАК РФ размещен документ, озаглавленный "Справочная информация об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 Правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее — Перечень), утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 12 февраля 2018 г. № 99 (зарегистрирован Минюстом России 15 марта 2018 г., регистрационный № 50368), считаются включенными в Перечень". Журнал "Безопасность жизнедеятельности" включен в этот список (поз. 338, список от 30.03.2020). Считаю необходимым подчеркнуть, что текст п. 5 Правил формирования Перечня имеет продолжение: "по отраслям науки, соответствующим их профилю". Напомним, что еще до выхода первого номера журнала в январе 2001 г. в качестве основных тематических направлений профиля были определены вопросы безопасности деятельности человека, экологии и преподавания соответствующих дисциплин в высшей школе.



УДК 614.84

Ю. Н. Коваль, канд. биол. наук, доц., e-mail: a_yulya@inbox.ru, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Красноярский край

Анализ пожаров на территории Усинского лесничества

Приведены данные анализа пожаров, произошедших в 2018 г. на территории Усинского лесничества, обслуживаемого краевым государственным автономным учреждением "Лесопожарный центр" Красноярского края. В рамках анализа проведено исследование природных условий, определяющих особенности пожароопасного сезона. Отмечено, что число пожаров и размер площади, пройденной ими, колеблется в широких пределах и зависит от многих факторов: рекреационной нагрузки, климатических условий, произрастающей растительности, технического оснащения и уровня охраны лесов. Особенность Усинского лесничества — особо охраняемые природные территории и объекты, которые часто посещаются туристами. Рекреационная нагрузка повышает риск возникновения лесных пожаров по человеческой неосторожности. Полученные результаты свидетельствуют о наличии зависимости между степенью поражения лесными пожарами и погодными условиями. При проведении и разработке противопожарных мер необходимо уделять особое внимание суточной температуре и количеству осадков, так как крайние значения этих показателей создают благоприятные условия для возникновения лесных пожаров.

Ключевые слова: анализ пожаров, пожароопасный период, лесные пожары, авиационное патрулирование, мониторинг, лесничество, Лесопожарный центр

Введение

Краевое государственное автономное учреждение "Лесопожарный центр" (далее — Лесопожарный центр) обслуживает территорию Усинского лесничества. Лесничество расположено в юго-восточной части Красноярского края на территории Ермаковского муниципального района. Общая площадь лесничества составляет 968 300 га и подразделена на 893 квартала, при этом средняя величина квартала составляет 1084 га. В административно-хозяйственном отношении территория лесничества подразделяется на три участка: Араданское, Нижне-Усинское, Верхне-Усинское.

Породный состав преимущественно представлен хвойными деревьями с явным преобладанием лиственницы.

Особенность Усинского лесничества — наличие особо охраняемых природных территорий и объектов краевого значения:

- природный парк "Ергаки";
- государственный комплексный заказник "Гагульская котловина";
- памятник природы "Геологический разрез по реке Ореш";
- охранный (буферный) зона государственно-природного биосферного заповедника "Саяно-Шушенский".

Данные объекты способствуют развитию экологической сети и сохранению биоразнообразия. Однако в связи с наличием уникальных природных комплексов, являющихся привлекательным объектом туризма, увеличивается антропогенная

нагрузка на территорию. Роль человека в возникновении и распространении лесных пожаров усиливается с каждым годом. Здесь практически нет участка леса, который в тот или иной период времени не испытывал антропогенного воздействия. В целях охраны и защиты территорий от лесных пожаров лесничество обслуживается Лесопожарным центром.

Функция Лесопожарного центра заключается в обеспечении пожарной безопасности лесного района. Помимо основной деятельности, сотрудники Лесопожарного центра ведут работу с молодежью и населением по противопожарной пропаганде в области охраны лесов.

Ежегодный объем мониторинга пожароопасной обстановки составляет 968 300 га, в том числе наземного патрулирования — 145 600 га (15,0 %) и авиационного патрулирования — 822 700 га (85,0 %). Благодаря применению новой техники и современного оборудования Лесопожарному центру удается оперативно реагировать на сигналы о лесных пожарах и успешно бороться с огнем.

В целях своевременного обнаружения пожаров и их ликвидации предусмотрено противопожарное обустройство лесов в зонах наземной охраны в виде сети лесных дорог, общая длина которых составляет 80 км. В местах лесозаготовок, строительства различных объектов и трасс, зонах отдыха, по берегам водных объектов, среди лесных насаждений с высокой пожарной опасностью выделена зона авиационного патрулирования, которое осуществляется сотрудниками Лесопожарного центра.

Ежегодно лесные пожары охватывают площади от нескольких сотен до нескольких миллионов гектаров и оказывают разрушительное воздействие на окружающую среду. Достоверный прогноз лесопожарных рисков на пожароопасный период мог бы способствовать принятию оперативных мер по предупреждению лесных пожаров, повышению готовности сил и средств.

Целью данного исследования является анализ случаев возникновения лесных пожаров на территории Усинского лесничества.

Объекты и методы исследований

В базе данных о пожарах по материалам Лесопожарного центра, Усинского лесничества, лесохозяйственного регламента за 2018 г. и спутниковым снимкам с сайтов NASA и ФБУ "Авиалесоохрана" размещены сведения о каждом лесном пожаре: расположение в квартальной сети лесничества, время обнаружения и ликвидации, причина возникновения, площадь пожара [1—5].

Подавляющее число лесных пожаров связывают с деятельностью человека, но необходимо учитывать и другие факторы, способствующие возникновению и распространению пожаров. Главное значение имеют погодные условия, поскольку от них напрямую зависит возможность возникновения лесных пожаров и ход дальнейшего развития пожара и его тушения.

Комплексный показатель пожарной опасности лесных территорий рассчитывался с учетом влажности горючих материалов и особенностей суточных метеорологических данных [6] по формуле:

$$\text{КПО} = \sum_1^n |t(t - r)|,$$

где n — количество дней после дождя; t — температура воздуха, °C на 13 часов; r — точка росы для этой температуры воздуха, °C.

Метеорологические данные были взяты с сайта <https://gr5.ru/> (расписание погоды). Анализировались показатели средней дневной и максимальной суточной температур, влажность воздуха и количество осадков как в день возникновения и развития пожара, так и за весь весенне-осенний период.

Результаты исследования

Определение длительности пожароопасного сезона проводили с учетом освоенности территорий. Фактическая продолжительность сезонов зависит от плотности населения как источника

антропогенных пожаров. Плотность населения на территории Ермаковского района невысокая, хотя территория достаточно широко освоена человеком в хозяйственных целях и включает в себя орехово-промысловые зоны, участки лесов, имеющие научное, историческое, культурное и религиозное значение. Для малоосвоенных районов продолжительность следует считать по датам первого и последнего пожара, для освоенных, как для Усинского лесничества — по датам установления — схода снежного покрова.

С учетом освоенности территории лесов и наличия обширных территорий рекреационного значения можно сделать вывод, что на территории Усинского лесничества, где развита туристическая сеть, доминируют антропогенные факторы возникновения пожаров; в малодоступных для людей районах к факторам возникновения пожара можно отнести природные источники, такие как "сухие грозы".

На территории Усинского лесничества, по данным лесохозяйственного регламента [2], длительность пожароопасного сезона составляет 175 дней. В целом по территории средний класс пожарной опасности за последние три года равен 3,1 [7]. Это свидетельствует о возможности возникновения как низовых, так и верховых пожаров в пожароопасные периоды (весенне-летние и летне-осенние пожарные максимумы). Следует отметить, что за 2018 г. ни одного верхового пожара на территории Усинского лесничества не произошло. Датой начала пожароопасного сезона в 2018 г. следует считать 20 апреля.

Авиационное патрулирование территории согласно отчетам в 2018 г. началось с 16 апреля и прекратилось в связи с отсутствием необходимости 23 сентября. Помимо осмотра с помощью авиации, сотрудниками лесничества проводилось наземное патрулирование на автотранспорте. Начало наземного патрулирования — 08 апреля, завершение осмотров — 19 октября.

Мониторинг территории Лесопожарный центр проводил с помощью как авиации, так и наземного транспорта, согласно регламенту, в зависимости от класса пожарной опасности [8].

На территории Усинского лесничества в пожароопасный сезон регламент работы лесопожарных служб предусматривает определение суточного числа пожаров и определение классов пожарной опасности. Согласно статистическим данным за 2018 г. на территории Усинского лесничества за 209 дней в период с марта по сентябрь возникло 25 лесных пожаров, из которых 17 было зафиксировано с помощью авиации. В 2018 г. по типу преобладали пожары низовые, беглые. Из них доля



низовых слабых пожаров составила 60 % общего числа, низовых средних — 32 %, низовых сильных — 8 %. Отсутствие верховых пожаров и низкий процент низовых сильных пожаров можно объяснить атмосферной влажностью выше средних величин и значением температур, не превышающих пиковые в летний период. Особенностью погодных условий пожароопасного сезона 2018 г. можно считать ранний сход снежного покрова весной и дефицит осадков в апреле, особо жаркий май и июнь с сухими грозами. В июле преобладала дождливая погода, в августе и сентябре были обильные осадки до самого окончания сезона. Все это отразилось на пожароопасной обстановке: ранние весенние пожары и грозовые пожары в начале лета [9].

Помимо благоприятных метеорологических условий, наличия сухой травы и сухостоя, для начала развития пожара необходим источник зажигания. Только 3...5 % лесных пожаров происходят из-за природных факторов, таких как дефицит атмосферной и почвенной влаги, остальная часть лесных пожаров приходится на человеческий фактор. В течение дня наиболее опасным является период 13...18 часов, наименее опасным — 23...8 часов, когда возникло соответственно 59 % и 2 % всех пожаров. Анализ по дням недели показывает, что наибольшее количество пожаров наблюдается в субботу и воскресенье. Чаще всего возникновение лесных пожаров связывают с массовыми неконтролируемыми и несанкционированными весенними палами сухой травы на пограничных территориях и неосторожным обращением с огнем. Следует отметить, что многие сельскохозяйственные земли не используются по назначению, выходят из оборота, вследствие чего зарастают травой. Из-за попадания в такие места источника огня происходят большие выгорания травы. В результате огонь распространяется огромной полосой на несколько десятков километров по нелесному фронту, а затем может изменить направление из-за ветра и распространиться в лесные массивы [10].

Необходимо вовремя проводить противопожарные мероприятия, такие как создание минерализованных полос по границе с сельскохозяйственными землями, производить вырубку сухостойных деревьев и молодняка вдоль опушек с лесом.

Всего за пожароопасный сезон на территории Усинского лесничества возникло 25 лесных пожаров. Из них: 13 пожаров в авиационной зоне патрулирования и 12 в наземной зоне. Авиацией обнаружено 17 лесных пожаров, что составляет 68 % общего числа пожаров. Наиболее значительные повреждения лесного массива выявлены на площади 5 га при низовом беглом пожаре, произошедшем в мае.

Для того чтобы оценить влияние факторов на частоту лесных пожаров, был проведен корреляционный анализ. Коэффициент корреляции позволяет показать, какой из факторов вносит наибольший или наименьший вклад в частоту лесных пожаров в том или ином месяце. Так, коэффициент линейной корреляции $r = 0,95$ между метеорологическими условиями и количеством пожаров отмечен в апреле и мае, в августе и сентябре этот коэффициент составил $r = 0,84$, что также говорит о значительной взаимосвязи между метеорологическими условиями и количеством пожаров.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии зависимости между степенью поражения лесными пожарами и погодными условиями. В 2018 г. отмечен аномально жаркий май с крайне высокой суточной температурой, влажностью воздуха ниже 50 %, низким количеством осадков до июля месяца, что способствовало прогрессивному развитию лесных пожаров. В августе и сентябре, когда количество осадков превышало средние объемы, пожары в лесных массивах имели значительно меньшую площадь поражения и были быстро ликвидированы [11].

В тушении всех пожаров участвовали работники Лесопожарного центра и лесничества. Авиационная техника производила мониторинг пожарной обстановки с воздуха и в случае фиксации помогала притушить основное пламя. Для полной ликвидации лесных пожаров спасатели и лесники направлялись наземным транспортом [12].

Заключение

Данные проведенного исследования показывают наличие корреляции между метеорологическими показателями и характеристикой пожаров на территории Усинского лесничества. При проведении и разработке противопожарных мер необходимо уделять особое внимание суточной температуре и количеству осадков, так как крайние значения этих показателей создают благоприятные условия для возникновения лесных пожаров. Также необходимо проводить мероприятия по противопожарной пропаганде всех слоев населения. Это позволит свести к минимуму ущерб, наносимый лесными пожарами [13, 14].

Согласно проведенному анализу показателей за прошлые годы можно сделать вывод, что в ближайшие годы ожидается рост количества лесных пожаров. Положение с лесными пожарами в ряде регионов России стало катастрофическим. Это означает, что охранные мероприятия по защите лесов должны быть направлены на борьбу с пожарами, на их раннее обнаружение и на сокращение главной первопричины лесных пожаров — человеческого фактора.

Список литературы

1. ФГУ "Авиалесоохрана": [сайт]. URL: [http:// www.aviales.ru/](http://www.aviales.ru/) (дата обращения 01.10.2019).
2. Лесохозяйственный регламент. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550203483> (дата обращения 01.10.2019).
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю. URL: <http://www.krasstat.gks.ru> (дата обращения 01.10.2019).
4. Федеральное агентство лесного хозяйства. URL: <http://www.aviales.ru> (дата обращения 01.10.2019).
5. NASA: [сайт]. URL: <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov> (дата обращения 01.10.2019).
6. Глаголев В. А., Коган Р. М. Шкала классов пожарной опасности по метеоусловиям климата средних широт // Лесное хозяйство. — 2012. — № 1. — С. 44–46.
7. Кац А. Л., Гусев В. Л., Шабунина Т. А. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. — М.: Гидрометеиздат, 1975. — 16 с.
8. Курбатский Н. П. Пожарная опасность в лесу и ее изучение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. М.: АН СССР, 1963. С. 5–30.
9. Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения: учебный справочник. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. — 54 с.
10. Санников С. Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценоза // Экология. — 1981. — № 6. — С. 23–33.
11. Харин В. В., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А. Сравнительный анализ показателей оперативно-го реагирования подразделений различных видов пожарной охраны // Сибирский пожарно-спасательный вестник. — 2019. — № 2 (13). — С. 54–58.
12. Долгушина Л. В., Мельник А. А., Батуро А. Н., Иванов Д. В. Основные причины и перспективные направления профилактики природных пожаров на примере Красноярского края // Сибирский пожарно-спасательный вестник. — 2017. — № 4 (7). — С. 9–14.
13. Пожаркова И. Н., Гапоненко М. В., Полосухина Д. А., Рублева М. Е. Мониторинг восстановления лесных сообществ после воздействия пожаров на территории Южесовского лесничества // Сибирский пожарно-спасательный вестник. — 2017. — № 1 (4). — С. 17–21.
14. Зяблицкий А. М., Ефремов И. Г., Лагунов А. Н., Пожаркова И. Н. Автоматизация решения задач мониторинга и прогнозирования ЧС // Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции "Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций". Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. — С. 110–113.

Yu. N. Koval, Associate Professor, e-mail: a_yulya@inbox.ru, Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory

Analysis of Fires on the Territory of the Usinsk Forestry

The article provides an analysis of fires that occurred in 2018 on the territory of the Usinsk forestry, served by the regional state autonomous institution "Forest Fire Center" of the Krasnoyarsk Territory. Within the framework of the analysis, a study of the natural conditions that determine the features of the fire hazardous season was carried out. The number of fires and the size of the area covered by them varies widely and depends on many factors: recreational load, climatic conditions, growing vegetation, technical equipment and the level of forest protection. The peculiarity of the Usinsk forestry is specially protected natural territories and objects that are often visited by tourists. Recreational stress increases the risk of forest fires due to human negligence. The results obtained indicate the existence of a relationship between the degree of damage from forest fires and weather conditions. When carrying out and developing fire-prevention measures, it is necessary to pay special attention to the daily temperature and the amount of precipitation, since the extreme values of these indicators create favorable conditions for the occurrence of forest fires.

Keywords: analysis of fires, fire hazardous period, forest fires, aviation patrolling, monitoring, forestry, Forest fire center

References

1. ФГУ "Авиалесоохрана": [сайт]. URL: [http:// www.aviales.ru/](http://www.aviales.ru/) (date of access 01.10.2019).
2. Лесохозяйственный регламент. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550203483> (date of access 01.10.2019).
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю. URL: <http://www.krasstat.gks.ru> (date of access 01.10.2019).
4. Федеральное агентство лесного хозяйства. URL: <http://www.aviales.ru> (date of access 01.10.2019).
5. NASA: [сайт]. URL: <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov> (date of access 01.10.2019).
6. Glagolev V. A., Kogan R. M. Shkala klassov pozharnej opasnosti po meteoulovijam klimata srednix shirot. *Lesnoe xozyajstvo*. 2012. No. 1. P. 44–46.
7. Kacz A. L., Gusev V. L., Shabunina T. A. Metodicheskie ukazaniya po prognozirovaniyu pozharnej opasnosti v lesax po usloviyam pogody. Moscow: Gidrometeoizdat, 1975. 16 p.
8. Kurbatskij N. P. Pozharnaya opasnost' v lesu i ee izuchenie po mestnym shkalam. *Lesnye pozhary i bor'ba s nimi*. Moscow: AN SSSR, 1963. P. 5–30.
9. Zalesov S. V., Zalesova E. S. Lesnaya pirologiya. Terminy, ponyatiya, opredeleniya: spravochnik. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2014. 54 p.
10. Sannikov S. N. Lesny'e pozhary' kak faktor preobrazovaniya struktury, vozobnovleniya i e'volucii biogeocenoza. *E'kologiya*. 1981. No 6. P. 23–33.
11. Xarin V. V., Bobrinev E. V., Udavcova E. Yu., Kondashov A. A. Sravnitel'ny'j analiz pokazatelej operativnogo reagirovaniya podrazdelenij razlichny'x vidov pozharnej ohrany. *Sibirskij pozharно-spasatel'ny'j vestnik*. 2019. No. 2 (13). P. 54–58.
12. Dolgushina L. V., Mel'nik A. A., Baturо A. N., Ivanov D. V. Osnovny'e prichiny' i perspektivny'e napravleniya profilaktiki prirodny'x pozharov na primere Krasnoyarskogo kraya. *Sibirskij pozharно-spasatel'ny'j vestnik*. 2017. No. 4 (7). P. 9–14.
13. Pozharkova I. N., Gaponenko M. V., Polosuxina D. A., Rubleva M. E. Monitoring vosstanovleniya lesny'x soobshestv posle vozdeystviya pozharov na territorii Yukseevskogo lesnichestva. *Sibirskij pozharно-spasatel'ny'j vestnik*. 2017. No. 1 (4). P. 17–21.
14. Zyablickij A. M., Efremov I. G., Lagunov A. N., Pozharkova I. N. Avtomatizaciya resheniya zadach monitoringa i prognozirovaniya CHS. *Sbornik statej po materialam VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Monitoring, modelirovanie i prognozirovaniye opasnyh prirodnyh yavlenij i chrezvychajnyh situacij"*. Zheleznogorsk: Sibirskaya pozharно-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2018. P. 110–113.

УДК 614

Т. Л. Ковалева-Кривоносова, канд. воен. наук, доц. кафедры, e-mail: tlposts@mail.ru,
Калининградский институт управления

Модель формирования компетенции здоровьесбережения выпускника-управленца в процессе обучения в вузе

Освещены актуальные вопросы подготовки выпускников-управленцев к овладению компетенцией здоровьесбережения в профессиональной деятельности работы при применении международного стандарта ISO 45001:2018 "Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда". Приведена доказательная база требований системы менеджмента к проявлению руководителем лидерства в минимизации факторов, приносящих вред здоровью персонала. В основу формирования компетенции здоровьесбережения положена структурно-логическая модель. Модель построена на свойстве развития целеустремленности у будущего управленца в проектировании достижения целей здоровьесбережения персонала как одной из главных ценностей обеспечения успешного функционирования своей организации.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, здоровьесбережение, компетенция, лидер, модель, обучение, профессиональная деятельность, стандарт, студент, целеустремленность

Международный стандарт "Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечение безопасности труда" ISO 45001:2018 содержит единую основу применения высшим руководством, сотрудниками и менеджерами организации, владельцами бизнеса. В создание единой основы положено понятие "здоровьесбережение" как цели профессионала системы менеджмента. Стремление всех субъектов деятельности к общей цели повышения имиджа и репутации организации обязывает контролировать все факторы, которые могут провоцировать заболевание персонала [1]. Таким образом, в рамках применения стандарта надлежащий профессиональный уровень должен включать образовательную компетенцию здоровьесбережения в профессиональной деятельности. Под данной компетенцией понимается требование стандарта к высокому уровню ответственности активного субъекта жизнедеятельности, назовем его лидером [2]. Следуя логике изложенного, формирование компетенции здоровьесбережения в профессиональной деятельности обеспечивается целеустремленностью лидера. Следует отметить, что в государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования содержание компетенции здоровьесбережения не отражено.

Решение проблемы формирования данной компетенции неразрывно связано с разработкой

модели. Этой работе предшествовал опыт исследования личностного качества "целеустремленность" студентов вуза. Накопленная база данных выявила, что примерно 90 % первокурсников имеют низкие показатели целеустремленности к профессиональной деятельности [3]. Помимо полученных результатов исследования целеустремленности, в модель интегрированы научные подходы ученых в области новейших тенденций динамического развития личности.

Выбор вида компетенции обоснован утверждением британского ученого Дж. Равена о потребности современного общества в актуальных компонентах компетенции — "тяга к нововведению и лидерству". Большое значение в его научной позиции придается компетенциям нового вида "высокого уровня" — латентным, скрытым, виртуальным независимым компонентам компетенции, которые проявляются спонтанно, преследуя значимые цели, возникающие в новых ситуациях профессиональной деятельности [4, с. 39—76, 151—153].

В качестве объекта модели принят образ лидера целеустремленного, направленного на здоровьесбережение в профессиональной деятельности, названный так, опираясь на научную школу Р. Акоффа и Ф. Эмери о целеустремленных системах [5, с. 67]. По мнению этих ученых, в системе личностных качеств человек как сложная

целестремленная система всегда достигает целей, и именно это делает функционирование системы успешным. Состояние целестремленной системы определяется не только ее прошлым, а строится и формируется в соответствии с будущим порядком — когнитивными представлениями.

Речь идет о системе функционирования представлений, включающих такой компонент, как когнитивные представления, т. е. образ личностных качеств и знаний о собственных возможностях выхода из трудной жизненной ситуации. Когнитивные представления взаимосвязаны с особенностями возрастных стадий, где каждая стадия развития определяется той кризисной ситуацией, которая должна быть разрешена для дальнейшего беспрепятственного течения процесса развития [6].

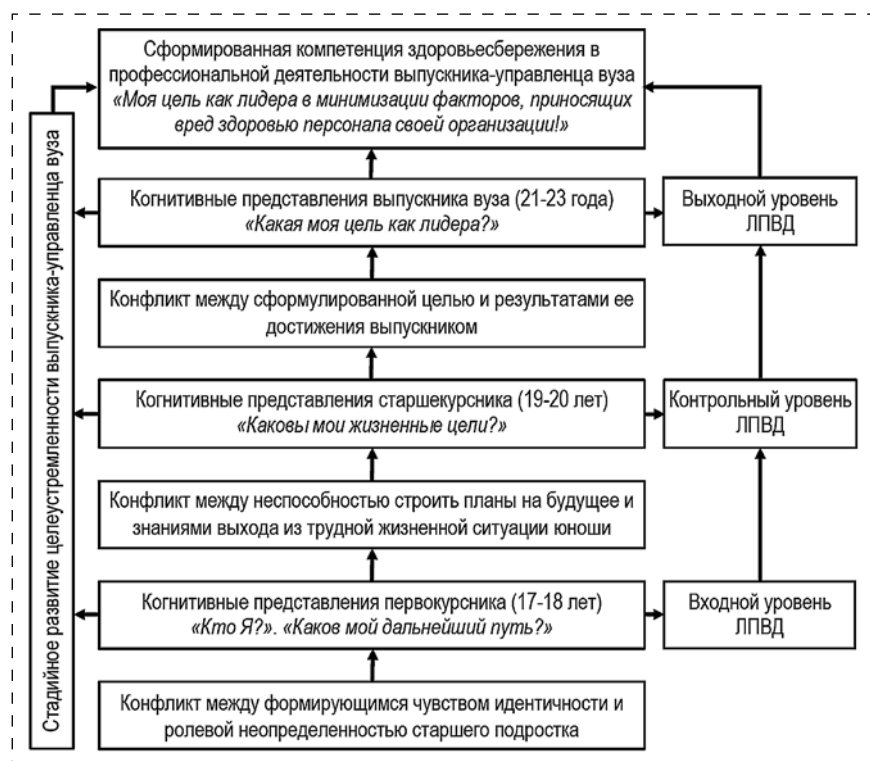
В отношении к возрастной стадии первокурсника (17—18 лет) актуален конфликт между формирующимся чувством идентичности и ролевой неопределенностью. Главная задача этого подросткового периода — поиск ответов на вопросы "Кто Я?" и "Каков мой дальнейший путь?". Если этого не происходит, то наступает размывание чувства "Я" и подросток может оказаться неспособным строить планы на будущее и выбрать приоритеты [6, с. 15—16, 139—152]. Такой молодой человек уже не сможет преодолеть кризисные этапы развития целестремленности своевременно.

Правоммерно возникает вопрос дидактики — "чему учить и как учить" целестремленности? Здесь целесообразно обратиться к синергетическому подходу, который постулирует, что развитие сложной системы "человек" происходит в направлении, определяемом ее внутренней структурой, и поэтому человеку "...нельзя навязывать пути развития. Скорее, важно понять, как способствовать собственным тенденциям развития, как выводить "системы" на эти пути. Проблема управления развития принимает, таким образом, форму самоуправяемого развития" [7]. Данная научная концепция определила основной фактор модели формирования здоровьесбережения в профессиональной деятельности как стадийное развитие целестремленности через преодоление кризисных ситуаций будущим управленцем (см. рисунок).

Динамичное свойство модели перехода с одной стадии развития целестремленности на другую обеспечено получением студентом когнитивных представлений о своих личностных качествах в профессиональной безопасности за весь период обучения. С этой целью разработана и внедрена методика практических заданий в курсе "Безопасность жизнедеятельности" по выявлению личностного качества "целестремленность" в комплексной оценке личностного потенциала взаимодействия (ЛПВД) выпускника [2]. Пред-

усматривается в процессе обучения достижение трех уровней ЛПВД с соответствующими значениями личностного качества "целестремленность". Целестремленность не оценивается одномоментно, а наблюдается как "выведение" личности на другой более высокий уровень ЛПВД. Овладевая знанием о своем ЛПВД, будущий управленец проявит стремление к идентификации — сравнительной оценке личностного потенциала окружающих (студентов, сотрудников) [4, с. 294]. На возрастной стадии 19—20 лет молодой человек подводит себя к пониманию того, что человек в силах видеть в другом лишь столько, сколько есть в нем самом. Разрешение конфликта понимания человека человеком служит стимулом к корректировке жизненных целей. Тем самым выпускник-управленец как лидер целестремленный, создавший самого себя, будет оберегать свое здоровье и своих сотрудников.

Разработанная модель формирования компетенции здоровьесбережения



Модель формирования компетенции здоровьесбережения выпускника-управленца в процессе обучения в вузе



сбережения, построенная на проявлении личностных качеств, обладающих свойством адаптироваться к новым ситуациям в профессиональной деятельности, может быть отнесена к общепрофессиональным компетенциям. Реализация такой модели в процессе обучения в вузе позволит выпускнику вуза на возрастной стадии 21–23 года без дополнительного обучения проектировать достижение целей здоровьесбережения персонала в профессиональной деятельности как одной из главных ценностей обеспечения успешного функционирования своей организации.

Список литературы

1. **ISO 45001:2018** Occupational health and safety management systems Requirement with guidance for use. ISO/TC 283 Occupational health and safety management. 2018. — 41 p.

2. **Ковалева-Кривоносова Т. Л.** Анализ подготовки управленцев, отвечающей требованиям международного стандарта ISO 45001:2018 // Безопасность жизнедеятельности. — 2020. — № 4. — С. 61–64.
3. **Ковалева-Кривоносова Т. Л., Никитина А. А.** Личностные качества управленца, влияющие на его безопасность жизнедеятельности в профессии // Гуманитарные науки. Современное состояние и перспективы развития: Сборник статей VI Международной студенческой науч.-практ. конференции. — Екатеринбург: Изд-во "ИМПРУВ", 2017. — С. 270–274.
4. **Равен Дж.** Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация / Пер. с англ. — М.: "Когито-Центр", 2002. — 396 с.
5. **Акофф Р., Эмери Ф.** О целеустремленных системах. Пер. с англ. / Под ред. И. А. Ушакова. — М.: "Сов. радио", 1979. — 272 с.
6. **Эрикссон Э.** Идентичность: юность и кризис: пер. с англ. / Под общ. ред. А. В. Толстых. — 2-е изд. — М.: Флинта: МПСИ: Прогресс, 2006. — 352 с.
7. **Князева Е. Н., Курдюмов С. П.** Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вопр. философии. — 1992. — № 12. — С. 3–20.

T. L. Kovaleva-Krivososova, Associate Professor, e-mail: tlposts@mail.ru, Kaliningrad Institute of Management

The Model for Forming the Health-Saving Competence of a Graduate-Manager in the Process of Studying at the University

The article is devoted to the topical issue of training managerial graduates in mastering the competence of health preservation in professional work activities when applying the international standard "Health protection management systems and labor safety" ISO 45001:2018. The evidence base of the requirements of the management system for the leader's manifestation of leadership in minimizing factors harmful to health is given. The basis for the formation of the competence of health preservation is the structural and logical model. The model is built on the property of developing the purposefulness of a future manager in the design of achieving the goals of personnel health preservation as one of the main values of ensuring the successful functioning of his organization.

Keywords: life safety, health saving, competence, leader, model, education, professional activity, standard, purposefulness

References

1. **ISO 45001:2018** Occupational health and safety management systems Requirement with guidance for use. ISO/TC 283 Occupational health and safety management. 2018. 41 p.
2. **Kovaleva-Krivososova T. L.** Analiz podgotovki upravlenцев, otvechayushchej trebovaniyam mezhdunarodnogo standarta ISO 45001:2018. *Bezopasnost' zhiznedeatelnosti*. 2020. No. 4. P. 61–64.
3. **Kovaleva-Krivososova T. L., Nikitina A. A.** Lichnostnye kachestva upravlenca, vliyayushchie na ego bezopasnost' zhiznedeatelnosti v professii. *Gumanitarnye nauki. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Sbornik statej VI*

- Mezhdunarodnoj studencheskoj nauch.-prakt. konferencii*. Ekaterinburg: IMPRUV, 2017. P. 270–274.
4. **Raven Dzh.** Kompetentnost' v sovremennom obshchestve: vyvaylenie, razvitiye i realizatsiya / Per. s angl. Moscow: "Kogito-Centr", 2002. 396 p.
5. **Akoff R., Emeri F.** O celeustremlennyh sistemah. Per. s angl. / Pod red. I. A. Ushakova. Moscow: "Sovetskoe radio", 1979. 272 p.
6. **Erikson E.** Identichnost': yunost' i krizis: per. s angl. / Pod obshch. red. A. V. Tolstyh. 2-e izd. Moscow: Flinta: MPSI: Progress, 2006. 352 p.
7. **Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P.** Sinergetika kak novoe mirovidenie: dialog s I. Prigozhinym. *Voprosy filosofii*. 1992. No. 12. P. 3–20.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, (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 *З. В. Наумова*

Сдано в набор 09.11.20. Подписано в печать 23.12.20. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ121. 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 "Авансд солишнз".

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

К статье М. В. Омельчука, Ю. С. Коротковой

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОН ЗАСТОЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ»

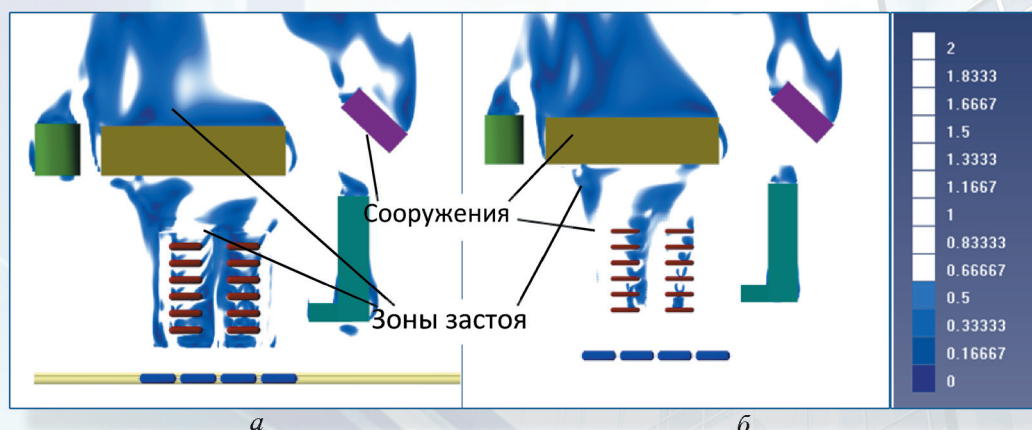


Рис. 4. Зоны застоя при южном направлении ветра скоростью 2 м/с (вид сверху):
а – на высоте 1,0 м; б – на высоте 2,5 м

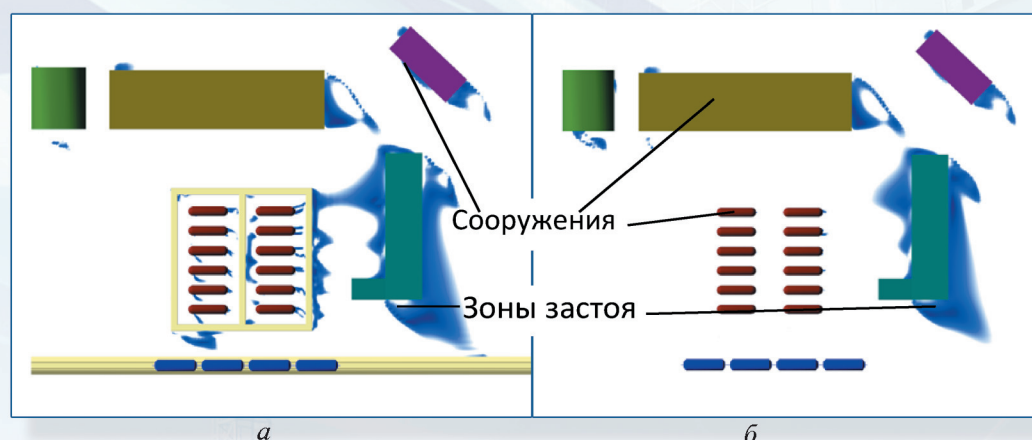


Рис. 5. Зоны застоя при северо-западном направлении ветра скоростью 2 м/с (вид сверху):
а – на высоте 0,5 м; б – на высоте 1,5 м

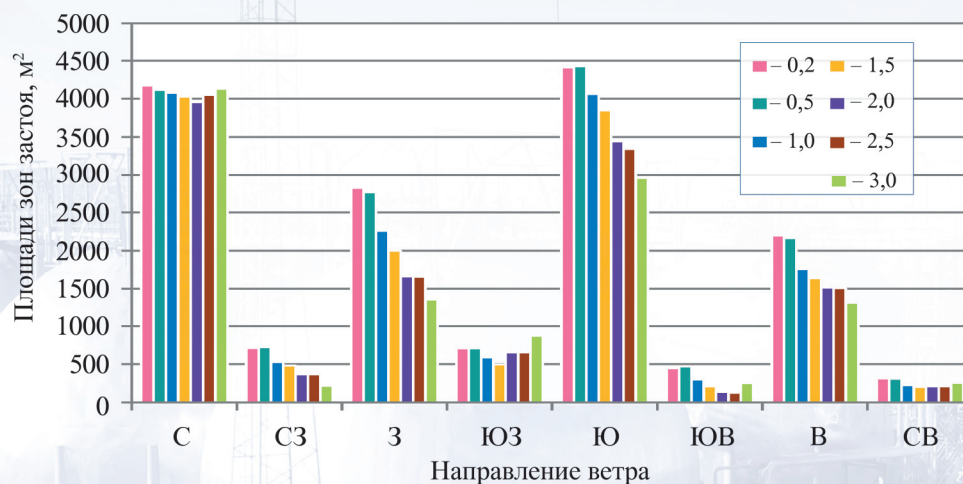


Рис. 7. Зависимость размеров вероятных зон застоя от направления ветра скоростью 2 м/с при разной высоте замеров (м)

Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» выпускает научно-технические журналы



Научно-практический и учебно-методический журнал

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В журнале освещаются достижения и перспективы в области исследований, обеспечения и совершенствования защиты человека от всех видов опасностей производственной и природной среды, их контроля, мониторинга, предотвращения, ликвидации последствий аварий и катастроф, образования в сфере безопасности жизнедеятельности.

Подписной индекс по Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79963



Ежемесячный теоретический
и прикладной научно-
технический журнал

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития основных направлений в области разработки, производства и применения информационных технологий.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 72656

Междисциплинарный
теоретический и прикладной
научно-технический журнал

НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития нано- и микросистемной техники, рассматриваются вопросы разработки и внедрения нано микросистем в различные области науки, технологии и производства.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79493



Ежемесячный теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

В журнале освещаются достижения в области мехатроники, интегрирующей механику, электронику, автоматику и информатику в целях совершенствования технологий производства и создания техники новых поколений. Рассматриваются актуальные проблемы теории и практики автоматического и автоматизированного управления техническими объектами и технологическими процессами в промышленности, энергетике и на транспорте.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79492

Теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

В журнале освещаются состояние и тенденции развития основных направлений индустрии программного обеспечения, связанных с проектированием, конструированием, архитектурой, обеспечением качества и сопровождением жизненного цикла программного обеспечения, а также рассматриваются достижения в области создания и эксплуатации прикладных программно-информационных систем во всех областях человеческой деятельности.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 22765

Адрес редакции журналов для авторов и подписчиков:
107076, Москва, Строминский пер., 4. Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".
Тел.: (499) 269-55-10, 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10. E-mail: antonov@novtex.ru