



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

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

**8(200)
2017****СОДЕРЖАНИЕ****ОХРАНА ТРУДА**

- Минько В. М., Русак О. Н.** О роли университетов и науки в обеспечении безопасности в России 3
Лепёва А. В. Снижение вредного воздействия шума на авиационный персонал 9

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

- Зуев А. В., Федотова И. В., Некрасова М. М.** Инфразвук как фактор акустического загрязнения селитебной территории 16
Маснавијева Л. Б., Негреева М. Б. Риски нарушения здоровья и особенности заболевания костно-мышечной системы у детей и подростков, проживающих в зоне влияния алюминиевого производства 22

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кунтурова Н. Б., Шленков А. В., Малыгина Е. А.** Аспекты влияния стажировки выпускников вузов силовых структур на их адаптацию к профессиональной деятельности 28
Маряшин Ю. Е., Малащук Л. С., Высоцкий А. Е. Вестибулярная подготовка как средство обеспечения безопасности работников опасных профессий 34

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Буренин В. В.** Новые конструкции фильтров, устройств и установок для очистки и обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов от пыли и вредных газовых примесей 39
Шевырев С. А., Дмитриенко М. А., Косинцев А. Г. Снижение концентраций антропогенных выбросов при сжигании углей и отходов углепереработки в составе композиционных жидких топлив 48

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Пименов А. А., Васильев А. В.** Методологические этапы создания технологий использования ресурсного потенциала отходов нефтегазовой отрасли 55

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Наумов Ю. А.** Проблемы обеспечения экологической безопасности городов Приморского края 58

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



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

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

8(200)
2017

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Minko V. M., Rusak O. N.** About the Role of Universities and Science in Providing Safety in Russia 3
Lenyova A. V. Reducing the Harmful Effects of Noise on Aviation Staff 9

POPULATION HEALTH PROTECTION

- Zuev A. V., Fedotova I. V., Nekrasova M. M.** Infrasound as Factor of Acoustic Pollution of Residential Areas 16
Masnaveia L. B., Negreeva M. B. The Risks of Damage to Health and Features of Diseases of the Musculoskeletal System of Children and Adolescents Living in the Zone of Influence of Aluminum Production 22

INDUSTRIAL SAFETY

- Kunturova N. B., Schlenkov A. V., Malygina E. A.** Aspects of the Influence of the Power Structures Universities Graduates Internship on the Adaptation to Professional Activities 28
Maryashin Y. E., Malashchuk L. S., Vysotsky A. E. Vestibular Preparation as an Instrument for Ensuring of Safety in Dangerous Professions 34

ENVIRONMENT PROTECTION

- Burenin V. V.** New Designs of Filters, Devices and Equipment for the Treatment and Disposal of Industrial Dust — Gas — Air Emissions of Dust and Harmful Gas Impurities 39
Shevyrev S. A., Dmitrienko M. A., Kosintsev A. G. Reduction of Anthropogenic Emissions by Combustion the Coal and Coal Processing Waste as a Part of Composite Liquid Fuels 48

USE AND RECYCLING OF WASTE

- Pimenov A. A., Vasilyev A. V.** Methodological Stages of Creation of Technologies of Using of Resource Potential of Waste of Oil Gas Industry 55

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Naumov Yu. A.** The Problems of Ecological Safety of Primorsky Krai Towns 58

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

УДК 658.382.3

В. М. Минько, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: mcotminko@mail.ru, Калининградский государственный технический университет,
О. Н. Русак, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Приведены изменения в организации преподавания безопасности жизнедеятельности в университетах страны. Показана необходимость возобновления управления со стороны Минобрнауки РФ по вопросу преподавания указанной дисциплины.

Рассмотрены вопросы научного обеспечения безопасности труда. Недостатки в этой области приводят к снижению качества нормативных правовых актов, принимаемых по охране труда и промышленной безопасности.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, преподавание, научное обеспечение, охрана труда, промышленная безопасность

О роли университетов и науки в обеспечении безопасности в России

Одно из смысловых значений слова "роль" — это род, характер и степень участия в чем-либо. Именно участие российских университетов, а также науки в обеспечении безопасности в стране и рассматривается в статье.

Было время, когда участие вузов в решении проблем безопасности, в том числе на производстве, было весьма весомым. Вузы разрабатывали крупнейшие проблемы. В частности, Львовский политехнический институт (Г. Г. Гогиташвили) разработал основные принципы систем управления охраной труда, которые были воплощены в важнейшем документе того времени: "Рекомендации. Управление охраной труда. Основные положения". Он был утвержден техническим комитетом Госстандарта СССР и Отделом охраны труда Всесоюзного центрального совета профессиональных союзов (ВЦСПС) в 1983 г. [1].

Многие вузы разрабатывали отраслевые системы управления охраной труда. В Ленинградской лесотехнической академии была разработана система управления безопасностью труда в лесной и целлюлозно-бумажной промышленности [2], в Калининградском техническом институте рыбной промышленности и хозяйства была разработана система управления охраной труда в рыбном хозяйстве, утвержденная Министерством рыбного хозяйства СССР в 1984 г. [3]. Был также разработан ряд типовых стандартов предприятий по управлению охраной труда для рыбных портов, баз флотов, судоремонтных заводов, рыбокомбинатов, для предприятий по рыбоводству и

рыболовству во внутренних водоемах. Оказывалась существенная помощь государству в обеспечении управления охраной труда.

Уместно отметить, что в 80-х годах прошлого столетия исследования в области охраны труда проводили свыше 70 докторов наук, профессоров, 800 кандидатов наук, доцентов, свыше 2000 преподавателей и сотрудников вузов. Работала секция "Охрана труда" Научно-технического совета Минвуза СССР, которая координировала научные исследования в этой области [4]. В 250 вузах страны имелись кафедры охраны труда. Всего же в научных исследованиях по охране труда принимали участие 324 вуза [4].

Разрабатывались весьма актуальные проблемы: создание автоматических средств защиты, шумобезопасной техники, эффективных средств тушения пожаров, научно обоснованных и доступных для практического использования методов и методик комплексной оценки безопасности оборудования и технологических процессов, совершенствования систем управления охраной труда. Разрабатывались также медико-биологические и социально-экономические проблемы охраны труда.

Наверное, не все нынешние специалисты знают, как была введена обязательная учебная дисциплина "Охрана труда". Следует вспомнить приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР от 20 сентября 1965 г. № 273 "Об улучшении подготовки молодых специалистов по охране труда", которым курс "Основы



техники безопасности и противопожарной техники" был переименован в курс "Охрана труда".

Известен также приказ того же Министерства от 7 февраля 1973 г. № 90 "О мерах по дальнейшему улучшению подготовки специалистов в высших учебных заведениях по вопросам охраны труда". Большое значение имели "Типовые методические указания по выполнению раздела "Охрана труда" в дипломных проектах (работах) для студентов инженерно-технических вузов", утвержденные 27 ноября 1970 г. Учебно-методическим управлением по высшему образованию Министерства высшего и среднего специального образования СССР. В этом документе были изложены требования к указанному разделу, нормы времени на консультирование студентов и указывалось, что без подписи преподавателя-консультанта по охране труда дипломный проект к защите не допускается.

Совершенно ясно, что безопасность, понимаемая в широком смысле как состояние защищенности не только личности, но и общества, и государства, не сводится только к безопасности на производстве, к охране труда. Именно исходя из такого понимания учеными вузов страны был обоснован и осуществлен переход на преподавание дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". Приказом Гособразования СССР от 9 июля 1990 г. № 473 указанная дисциплина была введена во все вузы страны с обязательной сдачей экзамена. В этом же приказе был установлен общий объем учебного времени (не менее 60 часов для педагогических вузов, и не менее 100 для всех других вузов).

Важно и то, что приказом предписывалось ввести в дипломные проекты (работы) выпускников вузов раздел "Безопасность и экологичность проекта", поручив консультирование по нему преподавателям соответствующих кафедр. Кроме того, четырем вузам было предписано начать подготовку кадров по безопасности жизнедеятельности. В 1991 г. Учебно-методическим управлением высшего образования Гособразования СССР была утверждена первая программа дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". Спустя 10 лет в 2000 г. Минобразованием России была утверждена примерная программа этой дисциплины, согласованная с Минтрудом России. Ее содержание было существенно расширено, учитывался накопленный опыт преподавания. Указывалось, что минимальный объем дисциплины составляет 187 часов и является обязательным для всех бакалавров и специалистов высшего профессионального образования.

Таким образом, в указанные годы все, что касалось дисциплины "Охрана труда", "Безопасность

жизнедеятельности" решалось на самом высоком уровне управления образованием в стране. Учитывалось, что эти дисциплины имеют важное значение для подготовки специалистов, которые должны обеспечить соответствующие государственные требования в процессе работы после окончания вуза. Было понимание того, что подготовка по вопросам безопасности должна быть управляемой и соответствующие управляющие решения должны приниматься на самом высоком уровне и быть обязательными.

Ведь очевидно, что пожары, взрывы, аварии, травматизм и заболеваемость работников на производстве, террористические акты и другие происшествия такого рода не могут быть минимизированы без принятия специальных общегосударственных мер. И к числу их, безусловно, относится и управление подготовкой учащихся и студентов по вопросам безопасности.

Отсутствие такого управления, передача решения вопросов обучения по безопасности на уровень вузов, как показывает практика, приводит к тому, что часы указанного обучения сокращаются, в выпускных квалификационных работах бакалавров и магистров соответствующий раздел отсутствует, в составы ГЭК не включаются специалисты по охране труда и промышленной безопасности, которые могли бы квалифицированно оценить степень соблюдения современных норм и правил охраны труда, гигиены труда, промышленной и пожарной безопасности в разработанных студентами проектных решениях. И все это при том, что предприятиям нужен выпускник вуза, который не только хорошо ориентируется в вопросах обеспечения безопасности, но и понимает свою гражданскую ответственность, придерживается нужных мировоззренческих установок, воспитан в полном понимании того, что "промышленность не требует человеческих жертв" [5].

Снижение статуса дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" отразилось уже в примерной программе этой дисциплины 2010 года. Она была утверждена 01.12.2010 г. не на уровне Минобрнауки России, а ректором МГТУ им. Н. Э. Баумана. В программе на изучение дисциплины предусмотрено шесть зачетных единиц или 216 часов, на аудиторные занятия выделено 108 часов. Предусмотрен обязательный раздел "Безопасность жизнедеятельности" в выпускных квалификационных работах. Содержание дисциплины разделено на восемь модулей с указанием обязательных дидактических минимумов по каждому модулю. Надо отдать должное разработчику этой программы В. А. Девисилу.

Программа учитывала 20-летний опыт преподавания дисциплины в различных университетах,

передовые педагогические технологии, предложения ряда специалистов. В разделе по выпускным квалификационным работам указывалось, что качество раздела по безопасности жизнедеятельности является интегральным индикатором эффективности образования по безопасности.

Важно также отметить, что в программе подчеркнута обязательность раздела по безопасности жизнедеятельности в выпускных квалификационных работах всех направлений высшего образования. Количество учебного времени на консультирование студентов по этому разделу не указано. Руководство вузов страны в подавляющем большинстве эту программу проигнорировали. Тем самым был нанесен огромный урон качеству подготовки студентов, особенно учитывая то, что бакалавры допускаются к занятию должностей непосредственных руководителей работ, которые несут прямую ответственность в случае нарушения требований безопасного ведения работ.

Известно, что до 1992 г. в стране имела разветвленная сеть научно-исследовательских институтов охраны труда ВЦСПС (в Москве — Всесоюзный центральный научно-исследовательский институт охраны труда, а также в Ленинграде, Свердловске, Иванове, Орле, Тбилиси), ряд институтов гигиены труда и профессиональных заболеваний, различные отраслевые научно-исследовательские институты по проблемам охраны и безопасности труда. В проектно-конструкторских институтах имелись специальные научные подразделения и группы по охране труда.

Для координации исследований был образован Научный совет по проблемам охраны труда, объединявший в своем составе крупнейших специалистов в этой области. Поэтому своевременно разрабатывались и обновлялись стандарты, правила, положения, инструкции, в которых закреплялись результаты научных исследований. Нельзя подготовить совершенные нормативные документы по вопросам безопасности без проведения соответствующих научных исследований, без учета и анализа причин несчастных случаев, выявления производственных операций и действий с повышенной опасностью.

Недостаточная научная проработка нормативно-технических документов в области обеспечения безопасности труда приводит к тому, что спустя короткое время после утверждения, в них приходится вносить многочисленные поправки, дополнения и изменения. Это подрывает то, что наиболее важно для охраны труда и здоровья — отношение к принятым нормативным актам в этих областях как к документам, хорошо обоснованным и обязательным. Одновременно наносится вред репутации тех органов управления,

которые такие недостаточно продуманные документы утверждают. А с другой стороны, и предприятия вынуждены постоянно вносить поправки в организацию своей работы, не обеспечивается ее стабильность, время затрачивается не на разработку конкретных мероприятий, а на то, чтобы перейти от одного непродуманного документа к другому такому же.

Сейчас в России имеется единственный Всероссийский научно-исследовательский институт труда. Из его названия исчезло то, что всегда присутствовало в обозначениях таких исследовательских структур: охрана труда. Получилось так, что в большой стране нет национального института охраны труда, хотя они имеются в целом ряде стран. Отказ от научных исследований в области безопасности, переход только на заимствование, переводы нормативных документов с английского в конечном итоге становится тормозом собственного развития. И это совершенно неприемлемо для России, давшей миру множество великих открытий, важнейших изобретений и обоснований, в том числе и в области охраны труда и здоровья.

Отдельные положения, вносимые в настоящее время в нормативные документы, не являются результатом каких-либо научных исследований. В частности, согласно новым правилам, касающимся работ на высоте [6], относящимся к строительству [7], ограждения рабочих мест предписывается строить при расположении их на высоте более 1,8 м. Однако в прежних соответствующих документах это требование действовало уже начиная с высоты 1,3 м. Кинетическая энергия тела, падающего с высоты 1,8 м, больше в 1,38 раза той же энергии при падении с высоты 1,3 м. Очевидно, во столько же раз выше и травмоопасность.

Новые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах [8] допускают ручную погрузку и разгрузку грузов на временных площадках массой до 500 кг при условии, что нагрузка на одного работника не превысит 50 кг. То есть, чтобы погрузить или разгрузить какой-либо груз массой 500 кг вручную нужно, как минимум, десять работников. Собрать такую бригаду, конечно, можно. Но как обеспечить равномерное распределение нагрузки между привлеченными работниками. Может быть обеспечить каждого работника динамометром? Разработчики правил игнорируют известное из практики положение: попытки обработать вручную грузы большой массы ведут только к несчастным случаям.

Ныне действующая "Методика проведения специальной оценки условий труда" [9] при установлении классов и подклассов условий труда по шуму, вибрации, инфразвуку не учитывает назначение помещений, вид деятельности.



Не оценивается травмоопасность рабочих мест, уровень санитарно-бытового обеспечения работников. О недостатках документа уже выступали ряд ученых [10]. Получается, что методика игнорирует то, что понимается под охраной труда, т. е. обеспечение здоровья и безопасности работников.

В новом СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" в п. 3.2.6 указано: "Для отдельных отраслей (подотраслей) экономики допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих".

Такое впечатление, что этот пункт не проходил редакторскую правку. Но главное в другом: допускается уровень шума 85 дБА. В прежних документах предельно допустимый уровень шума был установлен 80 дБА, так как при таком ограничении не наблюдается повреждение слуха. А как оценить "приемлемый риск здоровью работающих", кто на предприятиях этим будет заниматься. Да и зачем тратить время на эти оценки, так как и так ясно, что риск — неприемлемый. Шум при уровне 85 дБА по громкости существенно выше (примерно в полтора раза), чем шум при уровне 80 дБА. Сменная доза шума при уровне в 85 дБА в 3,16 раза больше, чем при 80 дБА. Известно также и такое обобщение: все, что по громкости выше обычного разговора (60 дБА) для здоровья человека вредно. А 85 дБА — это громкий крик, работа мотоцикла.

В настоящее время наблюдается сокращение числа нормативных правовых актов по охране труда, промышленной безопасности, гигиене труда. Некоторые ранее действовавшие нормативные правовые акты объединяются. В частности, введены в действие "Правила по охране труда при добыче (вылове), переработке водных биоресурсов и производстве отдельных видов продукции из водных биоресурсов и утвержденные приказом Минтруда России от 2.11.2016 г. № 604 н. Объем этого документа 3,5 п.л. По замыслу авторов, он заменяет "Правила техники безопасности на судах флота рыбной промышленности СССР" (16 п.л.), "Правила техники безопасности и производственной санитарии на рыболовных предприятиях и внутренних водоемах" (4 п.л.), "Правила техники безопасности на судах флота рыбной промышленности внутренних водоемов и прибрежного плавания" (5,5 п.л.), а также аналогичные документы, относящиеся к рыбообработывающим

предприятиям (рыбокомбинатам), судоремонтным заводам и др. Однако обеспечить полноценную замену при сокращенном объеме документа невозможно. Неизвестно, проводились ли углубленные анализы несчастных случаев в этой отрасли, без чего нельзя сформулировать обновленные правила охраны труда.

Такой же подход — объединение ряда нормативных актов в один — применен и при подготовке "Правил по охране труда в сельском хозяйстве", утв. приказом Минтруда России от 25.02.2016 г. № 76 н.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии приказом от 9.06.2016 г. № 600-ст ввело в действие с 1.03.2017 г. ГОСТ 12.0.004—2015 "ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения". В этом приказе отменяется ГОСТ 12.0.004—90, а ГОСТ 12.0.004—2015 вводится для добровольного применения в России. Нельзя не отметить, что тем самым разрушается сложившаяся многолетняя практика страны в области обучения и инструктирования работников по охране труда, согласно которой эти мероприятия всегда были обязательными.

Пересмотр любых нормативных актов в области охраны труда не может осуществляться путем какой-то спонтанной акции, за короткий срок без опоры прежде всего на подробнейшие анализы происшедших аварий и несчастных случаев — легких, тяжелых, со смертельным исходом. Должны быть выявлены наиболее часто встречающиеся нарушения, любые другие предпосылки несчастных случаев и только после подобного подготовительного этапа можно приступать к пересмотру правил охраны труда.

Возникает естественный вопрос: а кто, какая организация сейчас в России ведет детальный анализ несчастных случаев на производстве с выявлением конкретных действий, используемых технических средств, характеристик травмирующих факторов, состояния окружающей среды на момент несчастного случая. Без результатов такого анализа пересмотр любых правил по охране труда не будет обоснованным, и возможно будут включены какие-то требования, которые ничего не дают для повышения безопасности труда, снижения риска для работников.

В настоящее время ряд ведомств, которые готовят нормативные правовые акты, в том числе по охране труда, промышленной безопасности принялись сокращать их количество. Ростехнадзор объединил в один документ правила, относящиеся к грузоподъемным кранам, автовышкам, строительным подъемникам, трубоукладчикам. Аналогичный подход использован и по отношению

к оборудованию, работающему под избыточным давлением.

Из правил охраны труда, а также из правил безопасности опасных производственных объектов исключаются все требования безопасности, относящиеся к конструкции соответствующих видов оборудования. Разделение конструктивных, организационных, а еще есть и технологические требования безопасности, никак нельзя считать чем-то прогрессивным в охране труда. Создаются не только чисто практические неудобства пользователям (прежде всего специалистам по охране труда, которые должны знать все требования безопасности и сейчас вынуждены искать их в разных комплексах документов), но нарушаются и принципиально важные положения. Они состоят в том, что все направления обеспечения безопасности должны разрабатываться в необходимом единстве, исходя из известного принципа всеобщей взаимосвязи (взаимодействия, взаимозависимости).

Совершенно очевидно, что специалисты, разрабатывающие конструкцию оборудования, его узлы и детали, систему управления, должны указывать и меры безопасности, относящиеся к эксплуатации этого оборудования. При этом эксплуатационные меры безопасности неизбежно должны быть связаны с конструктивными. Если конструктивных мер недостаточно, то инструкции по эксплуатации, как правило, оказываются многословными, но безопасность не обеспечивается. Вовсе не без оснований в прежней нормативной базе существовали правила устройства и безопасной эксплуатации различных производственных объектов. В правила охраны труда включались ряд чисто конструктивных требований. Эти требования и сейчас содержатся в ряде правил, что существенно повышает их ценность и значимость для обеспечения безопасности. Достаточно рассмотреть "Межотраслевые правила по охране труда в общественном питании. ПОТ РМ-011-2000". В этом документе содержится ряд конструктивных требований к помещениям, технологическим процессам, к оборудованию, его размещению, к параметрам рабочих мест, к вентиляции, отоплению, освещению. Если все эти требования исключить из правил, то обеспечение безопасности работ будет снижено.

В Постановлениях Правительства РФ от 01 сентября 2012 г. № 875 (с изм. на 16 февраля 2017 г.) и от 17.08.2016 г. № 806 предложено применение риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора). Из текста этих постановлений следует, что цель их не в том, чтобы повысить эффективность контроля, снизить аварийность и травматизм на производстве, а в том, чтобы

оптимизировать расходы на деятельность существующих государственных надзорных органов.

Объекты защиты разделяются на шесть классов (категорий) риска: 1) чрезвычайно высокий риск; 2) высокий риск; 3) значительный риск; 4) средний риск; 5) умеренный риск; 6) низкий риск. При низком риске государственный контроль не проводится, при умеренном — контроль проводится один раз в 10 лет, при среднем — в 7 лет, при значительном — в 4 года, при высоком — в 3 года. Критерии отнесения видов деятельности и используемых при этом производственных объектов к категориям риска четко не установлены, а учитывая очевидные сложности такой дифференциации, и не могут быть установлены. К тому же уровень риска автоматически увеличивается при наличии несчастных случаев. Это приведет к появлению еще одной причины сокрытия травматизма.

Видимо, более обоснованным был бы не полный вывод каких-то видов деятельности из-под контроля или увеличение его периодичности, а сокращение объемов контроля с учетом уровня риска. При низком и умеренном риске контроль нужно осуществлять, но только по основным вопросам.

По данным Росстата за годы с 2000-го по 2015-й в РФ число несчастных случаев на производстве снизилось в 5,4 раза. Число погибших за те же годы сократилось в 3,4 раза. Однако доля погибших в общем числе пострадавших возросла в 1,92 раза, а по сравнению с 1990-м годом — в 2,3 раза. В то же время в Италии этот показатель (доля погибших) не меняется все последние годы, а в Германии, Финляндии, Швейцарии, Англии доля летального травматизма существенно снижается. То есть и по вопросу учета несчастных случаев на производстве стране нужно выработать научно обоснованные конкретные меры.

Выводы

1. Сложившийся уровень подготовки по безопасности жизнедеятельности явно недостаточный и не позволяет выпускникам бакалавриата и магистратуры выполнять свои функции при занятии должностей непосредственных руководителей работ. Требуется принятие соответствующих обязывающих решений со стороны Минобрнауки России, подобных тем, что были приняты в 1990 г.

2. Отсутствие серьезного научного обеспечения решений, принимаемых в области охраны труда и здоровья работников, приводит к тому, что эти решения оказываются недостаточно обоснованными, требуется их пересмотр, внесение различных изменений и дополнений в уже принятые нормативные правовые акты. Необходимо восстановление сети научно-исследовательских



институтов охраны труда в стране с финансированием, в частности из средств фонда социального страхования. При этом один из таких НИИ должен специализироваться на изучении проблем охраны труда работников, трудящихся в районах Сибири и Дальнего Востока и размещаться в этом регионе. Содержат же США филиал своего национального института охраны труда на Аляске (г. Анкоридж).

3. Совершенно недопустимы принимаемые в области охраны и безопасности труда стандарты "для добровольного применения". Содержание этих стандартов должно быть научно обоснованным, содействовать повышению уровня безопасности труда, а не разрушать сложившуюся в стране за многие годы практику работы в сфере охраны и безопасности труда.

Список литературы

1. **Рекомендации** "Управление охраной труда. Основные положения". Утв. Техническим управлением Госстандарта СССР и Отделом охраны труда ВЦСПС 21.03.1983 г.

2. **Русак О. Н.** Управление безопасностью труда в лесной и деревообрабатывающей промышленности. — Л.: ЛТА, 1984. — 52 с.
3. **Положение** об организации управления охраной труда в рыбном хозяйстве / А. И. Зуйков, В. М. Минько, В. Г. Поярков и др. — Л.: Транспорт, 1985. — 80 с.
4. **Колотилов Н. Н.** Итоги 10-й и перспективы 11-й пятилетки научной деятельности вузов по проблемам охраны труда // Проблемы охраны труда. Тезисы докладов IV Всесоюзной межвузовской конференции 14—16 сентября 1982 г. — Каунас: КПИ, 1982. — С. 3—6.
5. **Форд Генри.** Моя жизнь, мои достижения. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 206 с.
6. **Правила** по охране труда при работе на высоте. Утв. приказом Минтруда России от 28.03.2014 г. № 155 н.
7. **Правила** по охране труда в строительстве. Утв. приказом Минтруда России от 1.06.2015 г. № 336 н.
8. **Правила** по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов. Утв. приказом Минтруда России от 17.09.2014 г. № 642н.
9. **Методика** проведения специальной оценки условий труда. Утв. приказом Минтруда России от 24.01.2014 г. № 33н.
10. **Специальная оценка** условий труда: критический анализ / К. Р. Малаян, В. В. Молохов, В. М. Минько, О. Н. Русак, С. А. Фаустов, В. В. Цаплин, А. Д. Цветкова // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 12. — С. 3—16.

V. M. Minko, Professor, Head of Chair, e-mail: mcotminko@mail.ru, Kaliningrad State Technical University (KSTU), **O. N. Rusak**, Professor, Head of Chair, Saint-Petersburg State Forest Technical University

About the Role of Universities and Science in Providing Safety in Russia

Changes in the organization of teaching safety of life in the universities of the country are presented. The necessity of renewal of management by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on the issue of teaching this discipline is shown.

The issues of scientific provision of labor safety are considered. Deficiencies in this area lead to a decrease in the quality of regulatory legal acts adopted on labor protection and industrial safety.

Keywords: life safety, teaching, scientific provision, labor protection, industrial safety

References

1. **Recommendations** "The Management of occupational Safety and Health. The main provisions". Approved Technical control of Gosstandart of the USSR and the Division of occupational Safety and Health in 21.03.1983.
2. **Rusak O. N.** Management of labor safety in the timber and woodworking industry. Leningrad: ЛТА, 1984. 52 p.
3. **Regulation** on the organization of management of occupational Safety and Health in fisheries / A. I. Zuykov, V. M. Minko, V. G. Poyarkov et al. Leningrad: Transport, 1985. 80 p.
4. **Kolotilov N. N.** Results of the 10th and prospects of the 11th Five-Year Plan of Scientific Activity of Higher Education Institutions on Occupational Safety Issues. *Problems of occupational Safety and Health. Abstracts of the IV All-Union Inter-University Conference.* September 14—16, 1982. Kaunas: KPI, 1982. P. 3—6.
5. **Ford Henry.** My life, my achievements. Moscow: Finance and Statistics, 1989. 206 p.
6. **Rules** for labor protection when working at height. Approved of Order of the Ministry of Labor of Russia of 28.03.2014, No. 155n.
7. **Rules** for labor protection in constructing. Approved of Order of the Ministry of Labor of Russia of 1.06.2015, No. 336 n.
8. **Rules** for labor protection during loading and unloading operations and the placement of loads. Approved of Order of the Ministry of Labor of Russia of September 17, 2014, No. 642n.
9. **Methodology** for carrying out a special assessment of working conditions. Approved of Order of the Ministry of Labor of Russia on January 24, 2014, No. 33n.
10. **Special assessment** of working conditions: critical analysis / K. R. Malayan, V. V. Molokhov, V. M. Minko, O. N. Rusak, S. A. Faustov, V. V. Tsaplin, A. D. Tsvetkova. *Life safety.* 2014. No. 12. P. 3—16.

А. В. Ленёва, магистрант, e-mail: leneva.alena@yandex.ru,
 Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Снижение вредного воздействия шума на авиационный персонал

В статье рассмотрены вопросы защиты от шума летного состава и наземного персонала авиапредприятий. Показано негативное воздействие авиационного шума на работу и здоровье сотрудников. Рассмотрены методы, в том числе организационные, рекомендуемые для снижения шума самолетов и защиты авиаперсонала от шума. Приведены результаты измерений шума в кабине самолета и в рабочих помещениях наземного комплекса по подготовке летного состава. Проведен расчет звукопоглощающей облицовки рабочего помещения наземного комплекса, позволяющей снизить уровни звукового давления до нормативных значений. На основе карты ретроспективного воздействия шума на пилота показано, что снижение уровня шума до нормативных значений на рабочих местах летного состава не должно отменять меры по социальному обеспечению и поддержке авиаперсонала, так как развитие профессиональных заболеваний, связанных с повышенным уровнем шума в кабине, вызывается в том числе длительным (15...20 лет) периодом работы на моделях самолетов, активно эксплуатировавшихся в 80-е и 90-е годы прошлого века.

Ключевые слова: акустика самолета, авиационный шум, снижение авиационного шума, защита от шума, шумовая болезнь

1. Авиационный персонал

Авиационный персонал — это совокупность всех работников авиапредприятия. В эту категорию включается летный состав и все сотрудники, работающие в аэропорту и на аэродроме. При большой интенсивности полетов, постоянному воздействию авиационного шума подвергаются не только летчики, но и наземные специалисты, работающие, например, в центре подготовки летного состава. Механизмы воздействия авиационного шума на работников авиапредприятия показаны на рис. 1.

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено [1], что под влиянием шума производительность труда снижается приблизительно на 10 %. Шум уменьшает зрительную реакцию, что вместе с утомляемостью резко увеличивает вероятность ошибок при



Рис. 1. Механизмы воздействия авиационного шума на работников

работе. Проведенные оценки показывают, что при обеспечении мероприятий по борьбе с шумом, можно ожидать повышения производительности труда на 9 %, уменьшения количества ошибок в работе на 29 %.

2. Авиационный шум

Авиационные шумы относятся к категории аэродинамических. Источниками шума, создаваемого современными самолетами, летающими со скоростями ниже скорости звука, являются авиадвигатели, вспомогательные силовые установки (ВСУ) и обтекаемый потоком воздуха планер (в первую очередь — элементы механизации крыла). Во время рулежки на земле, при работе двигателей самолета в режиме "малого газа", основным источником шума является ВСУ. При взлете, наборе высоты и полете на крейсерских высотах преобладают шумы маршевых двигателей. Самолет при полете на крейсерских высотах создает самый высокий уровень шума по сравнению с остальными этапами. При заходе на посадку основной вклад принадлежит шуму, связанному с обтеканием планера воздухом [2].

В двигателе различаются внутренние и внешние источники шума. Для дозвуковых пассажирских самолетов характерны двухконтурные турбореактивные и турбовинтовые двигатели. В них внутренними источниками являются вентилятор, компрессоры, камера сгорания, турбина и выходной канал, а внешними — реактивная струя и винт турбовинтового двигателя.

Спектр шума вентилятора (компрессора) складывается из широкополосного и тонального (дискретного) шумов. Тональные компоненты возникают как следствие взаимодействия вращающегося рабочего колеса с потоком, обладающим крупномасштабной турбулентностью и пульсациями во входном канале. Дискретные составляющие кратны основной частоте прохождения лопаток рабочего колеса. Широкополосная составляющая шума двигателя возникает из-за вихрей, образующихся при обтекании лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов.

Шум обтекания элементов планера определяется пульсациями давления турбулентных потоков в щелевых объемах, образуемых предкрылками и закрылками при взлетно-посадочных режимах полета, в пограничных слоях на поверхностях обшивки и в следах за элементами планера самолета. Шум наибольшей интенсивности образуется при обтекании шасси, закрылков задней кромки и прорезей передней кромки крыла. При выпущенной механизации крыла, из-за вихревых течений в щелевой области, создается очень интенсивный аэродинамический шум, который причиняет



Рис. 2. Зоны возникновения шумов обтекания планера самолета:

1 — обтекание предкрылков и отрыв потока от поверхности; 2 — пограничный слой на поверхности фюзеляжа; 3 — турбулентные следы и вихревые образования за задней кромкой крыла, закрылками, фюзеляжем и хвостовым оперением; 4 — обтекание шасси

наибольшее беспокойство людям, находящимся вблизи аэродрома. Области образования акустического следа самолета показаны на рис. 2.

Шум на местности, создаваемый воздушными судами, характеризуется непостоянством, повторяемостью, особым спектром звуковых колебаний, наличием в спектре характерных дискретных составляющих. Из числа общих акустических характеристик шума для ориентировочной оценки авиационного шума приемлемы как уровень шума по шкале А (L_A), так и уровень шума по шкале D (L_D).

3. Методы снижения авиационного шума и защиты от него

Для уменьшения вредного воздействия шума на авиаперсонал применяются как способы снижения шума в источнике его возникновения, так и методы защиты работников от шума.

Снизить акустические характеристики самолета позволяют:

- конструктивное исполнение планера и двигателя;
- процедуры уменьшения шума при снижении и наборе высоты;
- рациональная организация наземной эксплуатации самолетов.

Защита от вредного воздействия шума проводится с помощью:

- индивидуальных средств шумозащиты летного состава;
- активных систем шумоподавления в кабине и салоне самолета;
- защитных ограждений приаэродромной территории;
- звукопоглощающей облицовки помещений в приаэродромных зданиях и сооружениях.

В конфигурацию планера могут вноситься специальные конструктивные изменения с целью уменьшения аэродинамических шумов. Например в Патенте [3] предлагается носовую часть фюзеляжа выполнять в виде оболочки, наружная поверхность которой плавно сопряжена с контурами носовой части фюзеляжа в боковой и плановой проекциях. Ординаты и аппликаты точек контуров рассчитаны по соотношениям с учетом максимального отклонения контура от базовой плоскости самолета. Наружная поверхность лобового остекления выполнена в виде поверхности одинарной кривизны, образованной прямолинейными отрезками и двумя дугами, совмещенными с наружной поверхностью обшивки носовой части фюзеляжа. Это позволяет снизить шум в кабине пилотов.

Для снижения шума струи реактивного двигателя используются способы воздействия на турбулентность струи с целью уменьшения ее уровня и способы создания условий для наименьшего излучения шума уже образовавшейся турбулентностью струи [4]. К первому способу воздействия относятся применение многотрубчатого насадка, сетчатого экрана, вдува дополнительного воздуха в зону смешения струи. Снижение шума струи при использовании этих методов осуществляется вследствие уменьшения средней скорости и интенсификации процесса смешения. Ко второму способу воздействия относят применение звукопоглощающей облицовки эжектора, устройства, изменяющего фазу и амплитуду звуковых волн, отраженных на турбулентный источник струи.

Процедура уменьшения шума самолета на этапе захода на посадку заключается в выборе специального режима снижения, уменьшающего акустический след воздушного судна. Для этого разрабатывается специальный график скоростей и высот полета. Важную роль играет и форма посадочной глиссады. Исследованиями, представленными в работе [5], установлено, что заход на посадку по двухлучевой (6° и 3°) глиссаде приводит к сокращению звукового следа на 15,8 % для среднемагистральных самолетов и на 18,2 % для дальнемагистральных.

Для снижения шума вблизи аэродрома при наборе высоты предусматривается уменьшение тяги двигателей на предписанной минимальной высоте над уровнем аэродрома или выше и задержка уборки закрылков и предкрылков до достижения предписанной максимальной высоты над уровнем аэродрома.

Рациональная организация наземной и летной эксплуатации воздушных судов предусматривает:

— организацию специальной службы для непрерывного контроля соблюдения установленных

ограничений по шуму при летной эксплуатации воздушных судов и при их наземном обслуживании;

— рациональное размещение мест опробования двигателей воздушных судов, запрещение гонок двигателей в ночное время, а также правильную ориентацию самолетов на площадках для наземных гонок (с учетом фактических диаграмм направленности шума);

— уменьшение количества режимов и времени опробования двигателей;

— специальное оборудование мест опробования двигателей;

— буксировку воздушных судов перед взлетом и после посадки.

Для защиты пилотов от шума используются индивидуальные средства защиты:

— вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход;

— наушники, закрывающие ушную раковину;

— шлемы, закрывающие ушную раковину и часть головы.

Вкладыши вставляются в наружный слуховой проход и держатся там без дополнительных креплений. Разнообразии форм и размеров наружных слуховых проходов создает трудности в подборе твердых вкладышей, в связи с чем они выпускаются пяти типоразмеров для индивидуальной подгонки.

Шумозащитные наушники производятся одного размера. В зависимости от конструктивных особенностей и материала, из которых изготавливаются уплотнители, наушники делят на три типа: 1) надувного типа; 2) вокругушного типа; 3) типа акустических фильтров. Последние позволяют самому пилоту выбирать диапазон частот, на которых производится подавление шума.

Шлемы производят нескольких размеров. Подгонка осуществляется с учетом оптимального прижима встроенных наушников к околоушной поверхности и шлема в целом к различным частям головы. Акустическая значимость шлемов возрастает при высокоинтенсивных шумах, когда возможности защиты от воздушного шума исчерпаны и звуковые колебания достигают органов слуха по костям черепа.

Для снижения шума в кабине пилотов в последнее время используются активные системы шумоподавления. Системы представляют собой ряд динамических излучателей звука, встраиваемых в конструктивные узлы самолета [6]. Динамики генерируют встречные звуковые волны (антизвук), подавляющие шум. Микрофоны, рассредоточенные по всему фюзеляжу, непрерывно регистрируют показатели шума, а микропроцессорные исполнительные устройства модулируют



характеристики антизвука с целью подавления низкочастотных шумов.

Патент [7] предлагает систему активного контроля окружающего шума в кабине самолета, облицованной шумозащитными панелями. Каждая облицовочная панель является либо активной, либо пассивной. Активная панель оборудована динамиками, питаемыми компьютерной системой активного контроля шума. Облицовочная панель одного типа является механически взаимозаменяемой с панелью другого типа. В результате замены части панелей активными излучателями снижается шум внутри кабины самолета. Воздушное судно Bombardier DHC-8 серии Q с 1996 г. оснащается системой активного шумоподавления ANVS (Active Noise and Vibration Suppression System), поэтому носит обозначение Q — от англ. Quiet ("тихий").

Для снижения уровня шума в зданиях, находящихся в зоне воздействия авиационного шума, применяют пористые шумопоглощающие облицовки. Защита от шума на приаэродромной территории может осуществляться с помощью экранов и другого рода препятствий, как искусственного, так и естественного происхождения — выемок, насыпей, тоннелей. Также достаточно эффективно снижают шум зеленые насаждения. Для шумозащитных целей применяют как специальные чередующиеся "зеленые стены", эффективность которых, в основном, зависит от способностей отражения звука, так и крупные массивы зеленых насаждений, эффективность которых определяется рассеиванием и поглощением звука. Эффект снижения шума за полосами зеленых насаждений прежде всего зависит от спектрального состава шума, возраста, плотности и дендрологического состава деревьев и кустарников. В работе [8] показано, что в зависимости от способа посадки, с помощью зеленых насаждений можно снизить уровень шума на приаэродромной территории на 5...8 дБА.

Таким образом, для защиты персонала от авиационного шума применяется весь арсенал известных средств и методов. Применение находят даже самые обычные глушители шума, устанавливаемые в каналы, внутри которых протекает обычный воздушный поток. Патент [9] предлагает глушитель для снижения шума, проникающего в кабину самолета снаружи, через отверстия вентиляционной системы. Корпус глушителя имеет форму плоского продолговатого параллелепипеда, стенки которого выполнены из стеклопластика. Лицевая стенка является одновременно составной частью облицовки кабины и представляет собой сотовую панель. Это изобретение направлено на снижение широкополосного аэродинамического шума вентиляционных систем.

4. Исследование шума на рабочих местах авиаперсонала

При исследовании авиационного шума автором было проведено измерение уровней звукового давления на рабочих местах работников авиапредприятия. Измерения проводились с помощью анализатора шума и вибрации "Ассистент TOTAL" производства приборостроительной компании "НТМ-Защита". Общий вид прибора представлен на рис. 3.

Этот прибор применяется для измерения всех параметров шума, инфразвука и воздушного ультразвука в жилых, производственных, административных зданиях, на открытой территории. Шумомер-виброметр "Ассистент TOTAL" является профессиональным прибором, соответствует 1-му классу точности по всем требованиям последних нормативных документов в области измерения и анализа параметров шума и вибрации.

В результате исследования были составлены шумовые карты рабочего места командира воздушного судна и инструктора по наземной тренажерной подготовке летного состава. В табл. 1 приведены результаты измерения шума в кабине летного экипажа воздушного судна Боинг-737. Как видно из данных таблицы, шум в кабине летного экипажа воздушного судна Боинг-737 не превышает норму.

Результаты измерения шума в помещении тренажерного комплекса центра подготовки летного состава, находящегося на приаэродромной территории, приведены в табл. 2. Как видно из данных таблицы, шум на рабочем месте инструктора по тренажерной подготовке летного состава превышает норму. Ниже приведены меры по акустической обработке рабочего помещения с целью снижения уровня шума.



Рис. 3. Шумомер-виброметр "Ассистент TOTAL" ("НТМ-Защита")

Таблица 1

Уровни шума на рабочем месте командира воздушного судна

Показатели	Шум, источник: фоновый авиационный
Продолжительность воздействия	50 % рабочего времени
Временная характеристика	Непостоянный — колеблющийся во времени
Максимальный уровень шума, дБА	79
Фактическое значение уровня шума, дБА	75
Эквивалентный уровень шума, дБА, с учетом времени воздействия	72
ПДУ, дБА	80

Таблица 2

Уровни шума на рабочем месте инструктора по наземной тренажерной подготовке летного состава

Показатели	Шум, источник: фоновый авиационный
Продолжительность воздействия	100 % рабочего времени
Временная характеристика	Непостоянный — колеблющийся во времени
Максимальный уровень шума, дБА	85
Фактическое значение уровня шума, дБА	83
Эквивалентный уровень шума, дБА, с учетом времени воздействия	83
ПДУ, дБА	80

5. Снижение уровня шума в помещении тренажерного комплекса

Исходные данные помещения наземного комплекса для тренажерной подготовки летного состава: габариты помещения — длина 42 м; ширина 10 м; высота 3,5 м; площадь ограждающих поверхностей стен 294 м², потолка 320 м², пола 320 м²; общая площадь поверхностей 934 м².

С помощью шумомера-виброметра "Ассистент TOTAL" было проведено измерение октавных уровней звукового давления на рабочем месте инструктора L . В табл. 3 приведены результаты измерения величины L , нормы уровней звукового давления по ПС-75 (СН 2.2.4/2.1.8.562-96) $L_{доп}$ и требуемое снижение уровня звукового давления $\Delta L_{тр}$.

При $\Delta L_{тр} < 5...8$ дБ в средне- и высокочастотной части нормируемого диапазона частот можно использовать только средства звукопоглощения. Поэтому в соответствии с рекомендациями [10] была рассчитана и спроектирована звукопоглощающая облицовка помещения общей площадью 375 м² в виде акустических плит из материала "Акмигран". Параметры звукопоглощающей облицовки (коэффициент звукопоглощения $\alpha_{обл}$, площадь звукопоглощения $\Delta A_{обл}$) и эффективность ее $\Delta L_{обл}$ в октавных полосах частот представлены в табл. 4. Таким образом, предложенная облицовка обеспечивает уменьшение уровня звукового давления до уровня ниже нормативных значений, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Измерение и нормирование уровня звукового давления на рабочем месте инструктора

Показатели	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L , дБ	80	83	84	80	78	73	70	68
$L_{доп}$, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69
$\Delta L_{тр}$, дБ	—	—	2	2	3	—	—	—

Таблица 4

Параметры и эффективность звукопоглощающей облицовки

Показатели	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\alpha_{обл}$	0,02	0,11	0,3	0,85	0,9	0,78	0,72	0,59
$\Delta A_{обл}$, м	7,5	41,25	112,5	318,75	337,5	292,5	270	221,25
$\Delta L_{обл}$, дБ	0,9	1,7	2,2	3,3	3,5	3,1	3,0	2,7



Ретроспективная карта шумового воздействия на летчика

Трудовой период	Модель самолета	Уровень звука в кабине, дБА	Эффективность индивидуальных средств защиты от шума, дБА	Уровень звука с учетом прослушивания радиоэфира, дБА	Превышение нормы (80 дБА), дБА
1981 г. август — 1986 г. декабрь	АН-2	102	10	94	14
1987 г. январь — 1995 г. декабрь	АН-12	90	6	86	6
1996 г. январь — 1999 г. декабрь	ЯК-42	83	4	81	1
2000 г. январь — 2006 г. февраль	АН-124	90	6	86	6
2006 г. март по н.в.	Боинг 747	79	2	79	—

6. Социальный аспект воздействия авиационного шума

В заключение необходимо отметить, что проведение мероприятий по снижению воздействия шума на авиационный персонал не должно отменять меры по социальному обеспечению и поддержке сотрудников авиакомпаний, в первую очередь — летного состава. Согласно данным Центральной врачебно-летной экспертной комиссии (ЦВЛЭК), среди всех медицинских причин признания сотрудников гражданской авиации негодными к летной работе, заболевания органов слуха составляют 13 %. Это объясняется длительным воздействием авиационного шума в течение значительной части трудового периода.

Чаще всего патология развивается при стаже работы в условиях повышенного шума продолжительностью свыше 15...20 лет (в более ранние сроки заболевание может возникнуть при повышенной чувствительности слухового анализатора к шумовому фактору). Процесс потери слуха носит длительный, постепенно прогрессирующий характер. При этом у обследуемых долгое время отсутствуют жалобы, несмотря на то что по объективным данным у них уже имеются начальные признаки изменения здоровья.

Например, ЦВЛЭК был поставлен диагноз "хроническая двусторонняя нейросенсорная тугоухость" пилоту, стаж работы которого составлял 35 лет. Шумовая болезнь возникла, несмотря на то что с 2006 г. летчик работает на воздушном судне Боинг-747, шум в кабине которого не превышает установленные нормы.

Выявить фактор развития шумовой болезни позволяет ретроспективная карта шумового воздействия. Такая карта для рассмотренного случая приведена в табл. 5.

Из составленной карты видно, что до того как начать работу на самолете Боинг 747, летчик длительное время работал на моделях самолетов, в кабинах которых наблюдалось превышение норм шума. Это превышение доходило до 14 дБА. Таким образом, факторы развития шумовой болезни не были связаны с авиапредприятием,

используя новые модели самолетов, на котором в настоящее время работал сотрудник. Поэтому можно рекомендовать осуществлять государственные меры социального обеспечения и производить компенсационные выплаты летному составу при выявлении у него профессиональных заболеваний, связанных с длительным периодом работы на моделях самолетов, находившихся в активной эксплуатации в 80-е и 90-е годы прошлого века.

Список литературы

1. Солдатов С. К., Зинкин В. Н., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А. Человек и авиационный шум // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № S9 Приложение. С. 1—24.
2. Крюкова Ю. В. Обзор зарубежных исследований по снижению уровней авиационных шумов // Научный вестник ГосНИИ ГА. — 2014. — № 4 (315). — С. 133—141.
3. Носовая часть фюзеляжа. Патент РФ № 2403174 / В. В. Субботин, К. А. Кузнецов, Е. В. Гусев, Д. Е. Леготин, Б. В. Ященко, С. О. Лешковцев. Заявл. 27.08.2008; опубл. 10.11.2010.
4. Виноградов В.Ю. Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД // Авиационная промышленность. — 2013. — № 3. — С. 18—20.
5. Замтфорт Б. С., Медведев Ю.В. Оптимизация методов пилотирования самолета во взлетно-посадочном цикле для уменьшения площади его звукового следа // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С. П. Королева (национального исследовательского университета). — 2012. — № 3-1 (34). — С. 39—43.
6. Алехин М. Д., Клабуков И. Д., Мусиенко С. В. Интеллектуальные авиаконструкционные материалы и микросистемная техника: Сборник. — М.: Московский физико-технический институт (государственный университет), 2012. — 42 с.
7. Самолет с улучшенным акустическим комфортом. Патент РФ № 2469909 / Петижан Бенуа. Заявл. 09.07.2008; опубл. 20.12.2012.
8. Сухорукова И. А. Снижение авиационного шума на приаэродромных территориях // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — 2014. — № 1 (5). — С. 233—236.
9. Глушитель шума для вентиляционной системы кабины самолета. Патент РФ № 2186712 / В. П. Гашенко, В. Г. Севрюкова, А. Л. Шулькин. Заявл. 27.09.1999; опубл. 10.08.2002.
10. Посobie по проектированию аэропортов ГА: Часть IX. Защита от авиационного шума и акустическое благоустройство зданий аэропортов гражданской авиации. — М.: Аэропроект, 1988. — 92 с.

A. V. Lenyova, Undergraduate, e-mail: leneva.alena@yandex.ru,
Moscow Bauman State Technical University

Reducing the Harmful Effects of Noise on Aviation Staff

The article deals with the protection from the noise of flight crews and ground airline staff. Displaying the negative impact of aircraft noise on the performance and health of employees. The methods, including organizational, recommended to reduce the noise of airplanes and airline personnel protection from noise. The results of measurements of noise in the cockpit and in the working premises of the complex ground for the preparation of flight personnel. Conducted measurements sound absorbing lining his workplace ground complex that reduces them sound pressure levels up to standard values. On the basis of cards of the retrospective effects of noise on pilot shows that the noise reduction level to the normative values in the workplace flight crews should not override social security measures and support airline personnel as well as the development of occupational diseases related to high noise levels caused in the cockpit, in the including long-term (15 — 20 years) period of work on the aircraft models that were in active operation in the 80-s and 90-s years of the last century.

Keywords: aircraft acoustics, aircraft noise, aircraft noise reduction, protection from the noise, the noise disease

References

1. Soldatov S. K., Zinkin V. N., Bogomolov A. V., Kuku-shkin Yu. A. Chelovek i aviacionnyj shum. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti (Life Safety)*. 2012. No. S9. P. 1—24.
2. Kryukova Yu. V. Obzor zarubezhnyh issledovanij po snizheniyu urovnej aviacionnyh шумов. *Nauchnyj vestnik Gos-NII GA*. 2014. No. 4 (315). P. 133—141.
3. Nosovaya chast' fyuzelyazha. Patent RF № 2403174 / V. V. Subbotin, K. A. Kuznecov, E. V. Gusev, D. E. Legotin, B. V. Yashchenko, S. O. Leshkovcev. Zayavl. 27.08.2008; opubl. 10.11.2010.
4. Vinogradov V. Yu. Prakticheskij podhod k voprosam razrabotki sistem glusheniya shuma aviacionnyh GTD. *Aviacionnaya promyshlennost'*. 2013. No. 3. P. 18—20.
5. Zamfort B. S., Medvedev Yu. V. Optimizaciya metodov pilotirovaniya samolyota vo vzlyotno-posadochnom cikle dlya umen'sheniya ploshchadi ego zvukovogo sleda. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aehrokosmicheskogo universiteta im. akademika S. P. Korolyova (nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta)*. 2012. No. 3-1 (34). P. 39—43.
6. Alyohin M. D., Klabukov I. D., Musienko S. V. Intellektual'nye aviakonstrukcionnye materialy i mikrosistemnaya tekhnika: Sbornik. Moscow: Moskovskij fiziko-tekhnicheskij institut (gosudarstvennyj universitet), 2012. 42 p.
7. Samolyot s uluchshennym akusticheskim komfortom. Patent RF № 2469909 / Petizhan Benua. Zayavl. 09.07.2008; opubl. 20.12.2012.
8. Suhorukova I. A. Snizhenie aviacionnogo shuma na pri-aehrodromnyh territoriyah. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoj oborony i likvidacii posledstvij chrezvyčajnyh situacij*. 2014. No. 1 (5). P. 233—236.
9. Glushitel' shuma dlya ventilyacionnoj sistemy kabiny samolyota. Patent RF № 2186712 / V. P. Gashchenko, V. G. Sevryukova, A. L. Shul'kin. Zayavl. 27.09.1999; opubl. 10.08.2002.
10. Posobie po proektirovaniyu aehroportov GA: Part IX. Zashchita ot aviacionnogo shuma i akusticheskoe blagoustrojstvo zdanij aehroportov grazhdanskoj aviicii. Moscow: Aehroproekt. 1988. 92 p.

Информация

Начинается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на первое полугодие 2018 г.

Оформить подписку можно через подписные агентства
или непосредственно в редакции журнала

Подписные индексы по каталогам:

Роспечать — 79963; Пресса России — 94032

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

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

УДК 613:502/504

А. В. Зуев, науч. сотр., e-mail: zuyev2006@mail.ru, **И. В. Федотова**, д-р мед. наук, зав. отделом, **М. М. Некрасова**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии Роспотребнадзора

Инфразвук как фактор акустического загрязнения селитебной территории

В статье обсуждаются вопросы возрастающего влияния шума как фактора риска для здоровья населения городов. Рассмотрены особенности инфразвуковых колебаний как составной части транспортного шума. Освещены современные данные исследований негативного влияния шума и инфразвука на человека. Приведены некоторые актуальные вопросы гигиенического нормирования инфразвука. Анализируются результаты исследований спектрального состава низкочастотного шума и уровней инфразвука от транспортных потоков на территории жилой застройки города.

Ключевые слова: городская среда, транспорт, шум, акустический дискомфорт, инфразвук, здоровье населения

Введение

В современных крупных городах одним из распространенных антропогенных факторов окружающей среды, постоянно действующим и неблагоприятно сказывающимся на жизнедеятельности человека, является шум [1, 2]. Наиболее интенсивным источником акустического загрязнения городской среды является автотранспорт. По данным исследователей, шум от транспортных магистралей в крупных городах на 10...20 дБА превышает допустимые нормы и имеет тенденцию к постоянному росту [3—5]. В Европейском союзе 40 % городского населения подвергается влиянию повышенных уровней шума от дорожного движения. В России в условиях акустического дискомфорта проживают около 40 млн человек и ежегодно эта цифра увеличивается [6, 7].

К настоящему времени отечественными и зарубежными учеными накоплен достаточно большой объем сведений о неблагоприятном влиянии шума на человека [8—10]. Основными последствиями звукового воздействия на здоровье населения в условиях города признают сердечно-сосудистые заболевания, расстройства сна, эмоциональную нестабильность, психические нарушения и этот список постоянно расширяется [11—14]. При этом степень "шумовой" патологии во многом зависит от функционального состояния центральной нервной системы, индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю, интенсивности, длительности воздействия и спектрального состава звука [15].

Как известно, под шумом понимают беспорядочное сочетание разных по силе и частоте звуков и в зависимости от частоты их условно подразделяют на звуковые, инфра- и ультразвуковые. Разделение звуковых колебаний на указанные диапазоны связано с физиологической особенностью слухового анализатора человека, который не способен воспринимать звуки с частотой до 20 Гц и более 20 кГц. Шум от городского транспорта содержит широкий спектр акустических колебаний, в котором преобладают низкочастотный звуковой и инфразвуковой диапазоны [16, 17].

Инфразвук (ИЗ) — звуковые колебания и волны с частотами, лежащими ниже полосы слышимых (акустических) частот 20 Гц и воспринимаемые человеком как слуховые и тактильные ощущения [18]. Важной характеристикой таких звуковых волн является способность огибать преграды и распространяться без особой потери энергии на значительные расстояния. Считают, что благодаря этим свойствам низкочастотный шум является основным источником акустического дискомфорта на территории жилой застройки [19].

Биологическое действие инфразвуковых колебаний имеет сходство с действием низкочастотного шума на организм и способно оказывать вредное влияние на орган слуха и другие органы и системы человека. При этом, в отличие от шума слышимого спектра ИЗ действует не только через слуховой анализатор, но и через механорецепторы кожи.

Исследования по оценке действия инфразвука свидетельствуют о разнообразных изменениях, возникающих в организме человека, в том числе

в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, вестибулярном аппарате, слуховом анализаторе и внутренних органах [20, 21]. Неблагоприятные последствия от воздействия ИФ во многом зависят от его интенсивности. Результатом так называемого информационного воздействия низкочастотных акустических колебаний, не превышающих 90...100 дБ, являются вегетативные реакции организма (повышение частоты сердечных сокращений, артериального давления и т. п.). Под энергетическим эффектом понимают прямое действие высоких уровней ИЗ (свыше 100 дБ) на органы и ткани. В последнее время, кроме известной резонансной теории воздействия инфразвука, основанной на совпадении частот ИЗ с собственной частотой колебаний некоторых органов человека, распространение получила денатурационная теория раздражения, в соответствии с которой инфразвук действует на клеточном уровне и вызывает денатурацию белков [22].

В условиях городской среды практически отсутствуют ситуации, когда на человека избирательно действует только инфразвук. Как правило, реальная шумовая обстановка характеризуется наличием широкополосных звуковых колебаний с инфразвуковой составляющей, которые действуют на человека в различных комбинациях [23]. В литературе имеются сведения о суммировании неблагоприятных эффектов при сочетанном влиянии шума и ИЗ. При этом если в спектре шума доминирует инфразвуковой диапазон, то негативное действие акустических колебаний в основном проявляется экстракохлеарными (внеслуховыми) эффектами [23, 25].

В связи тем что инфразвуковые колебания способны отрицательно влиять на здоровье и благополучие человека, предельно допустимые уровни инфразвука в нашей стране на территории селитебной зоны и в жилых помещениях регламентируются санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.583-96 "Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки" [18]. Нормируемыми параметрами непостоянного ИЗ, характерного для транспортных потоков, являются уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и общий уровень звукового давления в дБ. В настоящее время предельно допустимым на территории жилой застройки является общий уровень звукового давления 90 дБ, а в помещениях жилых и общественных зданий — 75 дБ [26].

Актуальные проблемы

Несмотря на то что физические характеристики низкочастотных колебаний давно известны акустикам, гигиенисты считают инфразвук

недостаточно изученным фактором окружающей среды. Среди зарубежных и отечественных исследователей отсутствует единый подход к гигиеническому нормированию ИЗ. В отличие от России на рабочих местах за рубежом инфразвук в основном не регламентируется, а его нормирование на территории жилой застройки пока обсуждается. Существующий международный нормативный уровень звука для селитебной зоны (85 дБА) носит рекомендательный характер.

Окончательно не согласована позиция ученых о значимости низких частот спектра транспортного шума и их избирательного вклада в развитие неблагоприятных последствий для здоровья человека. Гигиенистам требуются дополнительные исследования для обоснования значений взвешивающих коэффициентов, позволяющих прогнозировать биологический эффект при воздействии низкочастотных акустических и инфразвуковых колебаний разных частот и уровней.

Актуальной задачей остается разработка методов комплексной оценки сочетанного влияния ИЗ и других факторов среды. Исследователи считают необходимым уделить особое внимание вопросам совершенствования системы инструментального и расчетного мониторинга ИЗ, прогнозируя рост транспортных потоков и переход городского транспорта на гибридные силовые установки. В настоящее время отсутствует расчетная методика оценки уровней инфразвука от транспортного потока, учитывающая все факторы, влияющие на его интенсивность, что не позволяет в полной мере оценить его воздействие на селитебную зону [21, 27—29].

Таким образом, вопросы изучения инфразвуковых колебаний и оценки их влияния на человека остаются достаточно актуальными, а процесс исследований и накопления научных данных продолжается.

Результаты и обсуждение

В целях оценки фактических уровней ИЗ на территории жилой застройки выполнены натурные инструментальные измерения шума от автотранспорта на двух автомагистралях г. Нижнего Новгорода. Измерения проводились в соответствии с действующими нормативными требованиями, с учетом интенсивности движения и состава транспортных потоков [30]. Всего выполнено 80 замеров уровней звука в 10 расчетных точках, в том числе у полосы движения транспорта, у фасадов домов, обращенных к магистралям, на придомовой территории. Интервалы наблюдения включали дневное время в будние дни в часы "пик". Результаты измерений



анализировались на соответствие санитарным нормам СН 2.2.4./2.1.8.583-96.

Результаты исследования не выявили превышений уровней инфразвука в контрольных точках на территории жилой зоны. Эквивалентные уровни звукового давления ($L_{экв}$) во всех случаях укладывались в диапазон 74...82 дБ, что ниже допустимых значений. Уровни звукового давления от одной из автомагистралей, на расстоянии 7,5 м от середины крайней полосы движения превышали ПДУ на 2...6 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2...8 Гц, а дальше от источника звука — у фасада здания и во дворе жилого дома — соответствовали нормативам. Максимальные значения уровней звукового давления 90...96 дБ в точках измерения зафиксированы на самой низкой частоте октавной полосы — 2 Гц, что является свидетельством доминирования акустической энергии низкой части звукового спектра инфразвуковой составляющей транспортного шума (рис. 1).

Следует отметить, что интенсивность инфразвука при удалении от автомагистрали к дворовой территории ожидаемо снижалась, но постепенно и без резких изменений, что ярко характеризует свойства низкочастотных

акустических колебаний длительно сохранять энергию. В рассматриваемом случае уровень звукового давления, на расстоянии 50 м от источника ИЗ (от дороги во дворе дома), снизился на 8 дБ (рис. 2), а "потери" энергии на протяжении всего пути звука на каждые 6,3 м составили 1 дБ.

Заключение

Таким образом, изложенное выше позволяет констатировать, что шум в настоящее время является одним из самых распространенных негативных факторов городской среды. Основным источником высоких уровней звуковой энергии на селитебной территории выступает автотранспорт. В спектре акустических колебаний, генерируемых автомобилями, преобладают низкочастотные звуковые и инфразвуковые волны, обладающие большой "проникающей" способностью. Повышенные уровни низкочастотного шума и инфразвука действуют на организм человека в различных комбинациях и сочетанно с другими факторами городской среды, оказывая неблагоприятное воздействие на здоровье. При этом процесс влияния ИЗ и низкочастотных аку-

стических колебаний и степень их избирательного вклада в развитие нарушений здоровья человека, в том числе в зависимости от частоты и уровней звука, до конца еще не изучен.

Результаты натурных инструментальных измерений, проведенные на начальном этапе исследований шума на придомовых территориях города, позволяют говорить о том, что в жилой зоне, на достаточном удалении от источника шума, объективно регистрируются уровни инфразвука, приближающиеся к границе допустимых значений. Это согласуется с литературными данными и является очевидным подтверждением способности ИЗ от транспортных потоков проникать в селитебную зону и влиять на акустическую обстановку города. В связи этим, учитывая отрицательное воздействие инфразвука на здоровье населения, изучение его фактических уровней при оценке транспортных шумов целесообразно проводить не только вдоль автомагистралей, но и в глубине жилой застройки, а данные инфразвукового загрязнения должны использоваться для определения зон акустического дискомфорта и при планировании мероприятий по защите населения от шума.

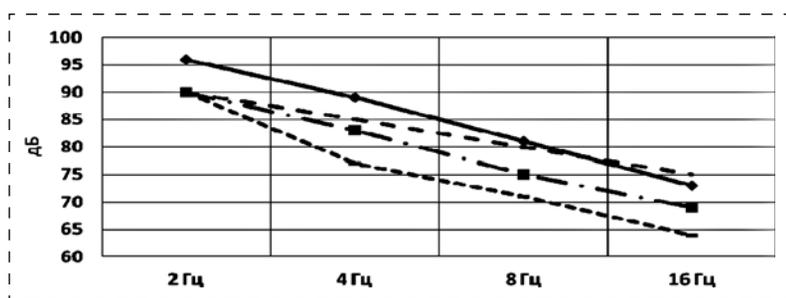


Рис. 1. Спектральная характеристика инфразвука на различных расстояниях от центра автомагистрали

— ПДУ; — — — 7,5 м от дороги; — · — · — 2 м от фасада дома; · · · · — 50 м от дороги во дворе дома

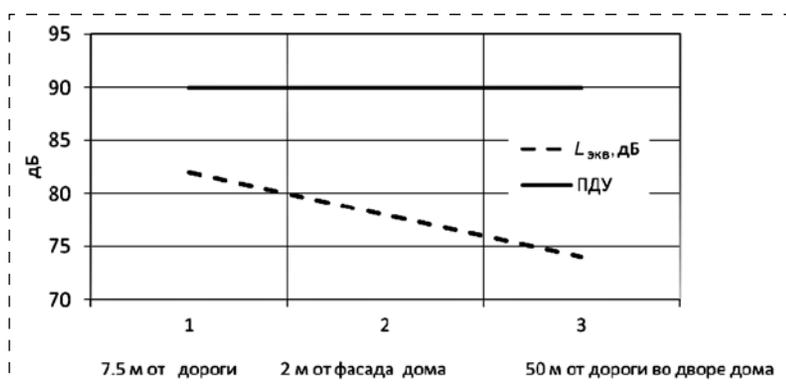


Рис. 2. Диаграмма снижения эквивалентного общего уровня звукового давления в зависимости от расстояния от центра автомагистрали

Список литературы

1. **Галевко Ю. В., Щепкин А. И., Фесина М. И.** Направление снижения шума от автомобильного транспорта в Европейской экономической комиссии // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 17–19 марта 2009 г.) / Под ред. Н. И. Иванова — Санкт-Петербург: ИННОВА, 2014. — С. 200–205.
2. **Шаде В.** Транспортный шум: вызов устойчивой мобильности // Международный журнал социальных наук. — 2004. — № 46. — С. 127–145. URL: <http://library.ua/m/articles/view/> (дата обращения 27.10.2016).
3. **Васильев А. В.** Мониторинг акустического загрязнения территории Самарской области // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 17–19 марта 2009 г.) / Под ред. Н. И. Иванова. — Санкт-Петербург: ИННОВА, 2014. — С. 148–159.
4. **Абитаев Д. С., Аманжол И. А., Исмаилова А. А., Сексенова Л. Ш., Мухаметжанова З. Т.** Причины высокого уровня шума в городах Казахстана // Медицина труда и промышленная экология. — 2012. — № 7. — С. 16–19.
5. **Kundu Chowdhury A., Debsarkar A., Chakrabarty S.** Critical assessment of day time traffic noise level at curbside open-air microenvironment of Kolkata City, India // J. Environ Health Sci Eng. — 2015. — № 26. — P. 13–65.
6. **Иванов Н. И.** Концепция снижения шума в РФ // Защита от повышенного шума и вибрации: Доклады V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 г.) / Под ред. Н. И. Иванова. — Санкт-Петербург: Айсинг, 2015. — С. 12–24.
7. **Эру М. Е., М. Браубах М., Дрмак Д., Король Н., Паунович Е., Застенская И.** Краткий обзор текущей деятельности европейского регионального бюро ВОЗ относительно воздействия шума окружающей среды на здоровье // Гигиена и санитария. — 2014. — № 5. — С. 25–28.
8. **Кошурников Д. Н.** Динамическая оценка риска для здоровья населения крупного промышленного города в результате шумового воздействия // Защита от повышенного шума и вибрации: доклады V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 г.) / Под ред. Н. И. Иванова. — Санкт-Петербург: Айсинг, 2015. — С. 246–255.
9. **Babisch W.** Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis // Noise Health. — 2014. — Vol. 16, No. 68. — P. 1–9.
10. **Лычѐва О. А., Галиев Р. С.** Влияние городского шума на особенности развития аллергической реакции немедленного типа // Экология человека. — 2012. — № 4. — С. 11–15.
11. **Braubach M., Héroux M. E., Korol N., Paunovic E., Zastenskaya I.** Значение жилищных условий городской среды для здоровья // Гигиена и санитария. — 2014. — № 1. — С. 8–15.
12. **Sygn K., Aasvang G. M., Aamodt G., Oftedal B., Krog N. H.** Road traffic noise, sleep and mental health // Environ Res. — 2014. — Vol. 131. — P. 17–24.
13. **Díaz J., Linares Gil C.** Traffic Noise and Adverse Birth Outcomes in Madrid: A Time-series Analysis // Epidemiology. — 2016. — Vol. 27, № 1. — P. 2–3.
14. **Orban E., McDonald K., Sutcliffe R., Hoffmann B., Fuks K. B., Dragano N., Viehmann A., Erbel R., Jöckel K. H., Pundt N., Moebus S.** Residential Road Traffic Noise and High Depressive Symptoms after Five Years of Follow-up: Results from the Heinz Nixdorf Recall Study // Environ Health Perspect. — 2016. — Vol. 124, № 5.
15. **Ахметзянов И. М., Редько А. А., Сергеев О. Е.** Неспецифическое действие шума на организм: неблагоприятное влияние на здоровье человека и возможные пути профилактики // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2006 г.) / Под ред. Н. И. Иванова, К. Б. Фрийдмана. — Санкт-Петербург: ИННОВА, 2015. — С. 168–172. URL: <http://elibrary.ru/download/82509438.pdf> (дата обращения 7.12.2016).
16. **Зинкин В. Н., Солдатов С. К., Богомолов А. В., Драган С. П.** Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука // Технологии гражданской безопасности. — 2015. — Т. 12. — № 1 (43). — С. 91–96. URL: <http://elibrary.ru/download/64035928.pdf> (дата обращения 4.12.2016).
17. **Васильев А. В.** Особенности и некоторые результаты мониторинга физических загрязнений урбанизированных территорий (на примере Самарской области) // Вектор науки ТГУ. — 2009. — № 3 (6). — С. 5–12. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-nekotorye-rezultaty-monitoringa-fizicheskikh-zagryazneniy-urbanizirovannyh-territoriy-na-primere-samarskoj-oblasti> (дата обращения 4.12.2016).
18. **СН 2.2.4/2.1.8.583-96** Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. Утверждены и введены в действие постановлением Госкомнадзора России от 31 октября 1996 года № 52. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=93848#0> (дата обращения 17.01.2017).
19. **Васильев А. В.** Шум как фактор экологического риска в условиях урбанизированных территорий // NOISE Theory and Practice. — 2015. — Т. 1. — № 2 (2). — С. 27–40. URL: <http://elibrary.ru/download/86038796> (дата обращения 4.12.2016).
20. **Гакаев Д. А.** Влияние шума и инфразвуков на организм человека // Молодой ученый. — 2015. — № 15 (95). — С. 261–264. URL: <http://moluch.ru/archive/95/21473/> (дата обращения 5.12.2016).
21. **Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М.** Экологические, производственные и медицинские аспекты инфразвука // Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (СПб., 26–28 марта 2013 г.) / Под ред. Н. И. Иванова. — СПб., 2013. — С. 177–198. URL: <http://elibrary.ru/download/63924691.pdf> (дата обращения 7.12.2016).
22. **Кирсанов В. В., Григорьева И. Г.** Воздействие акустических колебаний (слышимого шума, инфразвука, ультразвука) на окружающую природную среду // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — Т. 17. — № 17. — С. 126–129. URL: <http://elibrary.ru/download/53565957.pdf> (дата обращения 7.12.2016).
23. **Штабинский В. В.** Исследования уровня инфразвука от транспортных потоков, движущихся по автомагистралям // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2006 г.) / Под ред. Н. И. Иванова, К. Б. Фрийдмана. — Санкт-Петербург: ИННОВА, 2015. — С. 208–217. URL: <http://elibrary.ru/download/82509438.pdf> (дата обращения 7.12.2016).
24. **Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М., Драган С. П., Богомолов А. В.** Особенности сочетанного действия шума и



- инфразвука на организм // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 9. — С. 2—10.
25. **Свидовый В. И., Ахметзянов И. М., Зинкин В. Н., Шешегов П. М., Миронов В. Г.** Влияние сочетанного шума и инфразвука на слуховой и вестибулярный анализаторы // Гигиена окружающей и производственной среды. — 2006. — № 3 (7). — С. 69—73.
 26. **СанПиН 2.1.2.2645-10.** Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях. — М.: ФГУП "ИнтерСЭН", 2010. — 18 с.
 27. **Алексеева И. А., Минина Н. Н.** Инфразвук в окружающей среде // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 17—19 марта 2009 г.) / Под ред. Н. И. Иванова. — Санкт-Петербург: ИННОВА, 2014. — С. 639—645.
 28. **Torija A. J., Flindell I. H.** Differences in subjective loudness and annoyance depending on the road traffic noise spectrum // J Acoust. Soc. Am. — 2014. — Vol. 135, № 1. — P. 1—4.
 29. **Графкина М. В., Свиридова Е. Ю.** Экологический мониторинг инфразвуковых и электромагнитных полей транспортного потока // Технические науки. Приоритетные научные направления: от теории к практике. — 2014. — № 10. — С. 87—91. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21357714> (дата обращения 13.01.2017).
 30. **ГОСТ 23337—2014** Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. — М.: Стандартинформ. — 2015. — 18 с.

A. V. Zuev, Researcher, e-mail: zuev2006@mail.ru, **I. V. Fedotova**, Head of Department, **M. M. Nekrasova**, Senior Researcher, Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology of Rospotrebnadzor

Infrasound as Factor of Acoustic Pollution of Residential Areas

The issues of an increased influence of noise (as risk factor) upon urban population health are discussed in the article. The peculiarities of infrasound fluctuations as a component of traffic noise are considered. Current data of studies on a negative influence of noise and infrasound upon humans are elucidated. Some topical issues of hygienic standardization of infrasound are considered. The results of our studies on a spectral composition of low-frequency noise and infrasound levels caused by traffic at urban residential areas are analyzed.

Keywords: urban environment, traffic, noise, acoustic discomfort, infrasound, population health

References

1. **Galevko Yu. V., Shchepkin A. I., Fesina M. I.** Napravlenie snizheniya shuma ot avtomobil'nogo transporta v Evropeyskoy ekonomicheskoy komissii. *Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya: Sbornik dokladov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 17—19 marta 2009 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg: INNOVA, 2014. P. 200—205.
2. **Shade V.** Transportnyy шум: vyzov ustoychivoy mobil'nosti. *Mezhdunarodnyy zhurnal sotsial'nykh nauk*. 2004. № 46. P. 127—145. URL: <http://library.ua/m/articles/view/> (date of access 27.10.2016).
3. **Vasil'ev A. V.** Monitoring akusticheskogo zagryazneniya territorii Samarskoy oblasti. *Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya: Sbornik dokladov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 17—19 marta 2009 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg: INNOVA, 2014. P. 148—159.
4. **Abitaev D. S., Amanzhol I. A., Ismailova A. A., Seksenova L. Sh., Mukhametzhanova Z. T.** Prichiny vysokogo urovnya shuma v gorodakh Kazakhstana. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2012. No. 7. P. 16—19.
5. **Kundu Chowdhury A., Debsarkar A., Chakrabarty S.** Critical assessment of day time traffic noise level at curbside open-air microenvironment of Kolkata City, India. *J Environ Health Sci Eng*. 2015. No. 26. P. 13—65.
6. **Ivanov N. I.** Kontseptsiya snizheniya shuma v RF. *Zashchita ot povyshennogo shuma i vibratsii: Doklady V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 18—20 marta 2015 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg: Aysing, 2015. P. 12—24.
7. **Eru M. E., M. Braubakh M., Drmak D., Korol N., Paunovic E., Zastenskaya I.** Kratkiy obzor tekushchey deyatel'nosti evropeyskogo regional'nogo byuro VOZ otositel'no vozdeystviya shuma okruzhayushchey sredy na zdorov'e. *Gigiena i sanitariya*. 2014. No. 5. P. 25—28.
8. **Koshurnikov D. N.** Dinamicheskaya otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya krupnogo promyshlennogo goroda v rezul'tate shumovogo vozdeystviya. *Zashchita ot povyshennogo shuma i vibratsii: doklady V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 18—20 marta 2015 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg: Aysing, 2015. P. 246—255.
9. **Babisch W.** Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health*. 2014. Vol. 16, No. 68. P. 1—9.
10. **Lycheva O. A., Galiev R. S.** Vliyanie gorodskogo shuma na osobennosti razvitiya allergicheskoy reaktcii nemedlennogo tipa. *Ekologiya cheloveka*. 2012. No. 9. 4. P. 11—15.
11. **Braubach M., Héroux M. E., Korol N., Paunovic E., Zastenskaya I.** Znachenie zhilishchnykh usloviy gorodskoy sredy dlya zdorov'ya. *Gigiena i sanitariya*. 2014. No. 1. P. 8—15.
12. **Sygná K., Aasvang GM., Aamodt G., Oftedal B., Krog N. H.** Road traffic noise, sleep and mental health. *Environ Res*. 2014. Vol. 131. P. 17—24.
13. **Díaz J., Linares Gil C.** Traffic Noise and Adverse Birth Outcomes in Madrid: A Time-series Analysis. *Epidemiology*. 2016. Vol. 27, No. 1. P. 2—3.
14. **Orban E., McDonald K., Sutcliffe R., Hoffmann B., Fuks K. B., Dragano N., Viehmann A., Erbel R., Jöckel K. H., Pundt N., Moebus S.** Residential Road Traffic Noise and High Depressive Symptoms after Five Years of Follow-up: Results from the Heinz Nixdorf Recall Study. *Environ Health Perspect*. 2016. Vol. 124, No. 5.

15. **Akhmetzyanov I. M., Red'ko A. A., Sergeev O. E.** Nespe-sificheskoe deystvie shuma na organizm: neblagopriyatnoe vliyaniye na zdorov'e cheloveka i vozmozhnye puti profilaktiki. *Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 21—22 marta 2006 g.). Pod red. N. I. Ivanova, K. B. Fridmana. Sankt-Peterburg: INNOVA, 2015. P. 168—172. URL: <http://elibrary.ru/download/82509438.pdf> (date of access 7.12.2016).
16. **Zinkin V. N., Soldatov S. K., Bogomolov A. V., Dragan S. P.** Aktual'nye problemy zashchity naseleniya ot nizkочастотного шума i infrazvuka. *Tekhnologii grazhdanskoй bezopasnosti*. 2015. Vol. 12, No. 1 (43). P. 91—96. URL: <http://elibrary.ru/download/64035928.pdf> (date of access 4.12.2016).
17. **Vasil'ev A. V.** Osobennosti i nekotorye rezul'taty monitoringa fizicheskikh zagryazneniy urbanizirovannykh territoriy (na primere Samarskoy oblasti). *Vektor nauki TGU*. 2009. No. 3 (6). P. 5—12. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-nekotorye-rezultaty-monitoringa-fizicheskikh-zagryazneniy-urbanizirovannykh-territoriy-na-primere-samarskoy-oblasti> (date of access 4.12.2016).
18. **SN 2.2.4/2.1.8.583-96** Infrazvuk na rabochikh mestakh, v zhilykh i obshchestvennykh pomeshcheniyakh i na territorii zhiloy zastroyki. Utverzhdeny i vvedeny v deystvie postanovleniem Goskomnadzora Rossii ot 31 oktyabrya 1996 goda No. 52. URL: <http://www.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=93848#0> (date of access 17.01.2017).
19. **Vasil'ev A. V.** Shum kak faktor ekologicheskogo riska v usloviyakh urbanizirovannykh territoriy. *NOISE Theory and Practice*. 2015. Vol. 1, No. 2 (2). P. 27—40. URL: <http://elibrary.ru/download/86038796> (date of access 4.12.2016).
20. **Gakaev D. A.** Vliyaniye shuma i infrazvukov na organizm cheloveka. *Molodoy uchenyy*. 2015. No. 15 (95). P. 261—264. URL: <http://moluch.ru/archive/95/21473/> (date of access 5.12.2016).
21. **Zinkin V. N., Akhmetzyanov I. M.** Ekologicheskije, proizvodstvennyye i meditsinskiye aspekty infrazvuka. *Zashchita ot povyshennogo shuma i vibratsii: Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg 26—28 marta 2013 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg, 2013. P. 177—198. URL: <http://elibrary.ru/download/63924691.pdf> (date of access 7.12.2016).
22. **Kirsanov V. V., Grigor'eva I. G.** Vozdeystvie akusticheskikh kolebaniy (slyshimogo shuma, infrazvuka, ul'trazvuka) na okruzhayushchuyu prirodnyuyu sredyu. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2014. Vol. 17, No. 17. P. 126—129. URL: <http://elibrary.ru/download/53565957.pdf> (date of access 7.12.2016).
23. **Shtabinskiy V. V.** Issledovaniya urovney infrazvuka ot transportnykh potokov, dvizhushchikhsya po avtomagistralyam. *Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya: Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 21—22 marta 2006 g.). Pod red. N. I. Ivanova, K. B. Fridmana. Sankt-Peterburg: INNOVA, 2015. P. 208—217. URL: <http://elibrary.ru/download/82509438.pdf> (date of access 7.12.2016).
24. **Zinkin V. N., Akhmetzyanov I. M., Dragan S. P., Bogomolov A. V.** Osobennosti sochetannogo deystviya shuma i infrazvuka na organizm. *Bezopasnost' zhiznedeятельности*. 2011. No 9. P. 2—10.
25. **Svidovyy V. I., Akhmetzyanov I. M., Zinkin V. N., Sheshgov P. M., Mironov V. G.** Vliyaniye sochetannogo shuma i infrazvuka na slukhovoy i vestibulyarnyy analizatory. *Gigiena okruzhayushchey i proizvodstvennoy sredy*. 2006. No. 3 (7). P. 69—73.
26. **SanPiN 2.1.2.2645-10** Sanitarno-epidemiologicheskije trebovaniya k usloviyam prozhivaniya v zhilykh zdaniyakh i pomeshcheniyakh. Moscow: FGUP "InterSEN", 2010. 18 p.
27. **Alekseeva I. A., Minina N. N.** Infrazvuk v okruzhayushchey srede. *Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya: Sbornik dokladov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* (Sankt-Peterburg, 17—19 marta 2009 g.). Pod red. N. I. Ivanova. Sankt-Peterburg: Izd-vo INNOVA, 2014. P. 639—645.
28. **Torija A. J., Flindell I. H.** Differences in subjective loudness and annoyance depending on the road traffic noise spectrum. *J Acoust. Soc. Am*. 2014. Vol. 135, No 1. P. 1—4.
29. **Graffina M. V., Sviridova E. Yu.** Ekologicheskij monitoring infrazvukovykh i elektromagnitnykh poley transportnogo potoka. *Tekhnicheskije nauki. Prioritetnyye nauchnyye napravleniya: ot teorii k praktike*. 2014. No. 10. P. 87—91. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21357714> (date of access 13.01.2017).
30. **GOST 23337—2014** Shum. Metody izmereniya shuma na selitebnoy territorii i v pomeshcheniyakh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. Moscow: Standartinform, 2015. 18 p.

Информация

XXI Международная специализированная выставка "Безопасность и Охрана Труда — 2017" (БиОТ-2017) и IV Всероссийский конгресс организаций и специалистов по охране труда

12—15 декабря 2017, Москва, ВДНХ, павильон № 75

Организаторы выставки — Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, саморегулируемая организация Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты (Ассоциация "СИЗ") и Всероссийское объединение специалистов по охране труда (ВОСОТ).

Подробнее: <http://www.biot.ru.com/>



УДК 616.711-053.2:616.718.19-071

Л. Б. Маснавиева, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., e-mail: masnavieva_luda@mail.ru, Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, Ангарск,
М. Б. Негреева, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Иркутский научный центр хирургии и травматологии

Риски нарушения здоровья и особенности заболевания костно-мышечной системы у детей и подростков, проживающих в зоне влияния алюминиевого производства

Проведена оценка рисков нарушения здоровья и изучение особенностей сочетанной ортопедической патологии у детского населения разных возрастных групп, проживающего в зоне влияния алюминиевого производства. Произведен расчет неканцерогенных индексов опасности формирования патологии отдельных органов и систем. Наибольшими оказались индексы опасности развития патологии дыхательной, иммунной и сердечно-сосудистой систем. Риск развития заболеваний костно-мышечной системы, обусловленный ингаляционным поступлением фторидов, превышал 1. На основании скринингового обследования детского населения, проживающего на территории влияния алюминиевого производства, выделена группа с сочетанной патологией опорно-двигательной системы.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, соединения фтора, риски, дети, патология опорно-двигательной системы

В настоящее время российская алюминиевая промышленность является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха соединениями фтора [1]. Фтор, попадая в организм человека, оказывает токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем, включая костно-мышечную систему [2, 3]. Территория, на которой размещен один из крупнейших в России заводов по производству алюминия (ПАО "ИрКАЗ-СУАЛ", г. Шелехов, Иркутская область), относится к районам с высокой экологической напряженностью. В промышленном процессе производства алюминия в воздух рабочей зоны выделяются: пыль, содержащая оксиды кремния, фтористые соединения, диоксид серы, марганец и другие вещества [4, 5].

Выбросы алюминиевого завода распространяются за пределы санитарно-защитной зоны предприятия и их влияние распространяется на жилые массивы города, сельскохозяйственные угодья, дачные поселки [6], что создает предпосылки для негативных изменений в организме человека.

Заболеваемость является одним из важнейших критериев, характеризующих здоровье населения и в первую очередь детей, подростков и молодежи [7]. По данным работы [8] в г. Шелехов за период с 1994 по 2007 г. по всем классам болезней повысилась заболеваемость детей и подростков в 1,8 и 2,9 раза соответственно, за счет увеличения

болезней отдельных систем организма, в том числе костно-мышечной (в 5,6 раз у детей и в 12,1 раза у подростков). В период с 2003 по 2011 г. в г. Шелехов отмечалось превышение областного показателя по болезням костно-мышечной системы у детей на 6 %, а у подростков — на 33 % [3]. Кроме того, у детей, проживающих на данной территории, часто наблюдается сочетанная патология костно-мышечной системы [9]. Таким образом, вопросы заболеваний костно-мышечной системы под воздействием вредных техногенных факторов остаются актуальными и предполагают преемственное изучение.

На основании вышеизложенного целью работы явилась оценка рисков нарушения здоровья и изучение особенностей сочетанной ортопедической патологии у детского населения разных возрастных групп, проживающего в зоне влияния алюминиевого производства.

Материалы и методы

Оценка качества атмосферного воздуха в г. Шелехов и Шелеховском районе выполнена по данным контроля за содержанием примесей в атмосферном воздухе на стационарных постах Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 2003—2011 гг. Расчет неканцерогенных индексов опасности формирования патологии отдельных органов и

систем осуществлялся с учетом направленности биологического действия поллютантов в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [10].

После проведенного скринингового обследования детского населения г. Шелехов и Шелеховского района (600 человек) с применением методики ортопедического исследования с учетом экологических факторов и карты многофакторного анализа сотрудниками Иркутского научного центра хирургии и травматологии и Иркутского государственного медицинского университета [9] в углубленное обследование были включены дети (51 человек) мужского и женского пола с сочетанной патологией опорно-двигательной системы [11]. У данной группы обследуемых проведены рентгенологические исследования таза для оценки пространственных нарушений ориентации его костей. Степень искривления позвоночника оценивалась по величине угла Кобба. Возраст обследуемых составил от 8 лет до 21 года. Дети были разделены на три группы в соответствии с возрастной периодизацией. В группу I вошли 10 человек младшего школьного возраста (8–10 лет); в группу II — 20 подростков 11–15 лет; в группу III — 21 человек — юношей и девушек в возрасте 16–21 год.

Статистическую обработку результатов осуществляли при помощи пакета прикладных программ "Statistica 6.0". Для анализа связи двух совокупностей и выявления зависимости результативного признака от различных факторов был использован критерий Хи-квадрат Пирсона с поправкой Йейтса при количестве наблюдений меньше 10.

Результаты и обсуждение

По данным гигиенической оценки качества атмосферного воздуха в г. Шелехов и Шелеховского района в воздушной среде присутствуют: оксид углерода, диоксиды серы и азота, фторид водорода, твердые растворимые фториды, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества и металлы (железо, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк) — см. табл. 1.

Превышение референтных концентраций при хроническом ингаляционном поступлении загрязнителей атмосферного воздуха в отдельные годы было отмечено для формальдегида, взвешенных веществ, меди, диоксида азота и оксида углерода. Следует отметить, что в период с 2003 по 2006 г. средние уровни оксида углерода, взвешенных веществ, диоксида серы и формальдегида, которые составили $1,72 \pm 0,45$ мг/м³, $0,13 \pm 0,01$ мг/м³, $0,0014 \pm 0,0004$ мг/м³ и $0,0073 \pm 0,0006$ мг/м³ соответственно, были ниже, чем в период с 2007 по 2011 г. ($2,18 \pm 0,34$ мг/м³, $0,20 \pm 0,01$ мг/м³, $0,005 \pm 0,0015$ мг/м³ и $0,009 \pm 0,0003$ мг/м³ соответственно). Среднегодовое содержание металлов, бенз(а)пирена, диоксида азота, фторида водорода и оксида углерода в атмосферном воздухе изучаемой территории на протяжении всего периода наблюдений было практически одинаковым.

Анализ результатов данного исследования и исследований, проведенных ранее на изучаемой территории, установил, что содержание в атмосферном воздухе диоксида азота, бенз(а)пирена, формальдегида, цинка, никеля, железа, хрома, свинца, марганца на протяжении последних 20–30 лет было практически одинаковым, концентрация взвешенных веществ и диоксида серы увеличилась. При этом в атмосферном воздухе уровень специфических загрязнителей (фторсодержащих

Таблица 1

Средние уровни загрязнения атмосферного воздуха химическими соединениями в г. Шелехов за 2003–2011 гг.

Примеси	Концентрация загрязнителей, мг/м ³			
	Средняя, $M \pm m$,	Среднегодовая минимальная	Среднегодовая максимальная	Референтная
Оксид углерода	$1,950 \pm 0,275$	0,000	3,100	3,00
Фторид водорода	$0,006 \pm 0,0002$	0,005	0,008	0,014
Бенз(а)пирен	$3,3 \cdot 10^{-6} \pm 3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Взвешенные вещества	$0,170 \pm 0,010$	0,091	0,232	0,075
Диоксид азота	$0,038 \pm 0,003$	0,021	0,058	0,04
Диоксид серы	$0,003 \pm 0,001$	0,000	0,009	0,05
Марганец	$4,0 \cdot 10^{-5} \pm 2,4 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$
Свинец	$1,8 \cdot 10^{-5} \pm 1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Растворимые фториды	$0,0081 \pm 0,0003$	0,005	0,010	0,013
Формальдегид	$0,008 \pm 0,0004$	0,006	0,010	0,003



соединений), обусловленных выбросами завода по производству алюминия, незначительно снизился с $0,0094 \pm 0,0002 \text{ мг/м}^3$ [12] до $0,0070 \pm 0,0003 \text{ мг/м}^3$.

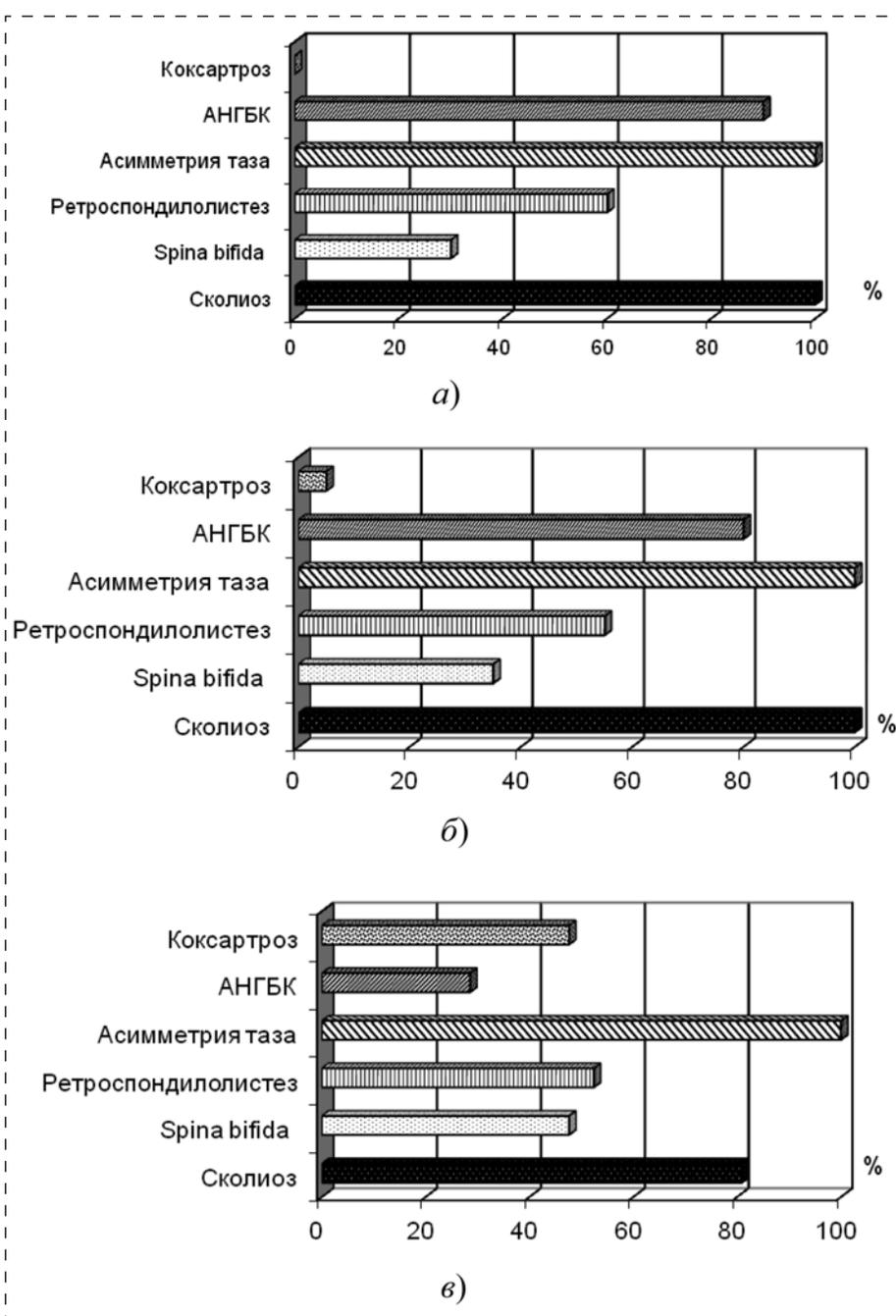
При воздействии соединений фтора в организме человека происходит его накопление, которое может оказывать негативное влияние на формирование и функционирование органов и систем на протяжении длительного времени. Важно отметить, что дети и подростки, проживающие в г. Шелехов и Шелеховском районе, подвергаются воздействию соединений фтора на протяжении всей жизни, в критические периоды пренатального и постнатального формирования и созревания органов и систем, когда влияние токсических соединений имеет наиболее значительные негативные последствия.

Учитывая направленность биологического действия поллютантов, были рассчитаны индексы опасности (ИО) формирования патологии органов и систем. Первое место занимал индекс опасности развития патологии дыхательной системы (ИО = 6,49), поскольку все загрязнители, которые присутствуют в атмосферном воздухе рассматриваемого промышленного города, кроме соединений фтора и оксида углерода, оказывают негативное влияние на дыхательную систему. На втором месте — нарушений иммунитета (ИО = 3,31), на третьем — патологии сердечно-сосудистой системы (ИО = 3,00).

Основной вклад в формирование рисков развития патологии дыхательной, иммунной и сердечно-сосудистой систем вносят формальдегид с коэффициентом опасности $HQ = 2,74$, бенз(а)пирен — $HQ = 1,67$, взвешенные вещества — $HQ = 2,27$, медь — $HQ = 1,50$ и диоксид азота — $HQ = 0,96$. Значения коэффициентов опасности воздействия остальных поллютантов

атмосферного воздуха данной территории не превышают 0,5.

В исследованиях, проведенных на территории других промышленных городов, в атмосферном воздухе которых присутствуют ароматические углеводороды, взвешенные вещества, металлы, диоксиды серы и азота, показано, что распределение первых трех мест в городах по уровню индексов опасности имеет аналогичную картину [13, 14].



Частота встречаемости нозологических форм в обследованных группах детей 8–10 лет (а), подростков 11–15 лет (б), молодежи 16–21 года (в) с ортопедической патологией

Риски формирования патологии глаз, крови и нервной системы, вызванные наличием в атмосферном воздухе формальдегида, оксида углерода, марганца, свинца и цинка, превышали 1. Следует отметить, что риск развития заболеваний костно-мышечной системы, обусловленный ингаляционным поступлением фторидов, также превышает 1 (НИ = 1,05), причем на 41 % он обусловлен наличием в атмосферном воздухе фторида водорода (НҚ = 0,43) и на 59 % — твердыми растворимыми фторидами (НҚ = 0,62). Так как фторсодержащие соединения являются специфичными для рассматриваемой территории, изучение патологии костно-мышечной системы у детей и подростков, проживающих в условиях воздействия данных поллютантов, представляет особый интерес.

В ходе углубленного исследования детской, подростковой и юношеской возрастных групп с патологией костно-мышечной системы были выявлены следующие нозологические формы: сколиоз, расщепление позвоночника (*Spina bifida*), ретроспондилолистез, аваскулярный некроз головок бедренных костей (АНГБК), асимметрия таза, коксартроз (см. рисунок).

Степень тяжести проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза в зависимости от возраста показана в табл. 2. В группе детей

8—10 лет 1-я степень тяжести сколиоза (сколиоз грудного и грудопоясничного отделов позвоночника) установлена у шести человек. У четырех детей выявлен сколиоз 2-й степени (грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз). При этом у шести детей также был диагностирован лестничный (полисегментарный) ретроспондилолистез поясничных и крестцового позвонков ($L_{II}-S_I$, $L_{III}-S_I$ и L_V-S_I). АНГБК 1-й степени тяжести имели три ребенка, 2-й степени — девять детей.

Среди подростков 11—15 лет сколиоз грудного и грудопоясничного отделов 1-й степени тяжести выявлен у 14 человек, 2-й степени — у шести обследуемых. Наряду с этим у 11 подростков выявлен лестничный ретроспондилолистез поясничных и крестцового позвонков ($L_{IV}-S_I$, $L_{II}-L_V$, $L_{IV}-S_I$, $L_{III}-S_I$, L_I-S_I , L_I-L_V , $L_{IV}-S_I$). У подростков АНГБК 1-й и 2-й степени был диагностирован в 10 и шести случаях соответственно. Следует отметить, что в данной подгруппе был выявлен один случай коксартроза.

В подгруппе молодежи 16—21 года сколиоз 1-й и 2-й степени тяжести отмечен у 13 и четырех человек соответственно. Лестничный ретроспондилолистез грудных, поясничных и крестцового позвонков ($L_{III}-S_I$, L_I-S_I , $Th_{XII}-S_I$ и L_V-S_I) выявлен у 11 человек. В подгруппе молодежи

Таблица 2

Степень выраженности проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза в разных возрастных группах

Возрастные группы детей	Формы ортопедической патологии	Доля детей с разной степенью тяжести патологии, % (абс.)		
		I степень	II степень	III степень
I (8—10 лет)	Сколиоз	60,0 (6)	40,0 (4)	0,0 (0)
	Асимметрия таза	20,0 (2)	40,0 (4)	40,0 (4)
	АНГБК	33,3 (3)	66,7 (6)	0,0 (0)
	Коксартроз	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
II (11—15 лет)	Сколиоз	70,0 (14)	30,0 (6)	0,0 (0)
	Асимметрия таза	35,0 (7)	35,0 (7)	30,0 (6)
	АНГБК	62,5 (10)	37,5 (6)	0,0 (0)
	Коксартроз	100 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)
III (16—21 год)	Сколиоз	76,5 (13)	23,5 (4)	0,0 (0)
	Асимметрия таза	57,1 (12)	19,0 (4)	23,9 (5)
	АНГБК	50,0 (3)	50,0 (3)	0,0 (0)
	Коксартроз	80,0 (8)	20,0 (2)	0,0 (0)



АНГБК 1-й и 2-й степени тяжести установлен у трех и трех человек соответственно. При этом более половины обследуемых юношей и девушек (10 человек) имели одно- или двусторонний диспластический коксартроз 1–2-й степени тяжести.

Следует отметить, что при помощи многофакторного анализа была установлена сильная зависимость заболеваемости АНГБК в обследованной выборке от принадлежности к возрастной группе ($p < 0,01$).

В целом установлено, что в структуре сочетанной ортопедической патологии первое место занимает асимметрия таза, второе — сколиоз, третье — АНГБК. Оценивая возрастную структуру сочетанной патологии групп подростков и молодежи можно заключить, что при равном проявлении сколиоза, Spina bifida, ретроспондилолистеза, асимметрии таза у подростков 11–15 лет преобладает АНГБК, а в группе 16–21-летних — удельный вес АНГБК снижается и проявляется коксартроз.

Заключение

Загрязнение атмосферы выбросами алюминиевого производства, включающими фторсодержащие примеси, приводит к появлению потенциальных рисков нарушения здоровья, которые переходят в реализованные, о чем свидетельствует заболеваемость детского населения. Статистически доказана взаимосвязь отдельных факторных и результативных признаков заболевания опорно-двигательной системы. Полученные результаты исследования обуславливают необходимость дополнительных исследований, ранней диагностики и диспансерного наблюдения детей, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, позволяющих объективно оценить сочетанную ортопедическую патологию, в том числе в преморбидном периоде ее развития. В то же время, учитывая, что загрязнение окружающей среды может усиливать действие других факторов риска, а характер отклика на воздействие внешней среды зависит как от специфики факторов, уровня экспозиции, так и от генетических особенностей организма, определена необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи химических, генетических факторов риска, питания, образа жизни и развития заболеваний опорно-двигательной системы.

Список литературы

1. **Ефимова Н. В., Донских И. В., Зароднюк Т. С., Горнов А. Ю.** Оценка и прогноз заболеваемости подростков, проживающих в зоне влияния производства алюминия // Медицина труда и промышленная экология. — 2014. — № 4. — С. 44–49.
2. **Hufschmid J., Beveridge I., Coulson G., Walker G., Shen P., Reynolds E., Charles J.** Skeletal Pathology of Eastern Grey Kangaroos (*Macropus giganteus*) Exposed to High Environmental Fluoride Levels in South-Eastern Australia // J Comp Pathol. — 2015. — Vol. 153, No. 2–3. — P. 167–184.
3. **Itai K.** Chronic effects of fluoride on human health // Chudoku Kenkyu. — 2012. — No. 3. — P. 193–199.
4. **Пережогин А. Н., Сафронов Н. П.** Гигиеническая оценка качества окружающей среды в городе Шелехов (Иркутской области) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2013. — № 3-1. — С. 109–113.
5. **Skaugset N. P., Ellingsen D. G., Notø H., Jordbekken L., Thomassen Y.** Speciation of fluoride in workroom air during primary production of aluminium // Environ. Sci. Process Impacts. — 2015. — No. 3. — P. 578–585.
6. **Сирина Н. В.** Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятий алюминиевой промышленности // Известия Иркутского государственного университета. Серия "Науки о Земле". — 2008. — Т. 1, № 1. — С. 181–188.
7. **Большаков В. В., Голиков Р. А., Суржиков Д. В., Панаотти Е. А.** Анализ ущерба для здоровья населения промышленного центра от загрязнения атмосферного воздуха // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 4. — С. 9–13.
8. **Шалина Т. И., Васильева Л. С., Савченков М. Ф., Саватеева В. Г.** Анализ общей заболеваемости детей и подростков по классам болезней в промышленных городах // Сибирский медицинский журнал. — 2009. — № 2. — С. 66–68.
9. **Кувина В. Н., Кувин С. С.** Экогенная ортопедическая патология. — Иркутск: НЦ РВХ СО РАМН, 2013. — 260 с.
10. **Р2.1.10.1920-04** Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 143 с.
11. **Негреева М. Б., Копылов В. С., Поздеева Н. А., Пичугина У. В.** Некоторые аспекты исследования детей с сочетанной патологией позвоночника и таза, проживающих в промышленном центре // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2016. — Т. 110, № 1. — С. 56–59.
12. **Шалина Т. И.** Гигиеническая оценка риска здоровью населения в зоне влияния производства алюминия // Сибирский медицинский журнал. — 2009. — № 8. — С. 128–129.
13. **Маснашева Л. Б., Ефимова Н. В., Кудасева И. В.** Индивидуальные риски здоровью подростков, обусловленные загрязнением воздушной среды, и их связь с уровнями специфических аутоантител // Гигиена и санитария. — 2016. — № 8. — С. 738–742.
14. **Чуенкова Г. А., Карелин А. О., Аскарлов Р. А., Аскарлова З. Ф.** Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнителями // Гигиена и санитария. — 2015. — № 3. — С. 24–29.

L. B. Masnavieva, Senior Researcher, e-mail: masnavieva_luda@mail.ru, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Researches, Angarsk,
M. B. Negreeva, Senior Researcher, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology

The Risks of Damage to Health and Features of Diseases of the Musculoskeletal System of Children and Adolescents Living in the Zone of Influence of Aluminum Production

One of the major sources of air pollution by fluoride compounds is aluminum production. Fluoride, getting into organism of the person, has a toxic effect on the various organs and systems, including the musculoskeletal system. The aim of the work was to evaluate the hazard and study particularity combined orthopedic pathology in different age groups of the children population living in the zone of influence of aluminum production. Calculation of non-carcinogenic hazard indexes to forming pathology of organs and systems. It was found that the highest risk of developing pathology were for respiratory, immune and cardiovascular systems. Hazard index develop of diseases of the musculoskeletal system caused by inhalation of fluoride is more than 1. Group with combined pathology of the musculoskeletal system has been allocated on the basis of screening child population living in the area of influence of aluminum production. Asymmetry of the pelvis ranked first, scoliosis ranked second, avascular necrosis of the femoral heads in third place in the structure of combined orthopedic pathology in the examined children and adolescents. The proportion of people with scoliosis, Spina bifida, retrospondilolistezom and pelvic asymmetry in all age groups did not differ. Avascular necrosis of the femoral heads prevail in adolescents 11–15 years of age. The share of avascular necrosis of the femoral head bone is reduced and appears coxarthrosis in the group 16–21-year-olds.

Keywords: air pollution, fluorine compound, the risks, children, pathology of the musculoskeletal system

References

1. **Efimova N. V., Donskih I. V., Zarodnjuk T. S., Gornov A. Ju.** Med Ocenka i prognoz zaboлеваemosti podrostkov, prozhivajushhiih v zone vlijanija proizvodstva aljuminija. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014. No. 4. P. 44–48 (in Russian).
2. **Hufschmid J., Beveridge I., Coulson G., Walker G., Shen P., Reynolds E., Charles J.** Skeletal Pathology of Eastern Grey Kangaroos (*Macropus giganteus*) Exposed to High Environmental Fluoride Levels in South-Eastern Australia. *J Comp Pathol*. 2015. Vol. 153, No. 2–3. P. 167–184.
3. **Itai K.** Chronic effects of fluoride on human health. *Chudoku Kenkyu*. 2012. No. 3. P. 193–199.
4. **Perezhogin A.N., Safronov N. P.** Gigienicheskaja ocenka kachestva okruzhajushhej sredy v gorode Shelehov (Irkutskoj oblasti). *Bulleten' VSNC SO RAMN*. 2013. Vol. 3-1. P. 109–113 (in Russian).
5. **Skaugset N. P., Ellingsen D. G., Notø H., Jordbekken L., Thomassen Y.** Speciation of fluoride in workroom air during primary production of aluminium. *Environ Sci Process Impacts*. 2015. No. 3. P. 578–585.
6. **Sirina N. V.** Ambient air impact assessment of aluminum production enterprises. *Izvestija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija "Nauki o Zemle"*. 2008. Vol. 1, No. 1. P. 181–188 (in Russian).
7. **Bol'shakov V. V., Golikov R. A., Surzhikov D. V., Panaotti E. A.** Analiz ushherba dlja zdorov'ja naselenija promyshlennogo centra ot zagrjaznenija atmosfernogo vozduha. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti*. 2014. No. 4. P. 9–13.
8. **Shalina T. I., Vasil'eva L. S., Savchenkov M. F., Savvateeva V. G.** Analiz obshhej zaboлеваemosti detej i podrostkov po klassam boleznej v promyshlennyh gorodah. *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2009. No. 2. P. 66–68.
9. **Kuvina V. N., Kuvin S. S.** Ecogenetic orthopedic pathology. Irkutsk: NC RVH SO RAMN; 2013. 260 p. (in Russian).
10. **P2.1.10.1920-04** Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals. Moscow: Federal'nyj centr gos-sanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. 142 p.
11. **Negreeva M. B., Kopylov V. S., Pozdeeva N. A., Pichugina U. V.** Nekotorye aspekty issledovanija detej s sochetannoj patologiej pozvonochnika i taza, prozhivajushhiih v promyshlennom centre. *Bulleten' VSNC SO RAMN*. 2016. Vol. 110, No. 1. P. 56–59.
12. **Shalina T. I.** The hygienic estimate of the risk for human health among the population in the areas connecting with aluminium production. *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2009. No. 8. P. 128–129.
13. **Masnavieva L. B., Efimova N. V., Kudaeva I. V.** Individual risks of adolescent health to air pollution, and their relationship with the levels of specific autoantibodies. *Gigiena i sanitarija*. 2016. No. 8. P. 738–742.
14. **Chuenkova G. A., Karelin A. O., Askarov R. A., Askarova Z. F.** Ocenka riska zdorov'ju naselenija goroda Ufy, obuslovlennogo atmosferymi zagrjazniteljami. *Gigiena i sanitarija*. 2015. No. 3. P. 24–29.

УДК 378.6

Н. Б. Кунтурова, д-р пед. наук, доц., проф. кафедры, e-mail: giz26@rambler.ru, Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург,
А. В. Шленков, д-р псих. наук, проф., начальник кафедры,
Е. А. Малыгина, канд. пед. наук, доц. кафедры, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аспекты влияния стажировки выпускников вузов силовых структур на их адаптацию к профессиональной деятельности

Рассмотрено влияние стажировки выпускников вузов силовых структур на их адаптацию к профессиональной деятельности, выделены три основных структурных составляющих адаптации выпускников вузов силовых структур к профессиональной деятельности, рассмотрен показатель, характеризующий прогнозируемую успешность адаптации выпускника к профессиональной деятельности исходя из данных о прохождении им стажировки и предшествующего процесса обучения.

Затронута актуальная для высшей школы проблема развития коммуникативной компетентности выпускников вузов в процессе профессиональной подготовки и стажировки, являющейся одной из важных задач подготовки высококлассного специалиста в современных условиях.

Ключевые слова: стажировка, вузы силовых структур, выпускник, адаптация, профессиональная деятельность

Введение

Рассматривая существующую систему подготовки специалистов силовых структур, особое внимание следует обратить на недостатки управления подготовкой, зависящие от низкого уровня информативности связей между системой профессионального использования военных специалистов в силовых структурах и системой их подготовки в вузе. Вследствие ослабления связей с силовыми структурами вузы не располагают полной и достоверной информацией о реальных потребностях в специалистах определенных профилей, осуществляется необоснованное дробление специальностей подготовки, в силу быстро меняющихся условий и обновления техники требования к выпускнику устаревают и перестают отражать специфику профессиональной деятельности специалистов силовых структур. Отмеченные обстоятельства порождают задачу — научно обосновать, рассчитать и провести кадровое распределение выпускников на должности с требуемым качеством [1, 2].

Целью исследования является повышение качества военно-профессиональной подготовки офицерских кадров вузов силовых структур.

Задача исследования заключается в разрешении противоречия между возросшими требованиями

к качеству подготовки, уровню профессиональной практической подготовки офицеров силовых структур и практикой их службы на первичных офицерских должностях.

Применение предлагаемого подхода позволит прогнозировать уровень успешности адаптации к профессиональной деятельности выпускников вузов силовых структур на первичной должности и разработать практические рекомендации по вопросам управления процессом распределения выпускников при назначении на первичные должности.

Широкий спектр должностей, на которые выпускники вузов силовых структур назначаются после окончания учебного заведения, обуславливает актуальность разработки модели организации стажировки с прогнозируемой успешностью их адаптации на первичных должностях. Построение модели, в свою очередь, невозможно без анализа основных характеристик профессиональных умений и навыков, по которым осуществляется подготовка в вузе, перечней типовых первичных должностей и на данной основе, учета оптимального набора диагностируемых параметров, наиболее полно описывающих формируемые в процессе обучения профессионально важные качества специалиста, удовлетворяющего требованиям силовых

структур. Подход к оцениванию качества проведения стажировки выпускников вузов силовых структур и учет данного фактора при назначении на должности в итоге будет способствовать эффективности функционирования системы профессиональной подготовки в целом.

В процессе обучения выпускники вуза силовых структур должны получить практические навыки руководства подразделением (командно-воспитательная составляющая) и умение эксплуатировать материальную часть (инженерно-техническая составляющая), опыт проведения всех видов командно-штабных игр (оперативно-штабная составляющая).

Также для выпускников вуза силовых структур очень важна коммуникативная компетентность, которая должна проявляться в успешном конструктивном профессиональном и межличностном взаимодействии, чувстве собственной компетентности, умении гибко и адекватно профессиональным задачам динамично трансформировать ситуацию общения, собственную коммуникативную активность. Основы формирования и развития коммуникативной компетентности будущих офицеров закладываются в высших учебных заведениях, где курсанты в процессе обучения овладевают специальными и психолого-педагогическими знаниями, приобретают соответствующие навыки и умения, накапливают первоначальный опыт коммуникации, формируют личностные качества, объективно необходимые для осуществления будущей профессиональной деятельности [3, 4].

В процессе стажировки выпускников вуза силовых структур организуется их углубленная подготовка к деятельности на первичной должности по специальности, привитие им практических навыков эксплуатации техники, умения обслуживать технические средства (комплексы) по профилю обучения, вырабатываются навыки руководства подразделением, освоения элементов штабной работы, а также необходимый уровень развития коммуникативной компетентности, обеспечивающий успешное осуществление ими деятельности в соответствии с должностным предписанием [4].

Взаимосвязь стажировки выпускников вузов силовых структур и успешности их адаптации на первичных должностях

При организации стажировки выпускников вузов силовых структур с прогнозируемой успешностью их адаптации на первичных должностях, является определением оптимальной структуры такой типовой войсковой стажировки. Реальный

процесс проведения стажировки и освоения новых функциональных обязанностей выпускниками вузов силовых структур представляет собой достаточно сложный процесс, поэтому можно рассмотреть две его составляющие — результаты по основным дисциплинам перед началом стажировки и результаты стажировки. Программы стажировки и индивидуальные задания разработаны таким образом, что выпускник стажировки на одной должности по определенному виду деятельности, изредка проводя занятия по иным предметам с подчиненными, что не в достаточной степени выявляет склонности и возможности выпускника. Предоставляя выпускникам возможность апробации полученных в вузе знаний, умений и практических навыков по основным видам служебной деятельности (командно-воспитательная, инженерно-техническая, оперативно-штабная) и осуществляя ротацию выпускника по различным должностям, соответствующим указанным видам деятельности, можно способствовать осознанию выпускником своих профессиональных желаний и возможностей к моменту распределения, что, в свою очередь, будет способствовать ускорению процесса адаптации выпускников на первичной должности.

Информация о результатах стажировки, контрольные оценки по основным дисциплинам профессиональной деятельности, дисциплинарная практика и результаты опроса экспертов были использованы для построения матрицы экспертных оценок, затем трансформированы в матрицу нормированных элементов, которая явилась базой исходных данных для программы, позволяющей выделить три основных структурных составляющих адаптации выпускников вузов силовых структур, сообразно перечисленным ниже видам профессиональной деятельности.

1. Командно-воспитательная деятельность включает: полноту власти, необходимую для успешного выполнения возложенных на специалистов силовых структур обязанностей, самостоятельность, разумную инициативу, высокие организаторские и профессиональные качества, готовность к исполнению служебного долга в любых условиях.

2. Инженерно-техническая деятельность включает: профессиональное владение технической специальностью, способность к обучению подчиненных техническим умениям и навыкам, необходимым для выполнения служебных обязанностей, отличное знание техники, умение четко выполнять свои функциональные обязанности при выполнении задач по предназначению.

3. Оперативно-штабная деятельность включает: большие полномочия и широкое поле



самостоятельной творческой деятельности, ответственность за состояние боеспособности подразделений, обеспечивающих различные службы, за их боевую, специальную и общественно-государственную подготовку, воспитание, дисциплину и политико-моральное состояние личного состава, за обеспечение части техникой и имуществом, умение четко выполнять свои функциональные обязанности при организации управления подразделениями части, при обеспечении взаимодействия между ними, консультирование по вопросам повседневной жизнедеятельности [5].

При сравнении результатов стажировок со средними баллами по дисциплинам, связанным с командной, штабной и инженерной деятельностью, выставленными каждому обучающемуся на соответствующих кафедрах, наблюдается линейная зависимость, более четко обнаруживаемая при дифференцированном анализе: к выпускникам, характеризующимся как успешно адаптируемые, относится более 85 % испытуемых, имеющих высокие баллы по результатам стажировки; среди выпускников, имеющих низкие показатели успешности адаптации и характеризующихся отрицательно, большинство имеют низкие оценки и по результатам стажировки.

К успешной адаптации к профессиональной деятельности относится способность специалиста силовых структур в сжатые сроки переориентироваться на выполнение новых функциональных обязанностей, на решение задач, выходящих за пределы основного вида профессиональной деятельности. Успешная адаптация, в этом смысле, является тем основополагающим фактором, определяющим активизацию внутреннего творческого потенциала специалиста с целью постоянного обновления и обогащения своих знаний [6, 7].

Расчет коэффициента адаптации к профессиональной деятельности

Анализируя оценки, полученные выпускниками в процессе стажировки по трем видам деятельности: a — командно-воспитательная, b — инженерно-техническая, c — оперативно-штабная можно распределить их по числовым интервалам: сколько оценок и какому интервалу принадлежит (табл. 1).

Если все три оценки, полученные выпускником, принадлежат первому интервалу, то они составляют возможные 100 % результата. Следовательно, каждая оценка из первого интервала составляет 33 % от общего результата. Любая из полученных выпускником оценок соответствует одному из выделенных интервалов и принимает

Таблица 1

Распределение результатов стажировки выпускников по интервалам

Ф.И.О. / № учебной группы	Оценочный интервал (средний балл)		
	[5...4.33]	(4.33...3.66]	(3.66...3]
	Количество оценок		
Пе./298	3	0	0
Са./362	3	0	0
Ве./683	2	1	0
Во./696	3	0	0
Му./186	2	1	0
Ни./265	2	1	0
Фи./385	1	2	0
Бе./181	1	2	0

определенное значение в процентах: [5...4.33] — 33 %; (4.33...3.66] — 22 %; (3.66...3] — 11 %.

Соответствие полученных результатов по различным видам деятельности представлено в табл. 2.

На основе анализа данных табл. 2 и результатов предшествующего обучения выпускников, был введен коэффициент адаптации $k = (1/a + 1/b + 1/c)100$, характеризующий прогнозируемую успешность адаптации выпускника вуза силовых структур к профессиональной деятельности. Коэффициент адаптации k принимает значения 9,1...27,3.

В зависимости от полученных отзывов с первого места службы на выпускников вузов силовых структур, все выпускники распределялись по характеру успешности адаптации к профессиональной деятельности: устойчиво-положительная, неустойчиво-положительная, пассивно-положительная, пассивно-отрицательная, открыто-отрицательная. Исследование выпускников

Таблица 2

Распределение результатов стажировки выпускников по видам деятельности

Ф.И.О. / № учебной группы	Результат, % по видам деятельности		
	a	b	c
Пе./298	33	33	33
Са./362	33	33	33
Ве./683	33	33	22
Во./696	33	33	33
Му./186	33	22	33
Ни./265	33	33	22
Фи./385	33	22	22
Бе./181	22	33	22

с различным характером успешности адаптации к профессиональной деятельности и рассчитанным для них коэффициентом адаптации, выявило взаимосвязь между этими показателями.

Успешно адаптируемых выпускников, согласно отзывам, характеризует высокий уровень ответственности за происходящее, наличие большого организаторского потенциала, стабильность, экстравертированность, а рассчитанный коэффициент адаптации в среднем принимает значение $k \approx 9,8$.

Неуспешно адаптируемых выпускников характеризуют низкие показатели по уровню субъективного контроля. Эти выпускники не чувствуют ответственности за происходящие события и не в состоянии управлять ими, они не обладают лидерскими возможностями, организаторский потенциал их личности невелик, в основном они характеризуются нейротизмом,

интровертированностью, коэффициент адаптации принимает значения $k > 20$.

При использовании опросника социальной фрустрированности было отмечено большое различие между выпускниками с успешной и неуспешной адаптацией к профессиональной деятельности по таким показателям, как неудовлетворенность выпускников вузов силовых структур взаимоотношениями с руководителями практик ($p \leq 0,01$), удовлетворенность своим образованием (сферой своей профессиональной деятельности) ($p \leq 0,01$), а также была выявлена тенденция уменьшения удовлетворенности среди выпускников с неуспешной адаптацией по показателям взаимоотношений с руководителями подразделений, где проходит практика ($p = 0,05$), и удовлетворенностью взаимоотношениями с обучающимися своей учебной группы ($p = 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3

Оценка уровня социальной фрустрированности выпускников, проходящих стажировку

Сферы социальной фрустрации	Оценка выпускников		p
	с неуспешной адаптацией к профессиональной деятельности	с успешной адаптацией к профессиональной деятельности	
	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	
Удовлетворенность взаимоотношениями с руководителем стажировки	$3,45 \pm 1,67$	$4,35 \pm 0,93$	$p \leq 0,01$
Удовлетворенность взаимоотношениями с родителями	$4,10 \pm 0,79$	$4,50 \pm 0,76$	—
Удовлетворенность взаимоотношениями с обучающимися своей учебной группы	$3,55 \pm 1,73$	$4,55 \pm 1,19$	$p \leq 0,05$
Удовлетворенность взаимоотношениями с руководством курса, факультета	$4,2 \pm 0,89$	$4,45 \pm 0,69$	—
Удовлетворенность взаимоотношениями с друзьями вне вуза	$4,6 \pm 0,60$	$4,6 \pm 0,60$	—
Удовлетворенность взаимоотношениями с личным составом подразделения, где проходит стажировка	$4,60 \pm 0,50$	$4,75 \pm 0,55$	—
Удовлетворенность взаимоотношениями с руководителями подразделений, где проходит стажировка	$3,25 \pm 0,85$	$4,05 \pm 0,89$	$p \leq 0,05$
Удовлетворенность полученным образованием	$3,25 \pm 1,21$	$4,15 \pm 0,75$	$p \leq 0,01$
Удовлетворенность уровнем профессиональной подготовки в вузе	$3,5 \pm 1,40$	$3,95 \pm 0,94$	—
Удовлетворенность сферой будущей профессиональной деятельности	$2,15 \pm 0,93$	$2,7 \pm 1,01$	$p \leq 0,01$
Удовлетворенность работой в целом (на стажировке)	$3,40 \pm 1,05$	$4,00 \pm 0,92$	$p = 0,06$
Удовлетворенность денежными выплатами	$3,65 \pm 0,81$	$4,3 \pm 0,66$	$p \leq 0,05$
Удовлетворенность бытовыми условиями в местах проживания	$3,80 \pm 0,83$	$4,15 \pm 0,75$	—
Наличие свободного времени, возможность провести отдых по собственному желанию	$2,95 \pm 1,28$	$2,95 \pm 1,39$	—



Сферы социальной фрустрации	Оценка выпускников		p
	с неуспешной адаптацией к профессиональной деятельности	с успешной адаптацией к профессиональной деятельности	
	M ± σ	M ± σ	
Удовлетворенность значимостью профессии в обществе	4,15 ± 0,59	4,35 ± 0,59	—
Удовлетворенность своим физическим состоянием, возможность физически совершенствоваться	4,05 ± 1,00	4,40 ± 0,82	—
Наличие негативных психоэмоциональных состояний	3,75 ± 1,07	4,05 ± 0,89	—
Удовлетворенность своей работоспособностью в профессиональной деятельности и в целом	4,6 ± 0,50	4,25 ± 1,41	—
Удовлетворенность образом жизни в вузе	4,20 ± 0,83	4,20 ± 0,85	—

Выпускники силовых вузов с неуспешной адаптацией высказывают меньшую удовлетворенность своим образованием ($p \leq 0,01$).

Следует отметить, что большая неудовлетворенность у выпускников с неуспешной адаптацией к профессиональной деятельности выявлена не только в отношении своей будущей профессиональной деятельности, но и в других сферах межличностных отношений: удовлетворенность взаимоотношениями с обучающимися своей учебной группы, а также удовлетворенность материальным положением у них достоверно ниже ($p \leq 0,05$), чем у выпускников с успешной адаптацией к профессиональной деятельности.

Выводы

Используя результаты стажировки выпускников вуза силовых структур и результаты предшествующего процесса обучения, становится возможным осуществить долгосрочный прогноз успешности адаптации к профессиональной деятельности, введя коэффициент, характеризующий прогнозируемую успешность адаптации выпускника вуза силовых структур к профессиональной деятельности k .

Можно отметить более высокую фрустрированность группы выпускников вузов с неуспешной адаптацией к профессиональной деятельности, по сравнению с группой выпускников с успешной адаптацией к профессиональной деятельности.

Возможность апробации полученных в вузе умений и практических навыков по основным трем типам профессиональной деятельности (командно-воспитательная, инженерно-техническая, оперативно-штабная) в период стажировки, предоставит выпускнику возможность осознать

свои сильные и слабые стороны, более уверенно понять свои желания и возможности к моменту распределения, что будет способствовать ускорению процесса адаптации к профессиональной деятельности выпускников вуза силовых структур на первичных должностях.

Список литературы

1. Кунтурова Н. Б., Селихина Н. В. Особенности исследования профессиональной компетентности офицерских кадров силовых структур // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. — 2014. — № 1. — С. 70—74.
2. Гужва Е. Г. Воспитание нравственных ценностей у офицеров воинских частей: дис. ... канд. пед. наук: 05.13.01: защищена в 2009 г. — М.: Военный университет, 2009. — 156 с.
3. Алтухов А. И., Калинин В. Н., Чебурков М. А. Об опыте формирования и оценивания компетенций по дисциплинам профессионального цикла в системе военного образования // Труды Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского. — 2016. — № 650. — С. 204—209.
4. Андриянц Я. А., Малыгина Е. А. Теоретические аспекты развития коммуникативной компетентности у курсантов в процессе профессиональной подготовки // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2013. — № 4 (28). — С. 134—138.
5. Яковлева Н. А., Кунтурова Н. Б. Подход к оцениванию профессиональной компетентности специалистов силовых структур по видам деятельности при организации контроля формирования профессиональной компетентности // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. — 2016. — № 2 (70). — С. 146—150.
6. Панков А. В., Селихина Н. В., Кунтурова Н. Б. Мониторинг образовательных результатов как инструмент контроля формирования профессиональной компетентности будущих офицеров // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. — 2014. — № 9. — С. 64—67.
7. Кунтуров А. Л. Методика оценки результатов успешности адаптации выпускников вузов, принадлежащих к разным структурным группам // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2008. — № 6 (24). — С. 104—107.

N. B. Kunturova, Professor of Chair, e-mail: giz26@rambler.ru, Military Space Academy named after A. F. Mozhajskij, Saint-Petersburg, **A. V. Schlenkov**, Professor, Head of Chair, **E. A. Malygina**, Associate Professor of Chair, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Aspects of the Influence of the Power Structures Universities Graduates Internship on the Adaptation to Professional Activities

The article explains the influence of the internship on the adaptation of the power structures universities graduates to professional activities. In article are allocated three basic structural components of adaptation graduates to professional activities, is contemplated the indicator characterizing the forecasted success of the adaptation of graduate to professional activities, based on data from his internship and the prior learning process.

The purpose of research is improving the quality of officers military training in power structures universities.

The research task is resolution of contradictions between increased demands to training quality, the level of professional practical training of power structures officers and the practice service for primary officer positions.

The application of the proposed approach must permit to predict the level of success of power structures universities graduates adaptation to professional activities on the primary officer positions. Also it could help to develop practical recommendations for management issue in the process of graduates distribution in the appointment to primary officer positions.

Affected by the current to the higher school of pedagogy problem of development of communicative competence of college graduates in the process of training and internship, which is one of the important tasks of high quality specialist training in modern conditions.

Discussed for pedagogy higher education problem of the graduates communicative competence development in the process of professional training and internship. It is one of the most important issues in the training of highly qualified specialists under modern conditions.

Keywords: practice, universities power structures, graduate, adaptation, professional activity

References

1. **Kunturova N. B., Selihina N. V.** Osobennosti issledovaniya professional'noj kompetentnosti oficerskih kadrov silovyh struktur. *Aktual'nye problemy fizicheskoy i special'noj podgotovki silovyh struktur*. 2014. No. 1. P. 70—74.
2. **Guzhva E. G.** Vospitanie npravstvennyh cennostej u oficerov voinskih chastej: dis. ... kand. ped. nauk: 05.13.01: zashchishchena v 2009 g. Moscow: Voennyj universitet, 2009. 156 p.
3. **Altuhov A. I., Kalinin V. N., Cheburkov M. A.** Ob opyte formirovaniya i ocenivaniya kompetencij po disciplinam professional'nogo cikla v sisteme voennogo obrazovaniya. *Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii im. A. F. Mozhajskogo*. 2016. No. 650. P. 204—209.
4. **Yakovleva N. A., Kunturova N. B.** Podhod k ocenivaniyu professional'noj kompetentnosti specialistov silovyh struktur po vidam deyatelnosti pri organizacii kontrolya formirovaniya professional'noj kompetentnosti. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii*. 2016. No. 2 (70). P. 146—150.
5. **Andriyanc Ya. A., Malygina E. A.** Teoreticheskie aspekty razvitiya kommunikativnoj kompetentnosti u kursantov v processe professional'noj podgotovki. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*. 2013. No. 4 (28). P. 134—138.
6. **Pankov A. V., Selihina N. V., Kunturova N. B.** Monitoring obrazovatel'nyh rezul'tatov kak instrument kontrolya formirovaniya professional'noj kompetentnosti budushchih oficerov. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ehlektrotehnicheskogo universiteta LEHTI*. 2014. No. 9. P. 64—67.
7. **Kunturov A. L.** Metodika ocenki rezul'tatov uspešnosti adaptacii vypusnikov vuzov, prinaldzhashchih k raznym strukturnym gruppam. *Zhurnal nauchnyh publikacij aspirantov i doktorantov*. 2008. No. 6 (24). P. 104—107.



УДК 614.8:796.012.62

Ю. Е. Маряшин, канд. биол. наук, науч. сотр., e-mail: formaestro@yandex.ru,
Л. С. Малащук, д-р мед. наук, ст. науч. сотр., Научно-исследовательский
испытательный центр (авиационно-космической медицины и военной
эргономики) ЦНИИ ВВС МО РФ, Москва, **А. Е. Высоцкий**, канд. мед. наук,
зав. отделением, Филиал № 1 (7ЦВКАГ) ГВКГ им. Н. Н. Бурденко
МО РФ, Москва

Вестибулярная подготовка как средство обеспечения безопасности работников опасных профессий

Отмечено, что срыв процесса выполнения профессиональных движений в экстремальной ситуации чаще всего сопровождается несчастным случаем, приводящим к потере здоровья и даже жизни. Эффективность профессиональных действий в подобных ситуациях во многом зависит от функций вестибулярного анализатора. Дано краткое описание психофизиологических механизмов, обеспечивающих сохранение целостности профессиональных движений в экстремальных ситуациях, когда под воздействием физических или механических факторов внешней среды происходит внезапное нарушение привычного двигательного процесса. Представлено описание исследования, которое проведено с целью оценки эффективности оригинальной тренировочной методики, направленной на совершенствование функций вестибулярного аппарата и на повышение устойчивости организма к действию угловых ускорений, а также его результаты. Рассмотрена тренировочная методика, использование которой позволяет выборочно формировать вестибулярную устойчивость как профессиональное качество и совершенствовать психофизиологические механизмы регуляции движений, что дает возможность ее широкого применения в самых разнообразных видах опасных гражданских и военных профессий.

Ключевые слова: опасные профессии, экстремальная ситуация, психофизиологические механизмы регуляции движений, сенсорные системы ориентации, вестибулярная система, методы тренировки вестибулярной системы, функции равновесия, угловые ускорения, вегетативные реакции

1. Психофизиологические механизмы реагирования организма на экстремальное воздействие физических факторов внешней среды

В опасных профессиях часто возникают экстремальные ситуации, когда по каким-либо причинам нарушается привычный (штатный) ход течения событий и ситуация становится угрожающей не только здоровью, но и жизни. Подобное довольно часто встречается во многих гражданских и военных профессиях, в экстремальных видах спорта и спорта высоких достижений. В подобных ситуациях от человека требуется мгновенная адекватная двигательная реакция, останавливающая развитие негативных процессов, и переводящая их в привычное русло. Такая двухуровневая реакция возникает в результате воздействия на человека целого комплекса сверхсильных, часто неосознаваемых в критический момент раздражителей. Первый уровень включает в себя приспособительные, автоматические действия и стереотипизированные

двигательные акты, в основном это статокинетические рефлексы, обеспечивающие сохранение необходимой позы и их вегетативные составляющие. Второй уровень представляет собой профессиональные двигательные навыки, которые включаются в действие в результате сложных умственных преобразований, на основе которых психика формирует решение проблемных ситуаций. Если рефлекторные реакции первого уровня не способствуют активизации реакций второго уровня, а тормозят их, то начинается процесс дезорганизации поведения в сложной ситуации вплоть до распада психической деятельности и срыва двигательного процесса [1].

Разрушение целостного поведения в экстремальной ситуации происходит в результате чрезмерного усиления ориентировочной реакции на внезапно возникшие раздражители, которая тормозит психические процессы сличения ситуационных параметров и параметров существующей у человека модели профессионального действия. В данном случае речь идет не только о психических процессах формирования образа

пространственного перемещения (ОПП), но и механизмах регуляции действий в различных точках сопряжения (ТС) сложнокоординированного двигательного акта, которые характеризуют определенную биомеханическую и анатомическую картину, отражающую ситуацию на определенный момент времени (положение тела и его частей, состояние функции мышц).

Механизмы регуляции движений в момент внезапного срыва привычного двигательного процесса основаны на мышечных ощущениях, которые возникают в процессе выполнения профессиональных действий и зависят от качества восприятия сигналов, поступающих на рабочую периферию от сенсорных систем ориентации, таких как зрительная, вестибулярная, проприоцептивная и др., которые в совокупности представляют собой анализатор пространства, соединяющий отдельные ощущения в ОПП. Анализатор пространства можно представить как триаду анализаторов, обеспечивающих обработку зрительных сигналов, сигналов от вестибулярного аппарата об угловых и линейных ускорениях и положении головы относительно вектора притяжения, а также сигналов от двигательного анализатора о положении и движении тела и его частей.

Таким образом, с позиций психофизиологии, регуляция движений в наиболее важных ТС во время действия экстремального раздражителя представляет собой совокупность психических и физиологических процессов, осуществляющих анализ и синтез сигналов различной модальности, формирующих ОПП и программу действий, направленную на коррекцию положения тела. Вместе с тем вестибулярная система часто становится ведущей, особенно в условиях плохой видимости окружающего пространства. Нарушения функций вестибулярного аппарата приводят к неадекватному восприятию ощущений и чрезмерному доминированию реакции первого уровня, в результате чего происходит разрыв ОПП в той ТС, где процесс должен перейти в естественное русло и исключить возможность несчастного случая, поэтому в практике функциональной подготовки лиц опасных профессий основное внимание уделяется тренировке вестибулярного аппарата.

Из литературы известно много методов тренировки вестибулярной системы [2, 3 и др.]. Для этого предлагается использование так называемой "тренировочной аппаратуры" — кресло Барани, качели Хилова, лопинг, гимнастическое колесо. В качестве активных действий рекомендуются гимнастические упражнения на брусках, перекладине, акробатические упражнения на батуте и акробатической дорожке, прыжки в воду с трамплина, плавание и кувырки в воде. Однако

в реальной практике роль указанных способов в обеспечении функциональной надежности вестибулярного аппарата очень низка, в силу недоступности их систематического использования для большинства специалистов опасных профессий. Помимо всего, тренировка на вращающемся кресле, лопинге, гимнастическом колесе, качелях требует предварительной вестибулярной подготовленности и присутствия инструктора, иначе ее эффективность будет очень низкой. Для того чтобы эффективно тренироваться на трамплине для прыжков в воду, батуте, брусках и перекладине необходимы профессиональные навыки, для приобретения которых требуется много времени. Кроме того, это очень травмоопасные спортивные снаряды, особенно батут. Те же упражнения, которые человек может выполнять сам, без участия инструктора и без какого-либо оснащения представлены в литературе весьма скромно. В них не учитываются анатомические и биомеханические особенности элементов вестибулярного анализатора и интеграционный характер его функционирования с другими анализаторами триады.

Суть разработанного авторами оригинального подхода, направленного на профилактику и совершенствование функций вестибулярного анализатора, заключается в оказании управляющего воздействия на органы вестибулярного аппарата посредством специальных физических упражнений, вызывающих естественные вестибулярные реакции, а также в воспитании способности правильно интерпретировать ощущения, вызванные такими реакциями. Кроме того, предложенный метод не требует использования каких-либо вспомогательных средств. Он абсолютно доступен для лиц любых профессий и любого возраста. Для оценки эффективности разработанной тренировочной методики были проведены исследования на вестибулосенсорную и вестибуловегетативную устойчивость организма испытуемых, в которых приняли участие спортсмены, военнослужащие и летчики маневренных самолетов.

2. О результатах целевого применения оригинальных упражнений для повышения вестибулосенсорной устойчивости у спортсменов высокого спортивного мастерства, военнослужащих и летчиков маневренной авиации

Всего в исследованиях на вестибулосенсорную устойчивость приняли участие 25 испытуемых в возрасте от 23 до 50 лет, которые в течение трех недель в режиме три занятия в неделю (через день) выполняли разработанный комплекс специальных упражнений. В другие дни недели



никаких других физических упражнений не выполнялось. Оценивались показатели статической координации (СК) и соматогиральной (СИП) и окулогиральной (ОИП) иллюзий противовращения после интенсивного вращения вокруг своей оси в течение 15 с с закрытыми глазами — СИП и открытыми — ОИП. Для оценки СК, обеспечивающей функцию равновесия, использовалась усложненная проба Ромберга (стойка на одной ноге с закрытыми глазами), которая является информативным показателем в оценке функционального состояния центральной нервной системы и нервно-мышечного аппарата. Оценивалось время сохранения равновесия в этой позе. Для оценки показателей вестибулярных реакций СИП и ОИП оценивалось время сохранения иллюзий противовращения после завершения активного вращения. В итоге целевого применения оценивалось различие состояний по каждому исследуемому показателю до применения комплекса упражнений и после.

После применения специальных упражнений у всех испытуемых наблюдается значительный рост значений показателей, что свидетельствует об улучшении функций вестибулярного аппарата и повышении вестибулосенсорной устойчивости их организма. В табл. 1 представлены средние по группе значения показателей до и после применения упражнений в сравнении с допустимыми значениями. Через 21 день тренировочного цикла в среднем по группе улучшились показатели СК на 699,1 %, показатели СИП на 59,2 %, показатели ОИП на 57,7 %. Важным является и тот факт, что полученные результаты существенно превышают допустимые значения по данным показателям.

Таблица 1

Средние значения показателей СК, СИП и ОИП до и после применения комплекса упражнений

Показатели	СК	СИП	ОИП
Допустимые значения, с	Не менее 15	Не более 15	Не более 15
До применения, с	8,92 ± 1,33	20,8 ± 3,12	21,0 ± 1,44
После применения, с	71,28 ± 10,3*	8,48 ± 0,7*	8,88 ± 0,67*
Рост показателей, %	699,1	59,2	57,7

* Различия значений достоверны при P < 0,01.

В процессе исследования у всех испытуемых в состоянии мышечного покоя измерялись частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (АДс) и диастолическое артериальное давление (АДд) по методу Короткова. На основании этих измерений вычислялись значения показателя вегетативного обеспечения тренировочного процесса — вегетативный индекс Кердо (ВИК). В табл. 2 представлены средние значения индивидуальных показателей ЧСС, АД и ВИК до и после применения комплекса упражнений.

Полученные значения свидетельствуют о положительном влиянии упражнений на физиологический статус испытуемых. Так, после применения средние значения показателей АД и ЧСС находятся в диапазоне допустимых значений, а по показателю ВИК наблюдается существенное улучшение.

Таким образом, можно констатировать, что применение упражнений в течение трех недель обеспечило существенное улучшение функций вестибулярного аппарата и оказало положительное влияние на адаптивность сердечно-сосудистой и вегетативной систем. Все это указывает на возможность направленного влияния с помощью простых и доступных физических упражнений, на совершенствование функций вестибулярного аппарата и на оптимизацию функционального состояния организма.

3. О результатах целевого применения оригинальных упражнений для повышения вестибуловегетативной устойчивости у летчиков маневренной авиации

Наиболее важным критерием оценки уровня функционирования вестибулярного аппарата является устойчивость организма к угловым ускорениям и ускорениям Кориолиса. Ускорение Кориолиса — это поворотное ускорение, перпендикулярное траектории вращения, которое возникает при произвольном повороте головы во время криволинейного движения, например самолета при выполнении фигур высшего пилотажа. Простейшим примером действия ускорения Кориолиса является наклон головы летчика при развороте самолета. Действие угловых ускорений и ускорений Кориолиса во время маневренного

Таблица 2

Средние значения показателей ЧСС, АД, ВИК до и после применения комплекса упражнений

Показатели	ЧСС, уд/мин	АДс, мм рт. ст.	АДд, мм рт. ст.	ВИК, ед.
Допустимые значения	60...80	110...130	65...80	0 ± 29
До применения	76,3 ± 4	116,3 ± 2,94	70,7 ± 1,37	15,6 ± 2,68
После применения	74,4 ± 1,5	119,3 ± 1,16	72,4 ± 1,1	5,06 ± 1,47

авиационного полета вызывает у многих летчиков вегетативные реакции в виде головокружения, тошноты и других проявлений.

Было выявлено положительное влияние разработанной тренировочной методики на вестибуловегетативную устойчивость летчиков при проведении функциональной пробы на кресле Барани, которая моделирует на земле угловые ускорения. В исследовании приняли участие 20 летчиков, средний возраст которых составил 39 лет. Были сформированы две группы: основная и контрольная по 10 человек в каждой. Уровень вестибуловегетативной устойчивости определялся методом кумулятивного воздействия, при котором кумулятивный эффект достигался с помощью пассивного вращения на кресле Барани. В практике врачебно-лётной экспертизы (ВЛЭ) для этих целей применяются функциональные пробы с непрерывным и прерывистым кумулятивным воздействием ускорений Кориолиса — НКУК и ПКУК [4]. У всех этих летчиков в процессе ВЛЭ были выявлены проблемы вестибуловегетативного характера. С основной группой

занятия проводились с использованием разработанного для этих целей комплекса упражнений. С каждым летчиком основной группы проведено от 4 до 8 занятий. Летчики контрольной группы занимались по методике, рекомендованной специалистами ВЛЭ, под руководством специалистов центра реабилитации авиационного госпиталя. Фиксировались результаты первой пробы и повторной, которая проводилась через 4...6 дней после первой.

В табл. 3 представлены данные о характере вегетативных реакций летчиков основной и контрольной групп на действие пробы НКУК или ПКУК до и после применения тренировочного воздействия. Из таблицы видно, что все летчики до применения специальной тренировочной методики имели проблемы с вегетативной устойчивостью. Первоначально у всех летчиков были выявлены вегетативные расстройства. Более того, в основную группу были отобраны шесть летчиков, которые с точки зрения экспертизы считались безнадежными.

После цикла занятий все летчики основной группы проявили абсолютную вегетативную

Таблица 3

Вегетативные реакции на функциональную пробу в основной группе до и после тренировочного воздействия

Вегетативные реакции в основной группе		Вегетативные реакции в контрольной группе	
До	После	До	После
В*/гипергидроз В/гиперемия	Без реакций	В/гипергидроз	Гипергидроз
В/гипергидроз В/бледность Потеря устойчивости Тошнота	Без реакций	В/гипергидроз В/бледность	Бледность В/гипергидроз
В/гипергидроз Потеря устойчивости Тошнота	Без реакций	Бледность Гипергидроз	Бледность Гипергидроз
Незначительные ВР** Головокружение	Без реакций	В/бледность Гипергидроз	Бледность Гипергидроз
Бледность Предобморочное состояние	Без реакций	В/бледность В/гипергидроз Тахикардия	Бледность Гипергидроз
В/гипергидроз Тошнота Головокружение	Без реакций	Гипергидроз Головокружение	Гипергидроз
В/гипергидроз Бледность Потеря устойчивости	Без реакций	В/гипергидроз Бледность	В/гипергидроз Бледность
В/гипергидроз Потеря устойчивости Потеря ориентации Тошнота	Без реакций	Гипергидроз Бледность	Бледность
Гипергидроз	Без реакций	Гипергидроз	Гипергидроз
В/гипергидроз	Без реакций	Гипергидроз	Гипергидроз

* В — выраженный (ая).

** ВР — вегетативные расстройства.



устойчивость к действию негативных факторов функциональной пробы. У всех летчиков контрольной группы при повторной пробе вегетативные расстройства в той или иной степени сохранились.

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что разработанная тренировочная методика за короткое время обеспечивает абсолютную вегетативную устойчивость организма к действию угловых ускорений, кумуляция которых приводит к существенным нарушениям функции вестибулярного анализатора и вызывает критические вегетативные расстройства.

Выводы

Суммируя сказанное о результатах исследования можно констатировать, что разработанная тренировочная методика, направленная на совершенствование функций вестибулярного анализатора и повышение вегетативной устойчивости организма к действию угловых ускорений, является эффективным и доступным средством функциональной подготовки лиц, чья профессия связана с необходимостью удерживать равновесное состояние в определенных позах при действии сверхсильных физических и механических факторов внешней среды и проявлять устойчивость к совокупному

действию линейных и угловых ускорений, вызывающих вегетативные расстройства.

Важно отметить, что предложенный подход позволяет не только выборочно формировать вестибулярную устойчивость как профессиональное качество, но и совершенствовать психофизиологические механизмы регуляции движений: повышать качество восприятия сигналов, поступающих на рабочую периферию от органов вестибулярного аппарата и других сенсорных систем; совершенствовать мышечные ощущения в точках сопряжения сложнокординированного движения; формировать точное представление образа пространства, в котором осуществляются движения.

Все это дает возможность широкого использования рассмотренного подхода в самых разнообразных видах опасных гражданских и военных профессий.

Список литературы

1. Пономаренко В. А. Методологическое пособие по подготовке человека летящего. — М.: Когито-Центр, 2016. — 227 с.
2. Макаров Р. Н., Фордуй Я. О. Научные основы физической подготовки летного состава. — М.: КОД, 2007. — 1003 с.
3. Матвеев Л. П. Основы спортивной тренировки. — М.: Физкультура и спорт, 1977. — 280 с.
4. Методика исследований в целях врачебно-летней экспертизы: Пособие для врачебно-летних комиссий. — М.: Воениздат, 1995. — 455 с.

Y. E. Maryashin, Research Associate, e-mail: formaestro@yandex.ru,
L. S. Malashchuk, Senior Researcher, Research Test Center (Aerospace Medicine and Military Ergonomics) Central Research Institute Air Force of Ministry of Defence (MD) RF, Moscow, **A. E. Vysotsky**, Head of Office, Branch No. 1 (7 Central Military Clinical Air Hospital) of Main Military Clinical Hospital named after N. N. Burdenko MD RF, Moscow

Vestibular Preparation as an Instrument for Ensuring of Safety in Dangerous Professions

Failure of process of performance of professional movements in an extreme situation most often leads to the accidents leading to loss of health and even life. Efficiency of professional actions in similar situations in many respects depends on functions of the vestibular analyzer. In article the short description of the psychophysiological mechanisms providing preservation of integrity of professional movements in extreme situations when under the influence of physical or mechanical factors of the external environment there is a sudden violation of habitual motive process is given. The description of our research which is conducted for the purpose of assessment of efficiency of the original training technique directed to improvement of functions of a vestibular mechanism and to increase in resistance of an organism to action of angular accelerations, and also his results is also presented in article. Use of the offered training technique allows to form selectively vestibular stability as professional quality and to improve psychophysiological mechanisms of regulation of movements that gives the chance of its broad application in the most various types dangerous civilian and military professions.

Keywords: dangerous professions, extreme situation, psychophysiological mechanisms of regulation of movements, touch navigation systems, vestibular system, methods of a training of vestibular system, balance function, angular accelerations, vegetative reactions

References

1. Ponomarenko V. A. A methodological grant on training of the person flying. Moscow: Kogito-center, 2016. 227 p.
2. Makarov R. N., Forduy Y. O. Scientific bases of physical training of aircrew. Moscow: CODE, 2007. 1003 p.
3. Matveev L. P. Bases of a sports training. Moscow: Physical culture and sport, 1977. 280 p.
4. A technique of researches for medical and flight examination (a grant for the medical and flight commissions). Moscow: Voenizdat, 1995. 455 p.

УДК 551.510.42 + 543.27

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

Новые конструкции фильтров, устройств и установок для очистки и обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов от пыли и вредных газовых примесей

Рассмотрены новые способы и конструкции устройств для очистки и обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов, отличающиеся улучшенными характеристиками, и предложения в патентах и научно-технической литературе промышленно развитых стран мира. Показаны основные тенденции развития конструкций устройств и фильтров для очистки и обезвреживания пылегазовоздушных выбросов.

Ключевые слова: пылегазовоздушные выбросы, способы обезвреживания, промышленные предприятия, охрана окружающей среды, фильтры-пылегазоуловители

В современном мире с развитием промышленного производства техногенное загрязнение атмосферы пылегазовоздушными выбросами промышленных предприятий приобретает глобальные масштабы, что негативно отражается на состоянии биосферы нашей планеты. В связи с этим, в условиях глобализации техногенного загрязнения окружающей среды, защита атмосферного воздуха от вредных производственных выбросов приобретает особую актуальность.

Многие технологические процессы промышленных предприятий сопровождаются поступлением в атмосферу твердых и пластичных частиц пыли, газовых и аэрозольных загрязнений, содержащихся в недостаточно очищенных и обезвреженных производственных пылегазовоздушных выбросах и значительно ухудшающих качество атмосферного воздуха, что наносит значительный ущерб здоровью людей, животных, насекомых и растительному миру.

Воздействие загрязняющих вредных веществ, содержащихся в пылегазовоздушных выбросах, на окружающую среду зависит от их физических и химических свойств, свойств продуктов их деградации, а также концентрации в выбросах и окружающей среде. Важным параметром, определяющим масштабы распространения загрязняющих вредных веществ, является их время жизни в атмосфере.

К наиболее распространенным выбросам промышленных предприятий в атмосферу относятся

следующие: зола, оксид цинка, силикаты, хлорид свинца, диоксид и триоксид серы, сероводород, альдегиды, углеводороды, смолы, оксид и диоксид азота, аммиак, озон, оксид и диоксид углерода, фтороводород, хлороводород, радиоактивные газы, аэрозоли и пыли.

При сжигании топлива, прежде всего каменного угля, образуется большое количество техногенной пыли. Так, в процессе сжигания 1 т каменного угля образуется в среднем около 90...100 кг летучей золы, т. е. при степени очистки пылегазовоздушных выбросов 70...80 % в атмосферу попадает 20...30 кг твердых частиц, при эффективности очистки 97...99 % в атмосферу поступает 1...3 кг. Кроме того, вместе с золой в атмосферу поступает несгоревшее топливо (так называемый недожег), являющееся еще одним серьезным загрязнением окружающей воздушной среды.

Одним из наиболее многотоннажных выбросов промышленных предприятий в атмосферу является пыль, частицы которой содержат металлы, кварц, песчаник и т. д. Независимо от их происхождения, частицы пыли бывают настолько малого размера, что могут в течение длительного времени находиться в воздухе во взвешенном состоянии.

Наиболее эффективным способом защиты воздушного бассейна Земли от загрязнения вредными пылегазовыми веществами является внедрение в производство безотходных технологий. Однако по техническим и экономическим соображениям

создание полностью беструбных и бессточных промышленных предприятий, полная утилизация отходов производства станут всеобъемлющей основой производственной деятельности только в более или менее отдаленном будущем. В связи с этим в настоящее время очень актуальна очистка и обезвреживание промышленных пылегазовоздушных выбросов с помощью эффективных фильтров-пылегазоуловителей [1].

Для очистки производственных пылегазовоздушных выбросов от пыли применяются фильтры-пылеуловители, которые по принципу действия делятся на механические и силовые. В механических фильтрах-пылеуловителях очистка пылегазовоздушных выбросов от пыли достигается за счет использования различных жестких или гибких фильтрующих перегородок или насыпных слоев фильтрующего материала.

Конструктивно фильтрующие перегородки (кроме стационарных) оформляют в виде сменных патронов, кассет, рукавов; неподвижного, движущегося или псевдооживленного слоев зернистых частиц.

Очистка производственных пылегазовоздушных выбросов от пыли в силовых фильтрах-пылеуловителях осуществляется за счет использования силовых полей: электрического, инерционного, гравитационного, магнитного и т. д.

В силовых электрических фильтрах частицы пыли, содержащиеся в пылегазовоздушных выбросах промышленных предприятий, проходя через электростатическое поле, получают электрический заряд, а затем осаждаются на противоположно заряженных электродах.

Существующие промышленные системы электрического пылеулавливания (электрическое осаждение частиц пыли из потока газа) позволяют обрабатывать значительные объемы (порядка сотен тыс. м³/ч) потока пылегазовоздушных выбросов, имеющих высокую температуру и агрессивность. КПД таких систем достаточно высок.

Для очистки пылегазовоздушных выбросов промышленных предприятий от вредных паров, газов и токсичных веществ используют сорбционные, химические, термические, биохимические и другие способы очистки и обезвреживания.

К наиболее распространенным способам очистки и обезвреживания промышленных пылегазовоздушных выбросов от вредных и токсичных веществ относятся сорбционные способы (адсорбция и абсорбция). При этом либо происходит процесс физической сорбции, либо сорбент вступает в химическое взаимодействие с сорбируемым компонентом (химическая сорбция).

В последние годы заметно повысился интерес российских и зарубежных фирм по производству

техники для очистки и обезвреживания промышленных пылегазовоздушных выбросов к созданию новых фильтров-пылегазоуловителей с высокими технико-экономическими показателями. В зависимости от агрегатного состояния вредных примесей, содержащихся в производственных пылегазовоздушных выбросах, очистительное (фильтрующее) оборудование подразделяется на пылеулавливающее (фильтры-пылеуловители), газоочистительное (фильтры-газоуловители) и пылегазоочистительное (фильтры-пылегазоуловители).

Механический кассетный фильтр (рис. 1) [2], отличающийся компактностью, простотой конструкции, надежностью эксплуатации, а также высокими технико-экономическими показателями, эффективно очищает поток пылегазовоздушных выбросов от высокодисперсной пыли и одновременно осуществляет регенерацию фильтровального материала без снижения производительности фильтра.

Фильтр состоит из корпуса 1 с входным 8 и выходным 5 патрубками, бункеров 7, устройства импульсной регенерации 2 фильтрующих кассет с клинообразными карманами 6, изготовленными из фильтровального материала повышенной плотности и проволочного объемного каркаса клинообразной формы, пирамидальных съемных колпаков 4 с рассекателями воздуха, размещенными под продувочными клапанами 3 устройства импульсной регенерации 2. Угол раскрытия колпаков 4 составляет 60...90°. Корпус 1 фильтра снабжен жестко закрепленными на нем стержнями, к которым свободно подвешены фильтрующие кассеты.

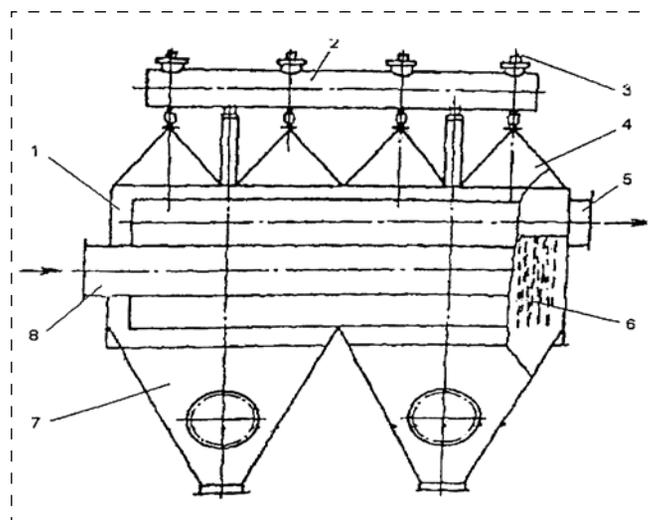


Рис. 1. Механический кассетный фильтр для очистки пылегазовоздушных выбросов от высокодисперсной пыли

Пылегазовоздушные выбросы через входной патрубок 8 поступают на очистку в корпус 1 в камеру загрязненных пылегазовоздушных выбросов и дальше распределяются по внешней поверхности фильтрующего материала кассет между карманами 6. После фильтрации очищенные от частиц загрязнений пылегазовоздушные выбросы поступают в камеру очищенных пылегазовоздушных выбросов корпуса 1 и выводятся через патрубок 5.

По мере накопления слоя частиц пыли на поверхности фильтрующего материала кассет аэродинамическое сопротивление механического фильтра увеличивается, и по мере достижения определенного перепада давления между камерами загрязненных и очищенных пылегазовоздушных выбросов автоматически срабатывают продувочные клапаны 3 устройства импульсной регенерации 2. Сжатый воздух импульсом подается из продувочных клапанов 3 в пирамидальные съемные колпаки 4. Формирование фронта ударной волны за счет импульса сжатого воздуха обеспечивается углом раскрытия пирамидальных съемных колпаков 4 и установленных в нижней части пирамидальных съемных колпаков рассекающей волды. Ударная волна, созданная импульсом сжатого воздуха, действует на внутреннюю поверхность фильтрующего материала кассет (со стороны камеры очищенных пылегазовоздушных выбросов) и создает на ней противодавление. Клинообразный карман 6 фильтрующего материала каждой кассеты резко раскрывается, и частицы пыли с его внешней поверхности сбрасываются в бункер 7 корпуса 1 фильтра.

Высокой эффективностью фильтрации и большой пылепоглощающей способностью обладает механический фильтр с двумя фильтрующими перегородками для очистки потока производственных пылегазовоздушных выбросов от твердых частиц загрязнений [3].

Перегородки изготавливаются из волокон оксида алюминия, имеющих диаметр в интервале от 0,6 до 3,5 мкм, при этом асимметричные поры первой перегородки составляют 38 мкм и менее, а второй — 10 мкм и менее. Материал фильтрующих перегородок способен задерживать частицы загрязнений, размер которых на порядок меньше указанного размера асимметричных пор.

Повышенную степень очистки пылегазовоздушных потоков от пыли обеспечивает механический фильтр [4], состоящий из корпуса, фильтрующего блока, закрепленного на перегородке в корпусе устройства для регенерации фильтрующего блока и бункера для сбора частиц пыли. Фильтрующий блок состоит из фильтрующих патронов, изготовленных из листовой пористой

металлокерамики, полученной прокаткой из металлокерамического порошка с последующим спеканием при температуре 800...1300 °С.

Для эффективной очистки загрязненных воздушных потоков от взвешенных твердых частиц загрязнений фирма General Electric Co. (США) разработала конструкцию механического фильтра [5], содержащего несколько фильтрующих патронов. Фильтр отличается большой надежностью в работе и лучшей очисткой (регенерацией) фильтрующих патронов. Это обеспечено тем, что для очистки патронов от налипших на поверхности частиц загрязнений используются импульсы сжатого воздуха среднего давления, подаваемого через верхние открытые концы патронов противотоком к направлению очищаемого воздушного потока при работе фильтра.

Фильтр-пылеуловитель [6], состоящий из электростатического (электрического) фильтра и механического фильтра с фильтрующими рукавными элементами (рис. 2), обеспечивает высокую степень очистки при улавливании высокоабразивной пыли с повышенным удельным электрическим сопротивлением из пылегазовоздушного потока.

Пылегазовоздушный поток большой запыленности поступает на очистку в корпус 1 фильтра-пылеуловителя через диффузор 2, равномерно распределяется по сечению корпуса 1 за счет газораспределительной решетки 3, после чего подвергается предварительной очистке в полях электрофильтра 4. Далее пылегазовоздушный поток поступает через фиксирующую газораспределительную решетку 5 к фильтрующим рукавным элементам 6 плоской формы. Фильтрующий

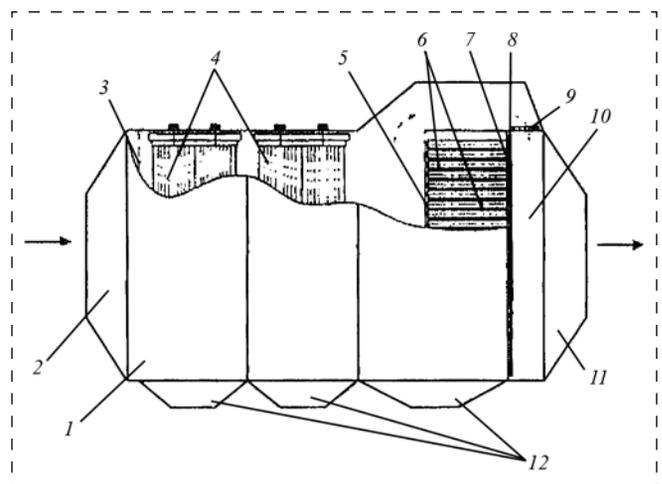


Рис. 2. Фильтр-пылеуловитель, состоящий из электростатического и механического фильтров для очистки пылегазовоздушных выбросов от частиц пыли

материал решетки 5 собран в складки, где происходит очистка от пыли.

Горловины фильтрующих рукавных элементов 6 механического фильтра закреплены в рукавной плите 7, которая в свою очередь закрывает торцевую часть корпуса 1 по ходу движения пылегазовоздушного потока. За ней расположена система регенерации 8 фильтрующих элементов 6, которая размещена в камере 10 очищенного пылегазовоздушного потока, являющейся также камерой для обслуживания фильтрующих элементов 6, причем выше нее расположены предохранительные клапаны с программным контроллером 9.

В случае резкого увеличения температуры поступающего на очистку пылегазовоздушного потока предохранительные клапаны с программным контроллером 9 открываются, и газовый поток направляется напрямую от последнего поля электрофильтра в камеру 10, а далее в конфузур 11, минуя фильтрующие элементы 6 и тем самым предохраняя их от сгорания. При снижении температуры поступающего на очистку газа до нормы предохранительные клапаны с программным контроллером 9 закрываются, и очистка газа фильтрующими элементами 6 возобновляется. Улавливаемая полями электрофильтра 4 и фильтрующими элементами 6 пыль накапливается в бункерах 12, расположенных под корпусом 1 фильтра-пылеуловителя.

Для повышения эффективности процесса очистки пылегазовоздушного потока, содержащего высокоагрессивные газовые примеси, разработан электрофильтр мокрого типа [7] с применением полимерного композиционного материала в конструкции электродов. Этот полимерный материал на основе полипропилена обладает высокой электропроводностью и теплопроводностью, химической стойкостью в широком диапазоне температур, механической прочностью в условиях эксплуатации и морозостойкостью, что значительно увеличивает надежность и эффективность работы электрофильтра.

Электростатическое очистительное устройство [8], конструктивная схема которого изображена на рис. 3, удобно в эксплуатации и отличается повышенной эффективностью очистки пылегазовоздушного потока от аэрозольных частиц. Устройство включает корпус 2 с входной полостью 1 и выходной полостью 6. В поперечном сечении корпуса 2 под углом α к горизонту смонтирован пористый осадительный электрод 7, выполненный из обычной металлической сетки. С зазором δ относительно пористого осадительного электрода 7 на изоляторах 4 смонтированы коронирующие электроды 3, выполненные в виде

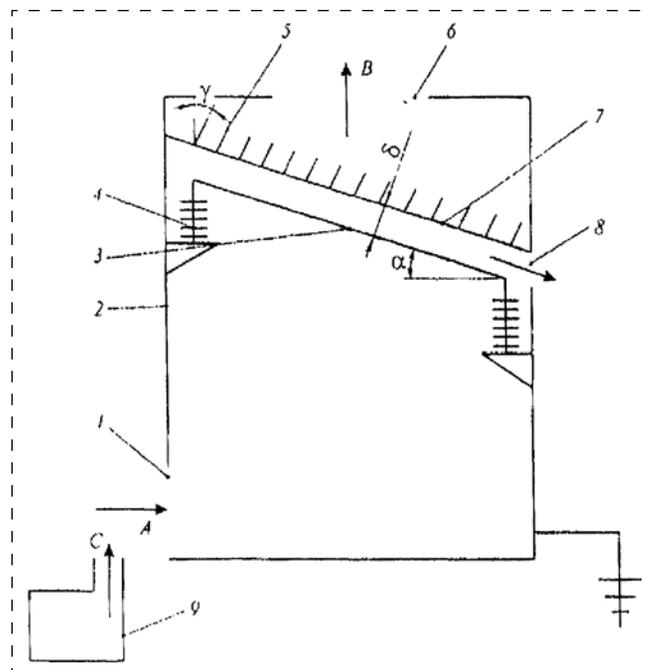


Рис. 3. Конструктивная схема электростатического очистительного устройства для очистки потока пылегазовоздушных выбросов от аэрозольных частиц загрязнений

проводов малого (менее 1 мм) диаметра. Для эффективного горения коронного разряда зазор δ должен быть равным примерно 10 см. У входной полости 1 установлен диспергатор 9, генерирующий воздушно-капельную смесь.

Для повышения эффективности работы устройство снабжено направляющими лопатками 5, устанавливаемыми за электродом 7 и обеспечивающими разворот очищаемого пылегазовоздушного (газового) потока вдоль корпуса 2 в направлении выходной полости 6. Лопатки 5 устанавливаются под углом γ к электроду 7. Для отвода сепарируемой жидкости в корпусе 2 в месте контакта нижней части электрода 7 выполнено дренажное отверстие 8, к которому присоединяется шланг для отвода загрязненной жидкости в систему утилизации отходов (на рис. 3 шланг и система не показаны).

При подаче высокого напряжения на коронирующие электроды 3 зажигается коронный разряд между коронирующими электродами 3 и осадительным электродом 7. Образующийся в процессе коронного разряда ионный ветер движет очищаемую газовую массу от электродов 3 к электроду 7, формируя направленный очищаемый газовый поток от входной полости 1 (поток газа входит по стрелке А) к выходной полости 6 (поток газа выходит по стрелке В). У входной полости 1 с помощью диспергатора 9 формируется капельная дисперсия.

Подлежащий очистке газовый поток, входящий по стрелке А, смешивается с капельной

дисперсией и с помощью ионного ветра попадает в разрядный промежуток δ , в котором капли жидкости и подлежащие сепарации от газового потока аэрозоли получают электрические заряды. Вследствие сложных микрофизических процессов происходит захват подлежащих сепарации от газового потока аэрозолей каплями жидкости. Электрически заряженные капли жидкости, захватившие аэрозоли, двигаясь по силовым линиям электрического поля, попадают на поверхность заземленной сетки (электрод 7). Электрически заряженные капли при прохождении через поры осадительного электрода 7 осаждаются на его заземленной поверхности.

Очищенный газовый поток выносится за пределы пористого осадительного электрода 7 ионным ветром и, отражаясь от направляющих лопаток 5, выносится через выходное отверстие 6 наружу по стрелке В. Собранные на поверхности осадительного электрода 7 капли укрупняются и через поры стекают вниз за счет гравитационных сил к дренажному отверстию 8. Установка осадительного электрода 7 под углом γ к горизонту снижает вероятность срыва капель жидкости с его поверхности и попадания их в разрядный промежуток δ (зазор дельта), что снижает вероятность электрического пробоя и обеспечивает устойчивое горение коронного разряда.

Силовой центробежный фильтр-пылеуловитель (рис. 4) [9] отличается повышенной эффективностью очистки производственных пылегазовоздушных выбросов промышленных предприятий от частиц пыли и состоит из цилиндрического корпуса 1 с входным патрубком 2, расположенным тангенциально под углом к горизонтали, с выходным патрубком 3, расположенным соосно в центре корпуса 1, и с разгрузочным патрубком 4, расположенным соосно в конце конической части корпуса 1, и вставки 5 в форме винтовой поверхности (см. рис. 4, б), имеющей бортик 2 со щелевыми улавливающими отверстиями 6.

Поток пылегазовоздушных выбросов поступает на очистку в корпус 1 фильтра-пылеуловителя через патрубок 2 и движется по спирали по направлению к нижнему концу выходного патрубка 3. Под действием возникающей при этом центробежной силы частицы пыли, находящиеся в потоке пылегазовоздушных выбросов, движутся к стенке корпуса 1 фильтра-пылеуловителя. При этом частицы пыли большого размера касаются стенки корпуса 1 выше места установки

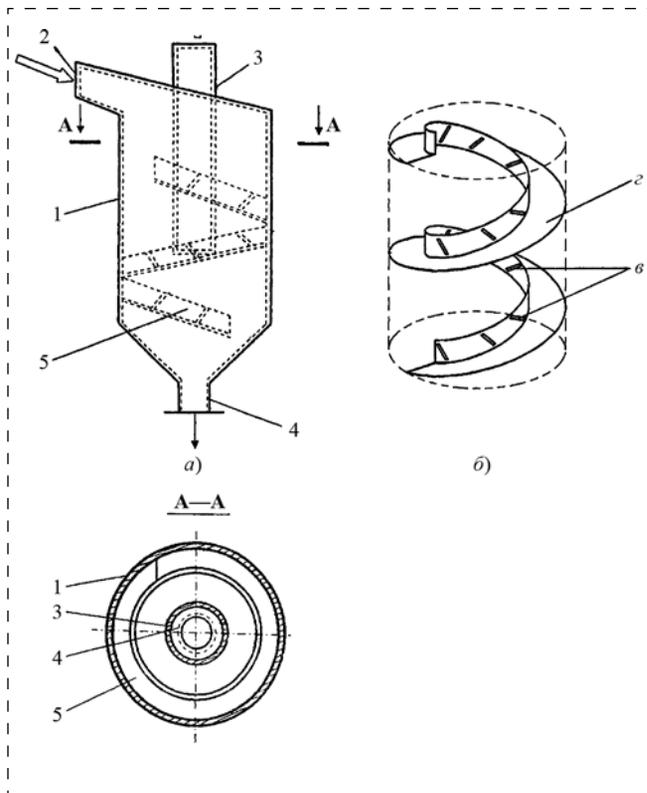


Рис. 4. Силовой центробежный фильтр-пылеуловитель:
а — внешний вид фильтра-пылеуловителя; б — винтовая поверхность вставки 5 с бортиком 2 и отверстиями 6

вставки 5, опускаются по стенке корпуса 1 на поверхность вставки 5 и движутся по ней вниз в коническую часть корпуса 1 к разгрузочному патрубку 4. Частицы пыли меньшего размера, имеющие меньшую радиальную составляющую скорости, движутся в нисходящем потоке очищаемых пылегазовоздушных выбросов, тем самым достигают поверхности бортика 2.

Продолжая движение по поверхности бортика 2, мелкие частицы пыли проходят через щелевые улавливающие отверстия 6, попадая на поверхность вставки 5, и движутся по ней совместно с крупными частицами пыли вниз к разгрузочному патрубку 4 и благодаря этому улавливаются. Бортик 2 вставки 5 также предотвращает вынос частиц пыли из корпуса 1 фильтра-пылеуловителя с выходящим потоком очищенных пылегазовоздушных выбросов при прохождении зоны его поворота в выходной патрубок 3.

Высота бортика 2, количество витков, форма образующей винтовой поверхности вставки 5, а также конфигурация, размеры, угол наклона и количество щелевых улавливающих отверстий в на бортике 2 определяются в зависимости от

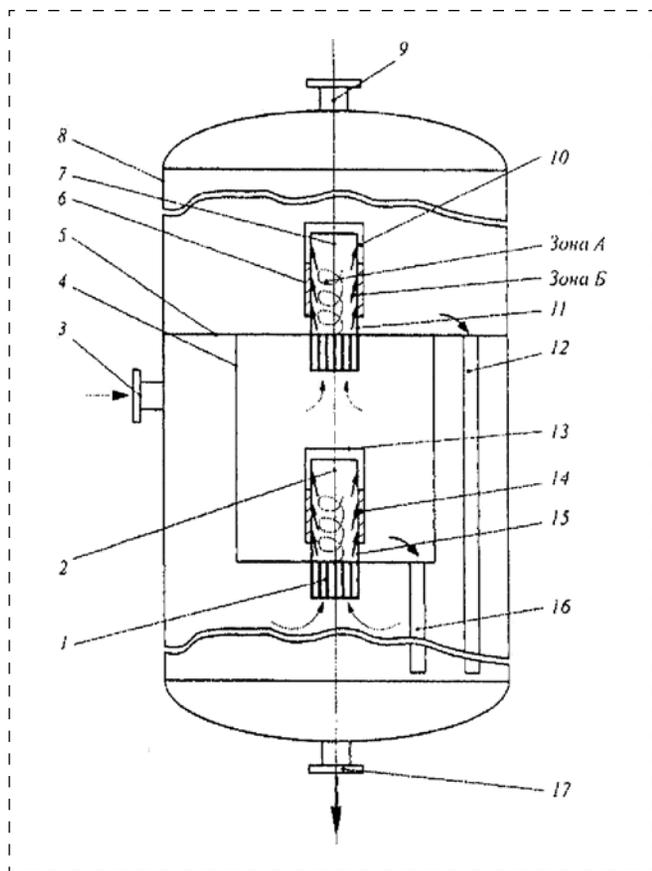


Рис. 5. Устройство для силовой центробежной очистки потока пылегазовоздушных выбросов от вредных жидких примесей

концентрации, физико-механических свойств пыли и режимных параметров работы фильтрапылеуловителя.

Устройство для силовой центробежной очистки потока пылегазовоздушных выбросов от вредных жидких примесей [10] с использованием центробежных сил, возникающих при закручивании пылегазожидкостного потока, отличается высокой производительностью процесса сепарации (рис. 5).

Поток пылегазовоздушных выбросов через патрубок 3 попадает в корпус 8 очистительного устройства и далее на завихритель 1 центробежного элемента 2 камеры 4, в котором очищаемый поток приобретает центробежное движение, при этом формируются центральная (А) и периферийная (Б) зоны разделяемого пылегазожидкостного потока. Под действием центробежных сил жидкая фаза потока перемещается в периферийную зону Б центробежного поля, при этом вода осаждается на внутренней гидрофильной поверхности обечайки 15 центробежного элемента 2.

Вода обволакивает гидрофильную поверхность обечайки 15, после чего основное количество воды в виде пленки направляется в зазор между обечайкой 15 и пленкосъемником 13, стекает по каплеотбойнику 14 в нижнюю часть камеры 4 и через дренажный патрубок 16 и далее патрубок 17 отводится из устройства. Вместе с водой через зазор между обечайкой 15 и пленкосъемником 13 частично отводится захваченный воздух и часть масла в режиме револьвентного течения, стекающего по пленке воды.

Основная часть масла уносится вместе с очищенным воздухом в центробежный элемент 7, внутренняя поверхность обечайки 11 которого олеофильна. Попав в зону действия центробежного поля, масляная аэрозоль под действием центробежных сил направляется в периферийную зону Б центробежного поля, где и осаждается на внутреннюю олеофильную поверхность обечайки 11 центробежного элемента 7. Масло обволакивает олеофильную поверхность обечайки 11, после чего в виде пленки направляется в зазор между обечайкой 11 и пленкосъемником 10, стекает по каплеотбойнику 6 на горизонтальное полотно 5 и через дренажный патрубок 12 и далее патрубок 17 отводится из устройства. Очищенный воздух отводится за пределы протекания процесса через центральное отверстие пленкосъемника 6 и выводится из очистительного устройства через патрубок 9.

Система для равномерного распределения порошкообразного адсорбента в очищаемых пылегазовоздушных выбросах (рис. 6) [11] оборудована дополнительными устройствами для распыления, например, тремя 7, 8, 9, выполненными по конструкции аналогично основным устройствам для распыления адсорбента, например, четырьмя 11, 12, 13, 14, установленными относительно друг друга на противоположных сторонах корпуса 10 очистительной установки. К дополнительным и основным устройствам 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 для распыления порошкообразного адсорбента по трубопроводу 19 подводится порошкообразный адсорбент, а по трубопроводу 24 — сжатый воздух. Оптимальные параметры потока пылегазовоздушной смеси (порошкообразный адсорбент + воздух), выходящей из каждого устройства 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, обеспечиваются с помощью регулировочных вентилей 1—6, 15—18, 20—23.

Благодаря плоскопараллельной форме расширяющихся потоков пылегазовоздушной смеси (адсорбент + воздух) с углом распыла $\alpha = 60^\circ$

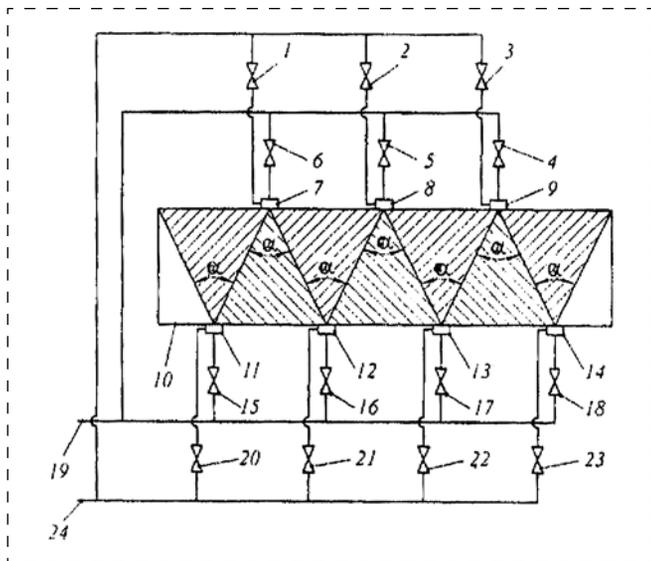


Рис. 6. Система для равномерного распределения порошкообразного адсорбента в очищаемых пылегазовоздушных выбросах

от обеих противоположных сторон корпуса 10, обеспечивается равномерное распределение пылевидного адсорбента по всему поперечному сечению очищаемого потока отходящих пылегазовоздушных выбросов в корпусе 10 очистительной установки, что, в свою очередь, повышает степень очистки пылегазовоздушных выбросов от вредных газовых примесей. Система для равномерного распределения порошкообразного адсорбента в потоке очищаемых пылегазовоздушных выбросов отличается удобством эксплуатации и надежностью в работе.

Для качественного сухого обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов от вредных токсичных газовых примесей предназначен адсорбент [12], имеющий оригинальный способ подготовки его к использованию. Адсорбент содержит стробилы хвойных пород деревьев, мерсеризованные гидроксидом щелочного металла и дополнительно подвергнутые обработке растворами, выбранными из группы: гидроксид кальция, карбонат натрия, серосодержащая соль одного или более щелочных металлов, в которой степень окисления серы не превышает +4. При подготовке адсорбента к использованию мерсеризованные стробилы загружают в осушитель (адсорбер) при влажности 15...30 масс. % и сушат при температуре 40...200 °С до влажности 1...10 масс. %.

Комплексный фильтр-пылегазоуловитель [13] отличается повышенной эффективностью

очистки пылегазовоздушных выбросов от взвешенных частиц загрязнений и вредных газовых примесей. Он состоит из фильтрующего устройства, вентилятора и высоковольтного блока питания. Фильтрующее устройство включает механический фильтр-пылеуловитель грубой очистки, фильтр-поглотитель (адсорбер) с активированным углем и электрические фильтры-пылеуловители, установленные как перед фильтром грубой очистки, так и перед фильтром-поглотителем. В фильтрующее устройство входит также бункер для сбора оседающих в него взвешенных частиц загрязнений от фильтра-пылеуловителя.

Способ адсорбционной очистки и обезвреживания пылегазовоздушных выбросов промышленных предприятий [14] заключается в подаче очищаемого газового потока в нижнюю часть адсорбционного аппарата и последующем пропускании его через адсорбер (внешний и внутренний перфорированные цилиндры, между которыми размещены гранулы адсорбента). Выход очищенного газового потока из адсорбера происходит через выпускной штуцер. Загрузку гранулированного адсорбента и выгрузку его осуществляют через люк, расположенный в крышке корпуса адсорбера. Регенерацию адсорбента осуществляют путем подачи через специальный штуцер водяного пара к барботеру, имеющему перфорированную тороидальную поверхность для более равномерного распределения пара по всей высоте перфорированных цилиндров.

Устройство для удаления твердых веществ (рис. 7) [15] обеспечивает надежную и качественную очистку потока производственных пылегазовоздушных выбросов силовым и механическим способами от твердых частиц загрязнений. Это устройство включает подводящий трубопровод 1 для подачи тангенциально на очистку потока пылегазовоздушных выбросов в разделительную камеру 5, в которой производится силовая центробежная очистка потока А от наиболее крупных частиц загрязнений, механический фильтр 4 для тонкой очистки потока А от мелких частиц загрязнений, выпускной трубопровод 2 для отвода очищенного газового потока, аккумулирующую емкость 6 для хранения уловленных из потока А частиц загрязнений, трубопровод 3 для обратной продувки воздухом или азотом механического фильтра 4 и трубопроводы 7 для отвода из аккумулирующей загрязнения емкости 6

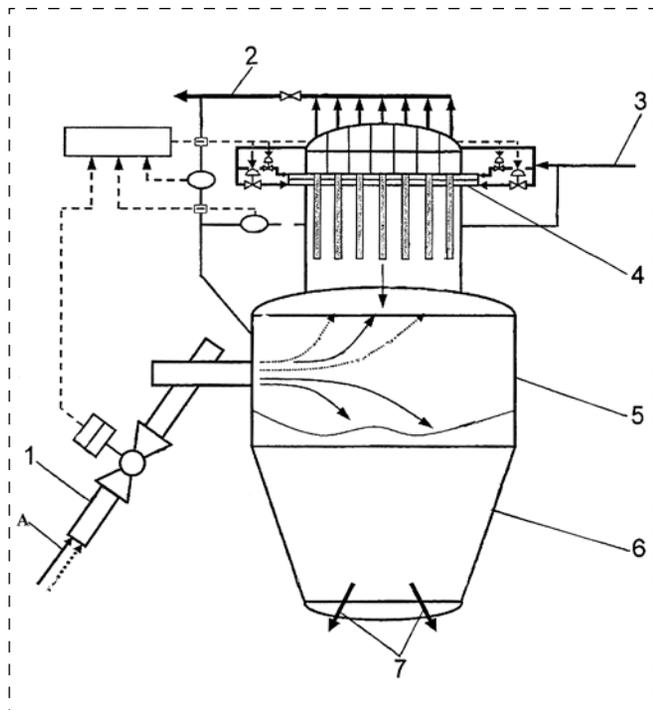


Рис. 7. Устройство для комплексной очистки производственных пылегазовоздушных выбросов от твердых частиц загрязнений

уловленных частиц загрязнений для дальнейшей переработки.

Устройство позволяет осуществлять высокую степень очистки производственных пылегазовоздушных выбросов от твердых частиц загрязнений с оптимальными затратами, а также использовать уловленные частицы загрязнений для дальнейшей переработки.

В современных условиях значительного воздействия недостаточно очищенных от пыли и вредных газовых примесей пылегазовоздушных выбросов промышленных предприятий на окружающую среду весьма актуален поиск наиболее эффективных и экономичных способов, устройств и установок для их очистки и обезвреживания.

Совершенствование конструкций фильтров, устройств и установок для очистки и обезвреживания производственных пылегазовоздушных выбросов — непрерывный процесс, являющийся составной частью технического прогресса. Он обусловлен все возрастающими экологическими и санитарно-гигиеническими требованиями к окружающей воздушной среде и основан на достижениях во многих областях науки и техники.

Список литературы

1. Буренин В. В., Иванина Е. С. Очистка отходящих дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 28—34.
2. Патент 2209655 Россия. МПК В01Д 46/02. Кассетный фильтр / А. В. Ерохин. Опубл. 10.08.2003. Бюл. № 22.
3. Патент 2378035 Россия. МПК В01Д 39/16. Механический фильтр / Ф. Теппер, Л. А. Каледин. Опубл. 10.01.2010. Бюл. № 1.
4. Патент 2290253 Россия. МПК В01Д 46/10. Фильтр из металлокерамики / О. С. Кочетов, М. О. Кочетова, Т. Д. Ходакова и др. Опубл. 27.12.2006. Бюл. № 36.
5. Заявка на патент 10200080377523 Германия. МПК В01Д 46/04. Метод очистки фильтра и система для его проведения. Опубл. 07.05.2009.
6. Патент 2483780 Россия. МПК В01Д 36/02. Электрофильтр с фильтрующими элементами / А. В. Сугак, Л. В. Чекалов, Д. Е. Смирнов, М. Е. Смирнов. Опубл. 10.06.2013. Бюл. № 16.
7. Мошкина С. А., Васьков С. А. Электростатическая очистка газов от пыли и вредных примесей // Экология производства. — 2013. — № 1. — С. 52—55.
8. Патент 2483786 Россия. МПК В01Д 53/32. Способ очистки газов от аэрозолей / А. А. Палей. Опубл. 10.06.2013. Бюл. № 16.
9. Патент 2496584 Россия. МПК В04С 5/103. Центробежный пылеуловитель / Л. М. Гавриленков, Д. В. Каргашилов, А. В. Некрасов. Опубл. 27.10.2013. Бюл. № 30.
10. Патент 2493900 Россия. МПК В01Д 46/00. Способ сепарации газожидкостного потока. / А. В. Литвиненко, С. И. Бойко, Ю. В. Аристович, М. А. Грицай, Л. В. Сапрыкин, А. Ю. Арестенко. Опубл. 27.09.2013. Бюл. № 27.
11. Патент 2484903 Россия. МПК В05В 7/14. Система для распыления сорбента в среде дымовых газов теплотехнических установок. / Д. В. Сталинский, В. Д. Мантула, А. В. Дунаев, А. С. Лавошник, Б. П. Славутский, Д. В. Федорус. Опубл. 20.06.2013. Бюл. № 17.
12. Патент 2409418 Россия. МПК В01У 20/24. Химический поглотитель для обезвреживания газовых выбросов и способ подготовки его к использованию / В. И. Мазин, Е. В. Мазин, Е. В. Мартынов. Опубл. 20.01.2011. Бюл. № 2.
13. Патент 2339879 Россия. МПК F24F 3/16. Пылегазоочиститель / В. А. Рогов, В. В. Силин, Ю. П. Елистратов, Р. А. Степень, А. В. Рогов. Опубл. 27.11.2008. Бюл. № 33.
14. Патент 2350377 Россия. МПК В01Д 53/02. Способ очистки газов / О. С. Кочетов, М. О. Кочетова. Опубл. 27.03.2009. Бюл. № 9.
15. Патент 2510288 Россия. МПК В01Д 45/02. Способ и устройство для удаления твердых веществ в форме частиц из газового потока / Эдер Томас, Мильнер Роберт, Райн Роберт, Шейк Йоханнес Леопольд. Опубл. 27.03.2014. Бюл. № 9.



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

New Designs of Filters, Devices and Equipment for the Treatment and Disposal of Industrial Dust — Gas — Air Emissions of Dust and Harmful Gas Impurities

There are consider new process and design of devices for purification and neutralization of dust — gas —air emissions distinguished by improved characteristics and suggested in patents and scientific — technical literature of the industrially advanced countries of the world. The basic tendencies of development of designs of devices and filters for dust — gas —air emissions purification and neutralization are shown.

Keywords: dust — gas —air emissions, decontamination methods, industrial enterprise, environmental protection, dust recovery filters

References

1. **Burenin V. V., Ivanina Ye. S.** Ochistka otkhodyashchikh dymovykh gazov teplovykh elektrostantsiy, rabotayushchikh na ugle. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 7. P. 28—34.
2. **Patent** 2209655 Rossiya. MPK V01D 46/02. Kassetnyy fil'tr / A. V. Yerokhin. Opubl. 10.08.2003. Byul. No. 22.
3. **Patent** 2378035 Rossiya. MPK V01D 39/16. Mekhanicheskiy fil'tr / F. Tepper, L. A. Kaledin. Opubl. 10.01.2010. Byul. No. 1.
4. **Patent** 2290253 Rossiya. MPK V01D. 46/10. Fil'tr iz metallokeramiki / O. S. Kochetov, M. O. Kochetova, T. D. Khodakova i dr. Opubl. 27.12.2006. Byul. No. 36.
5. **Zayavka** na patent 10200080377523 Germaniya. MPK V01D 46/04. Metod ochistki fil'tra i sistema dlya yego provedeniya. Opubl. 07.05.2009.
6. **Patent** 2483780 Rossiya. MPK V01D 36/02. Elektrofil'tr s fil'truyushchimi elementami / A. V. Sugak, L. V. Chekalov, D. Ye. Smirnov, M. Ye. Smirnov. Opubl. 10.06.2013. Byul. No. 16.
7. **Moshkina S. A., Vas'kov S. A.** Elektrostaticheskaya ochistka gazov ot pyli i vrednykh primesey. *Ekologiya proizvodstva*. 2013. No. 1. P. 52—55.
8. **Patent** 2483786 Rossiya. MPK V01D 53/32. Sposob ochistki gazov ot aerorozley. / A. A. Paley. Opubl. 10.06.2013. Byul. No. 16.
9. **Patent** 2496584 Rossiya. MPK V04S 5 / 103. Tsentrobezhnyy pyleulovitel' / L. M. Gavrilin, D. V. Kargashilov, A. V. Nekrasov. Opubl. 27.10.2013. Byul. No. 30.
10. **Patent** 2493900 Rossiya. MPK V01D 46/00. Sposob separatsii gazozhidkostnogo potoka. / A. V. Litvinenko, S. I. Boyko, Yu. V. Aristovich, M. A. Gritsay, L. V. Saprykin, A. Yu. Arstenko. Opubl. 27.09.2013. Byul. No. 27.
11. **Patent** 2484903 Rossiya. MPK V05V 7/14. Sistema dlya raspyleniya sorbenta v srede dymovykh gazov teplotekhnicheskikh ustanovok / D. V. Stalinskiy, V. D. Mantula, A. V. Dunayev, A. S. Lavoshnik, B. P. Slavutskiy, D. V. Fedorus. Opubl. 20.06.2013. Byul. No. 17.
12. **Patent** 2409418 Rossiya. MPK V01U 20/24. Khimicheskiy poglotitel' dlya obvezvzhvaniya gazovykh vybrosov i sposob podgotovki yego k ispol'zovaniyu. / V. I. Mazin, Ye. V. Mazin, Ye. V. Martynov. Opubl. 20.01.2011. Byul. No. 2.
13. **Patent** 2339879 Rossiya. MPK F24F 3/16. Pylegazoochistitel' / V. A. Rogov, V. V. Silin, Yu. P. Yelistratov, R. A. Stepen', A. V. Rogov. Opubl. 27.11.2008. Byul. No. 33.
14. **Patent** 2350377 Rossiya. MPK V01D 53/02. Sposob ochistki gazov / O. S. Kochetov, M. O. Kochetova. Opubl. 27.03.2009. Byul. No. 9.
15. **Patent** 2510288 Rossiya. MPK V01D 45/02. Sposob i ustroystvo dlya udaleniya chastits iz gazovogo potoka. / Eder Tomas, Mill'ner Robert, Rayn Robert, Sheyk Yokhannes Leopold. Opubl. 27.03.2014. Byul. No. 9.

Анонс

В следующем номере журнала будет опубликована статья **Ивановой О. А., Ксенофонтова Б. С., Иванова М. В.** "Интенсификация процесса обеззараживания сточной воды методом виброакустического воздействия".



УДК 536.4

С. А. Шевырев, канд. техн. наук, науч. сотр.,
М. А. Дмитриенко, асп., инж., e-mail: mad2@tpru.ru, А. Г. Косинцев, студент,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Снижение концентраций антропогенных выбросов при сжигании углей и отходов углепереработки в составе композиционных жидких топлив

Отмечено, что рост концентрации антропогенных выбросов при сжигании углей и продуктов углепереработки приводит не только к загрязнению окружающей среды, разрушению озонового слоя Земли и усилению парникового эффекта, но также к возникновению серьезных проблем со здоровьем людей. Представлен анализ преимуществ и недостатков существующих способов снижения концентраций антропогенных выбросов при сжигании основного твердого топлива (угля) и отходов углеперерабатывающих предприятий. В качестве одного из наиболее перспективных выделено направление использования углей и отходов их переработки в качестве компонентов водоугольных (ВУТ) и органоводоугольных (ОВУТ) суспензий топлива. Рассмотрено экспериментальное исследование экологических индикаторов сжигания угля, суспензий ВУТ и ОВУТ в специализированной камере (температура окислителя (воздуха) 500...1000 °С). Обосновано преимущество использования композиций суспензий ОВУТ в качестве топлива с энергетической, экономической и экологической точек зрения.

Ключевые слова: уголь, отходы углепереработки, водоугольное и органоводоугольное топливо, сжигание, загрязнение окружающей среды, антропогенные выбросы

Введение

Уголь вплоть до середины XX века был основным источником производства энергии. В настоящее время, несмотря на активное использование нефти, газа и урана, доля угля в мировом производстве электроэнергии составляет около 42 % [1]. В энергетике чаще всего применяется каменный уголь и антрацит, характеризующиеся высокой теплотой сгорания (24...30 МДж/кг и 30...32 МДж/кг), низким содержанием влаги и летучих компонентов.

В процессе сжигания угля образуется не только тепловая энергия, но высвобождается большое количество антропогенных выбросов, к которым относят [1, 2]: частицы золы, оксиды серы (SO_x), азота (NO_x) и углерода (CO_x). В Китае из 100 % выбросов частиц золы 70 % являются результатом деятельности угольных энергетических предприятий [2]. Аналогично обстоит дело с выбросами диоксида серы (SO_2) — 90 % из 100 %, оксидов азота (NO_x) — 67 %, диоксида углерода (CO_2) — 70 % из 100 %. Определяющим фактором, влияющим на количество выбросов при сжигании угля, является компонентный состав последнего, например, содержание тяжелых металлов, таких как кадмий (Cd), свинец (Pb), магний (Mg), а также таких элементов, как сера (S), хлор (Cl), углерод (C) [3].

Большие объемы выбросов приводят к серьезному загрязнению окружающей среды и ухудшению здоровья населения. Так, например, в Индии [4] зарегистрировано около 20 млн случаев заболевания астмой, вызванных воздействием на организм человека твердых частиц золы.

Проблемы загрязнения окружающей среды, возникающие при использовании угля в качестве топлива, требуют создания эффективных способов снижения выбросов в атмосферу [5]. В связи с этим становится актуальным проведение исследований и опытно-конструкторских разработок в области сжигания угля и продуктов углепереработки (например, фильтр-кеков) при контроле экологических индикаторов.

Цель настоящей работы — анализ концентраций загрязняющих веществ при сжигании углей и отходов углепереработки.

Современные методы снижения антропогенных выбросов

В настоящее время во многих странах мира (в частности, Китае, Индии, США, Великобритании, России, Германии, Сингапуре) особое внимание уделяется разработке и внедрению экологически чистых угольных технологий [2, 6, 7], среди которых можно выделить: 1) технологию улавливания и хранения углерода — Carbon Capture and Storage (CCS); 2) технологию улавливания и

использования углерода — Carbon Capture and Utilisation (CCU).

Первая из этих технологий предполагает улавливание CO_2 из крупных источников (электростанций, сталелитейных, цементных, нефте- и газоперерабатывающих заводов и фабрик), его транспортировку и дальнейшее хранение в геологических формациях (истощенные нефтяные и газовые месторождения, минерализованные водонесные пласты и т. д.).

Отличие второй технологии заключается в том, что улавливаемый углекислый газ CO_2 служит в качестве коммерческого продукта для пищевой и химической промышленности.

Применение данных технологий весьма эффективно (скорость захвата выбросов CO_2 составляет 87...100 %) [6]. С точки зрения экономической выгоды они уступают другим методам в связи с высокими затратами энергии, необходимой на добычу, транспортировку и подготовку минералов для удержания CO_2 .

Данные некоторых работ [8—10], посвященных кислородному сжиганию пылевидного угля, подтверждают перспективность использования данной технологии для сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов (в частности, CO_2). Сравнительный анализ показывает, что применение кислородного сжигания угольной пыли позволяет не только переработать образующийся CO_2 , но также снизить выбросы оксидов азота (NO_x). Например, в работе [8] приведены результаты моделирования сжигания пылевидного угля в кислороде. Изменялось соотношение размеров частиц угольной пыли (сверхтонких — 20 мкм и обычных — 70 мкм). Результаты показали, что смешивание пылевидных углей с частицами разных размеров может повысить не только воспламенение и производительность горения, но также сократить выбросы NO_x . Наиболее значимо данный эффект проявляется при увеличении отношения количества сверхтонкого угля к количеству обычного с 30 до 50 % [8].

Еще одним перспективным подходом снижения выбросов CO_2 и минимизации проблем, связанных с глобальным потеплением, является совместное сжигание угля и биомассы в качестве топлива [11—13]. Биомасса составляет 10...14 % от общего мирового объема топлива и является четвертым по величине глобальным энергетическим ресурсом [14]. Применение данной технологии связано с рядом недостатков, например, дорогостоящим дооснащением системы впрыска топлива и неустойчивым процессом горения.

В работе [15] предложено использование в качестве топлива угля, пропитанного глицерином. Цель исследований [15] состояла в изучении характеристик полученного топлива и выбросов при его сжигании с использованием экспериментальных

и численных методов. Результаты показали, что пропитка глицерином способствовала увеличению теплотворной способности угля, улучшению горючести при низких и высоких температурах, а также снижению выбросов оксидов азота (NO_x).

На сегодняшний день в России [16—18] и во многих других странах [19—23] актуальным является использование водоугольных (ВУТ) и организоводоугольных (ОВУТ) топлив. Основной акцент при создании суспензий ВУТ и ОВУТ сделан на использовании низкосортных углей, органических отходов и тяжелых нефтяных остатков [3]. Преимущества применения данных видов топлив заключаются в следующем.

Во-первых, замена угля композиционным жидким топливом позволяет минимизировать (практически свести к нулю) выбросы оксидов серы и азота при его сжигании в работе энергетических установок.

Во-вторых, данный подход обеспечивает расширение сырьевой базы для изготовления топлив из отходов и соответствующих остатков, а также повышение полноты сгорания низкосортных углей.

В-третьих, использование отходов углепереработки (в частности, фильтр-кеков) и тяжелых нефтяных остатков в качестве компонентов при создании ВУТ и ОВУТ способствует их эффективной утилизации. Особенно значимым это преимущество становится, если принять во внимание, что уже имеющиеся (аккумулируемые) запасы фильтр-кеков из отвалов достигают нескольких десятков миллионов тонн. Применение подобных продуктов углепереработки устранит необходимость многих стран в добыче угля (и разработке новых месторождений) на длительный период времени.

Фильтр-кеки образуются в процессе обогащения каменных углей при сгущении угольной шламовой суспензии с применением поверхностно-активных веществ (флокулянтов) [24, 25]. Полученная пульпа подается с высокой концентрацией твердых частиц на фильтрование, в результате которого удаляется избыточная влага. Образующийся при этом влажный высокосольный остаток называется кеком. Увлажненные кеки представляют уже готовые суспензии ВУТ (так как в ВУТ, как правило, концентрация угля составляет 40...60 %).

Современные исследования в области снижения выбросов загрязняющих веществ при сжигании ВУТ и ОВУТ в основном направлены:

- 1) на применение технологий сжигания композиционных жидких топлив (в кипящем слое [16], факельно-капельное сжигание над слоем горящего угля [17]);
- 2) на замену чистой воды в составе ВУТ жидкими производственными отходами [19, 20];
- 3) на десульфуризацию (удаление серы) топлива посредством химических процессов [21, 22];

4) на совместное сжигание ВУТ и нефтешламов [23].

Проведены исследования [19] по замене чистой воды в процессе подготовки водоугольной композиции жидкими отходами, образующимися при различных промышленных процессах. Эксперимент проводился для трех образцов, первый из которых был приготовлен с использованием чистой воды (ВУТ), два других — с применением жидких отходов. Результаты показали, что по сравнению с обычными водоугольными суспензиями, композиции ВУТ на основе жидких производственных отходов обладают низкой вязкостью, быстрым зажиганием, высокой температурой пламени и эффективностью сгорания, а также низкой концентрацией выбросов. Применение данного метода позволит сохранить значительное количество чистой воды, а также решить экологические проблемы, связанные с промышленными жидкими отходами.

Известен способ создания водоугольной композиции с использованием осадков сточных вод [20]. Полученное топливо загружалось в специальное устройство с псевдосжиженным слоем, предназначенное для сжигания отходов и органических загрязняющих веществ. Особое внимание в экспериментах уделялось концентрации осадков сточных вод в водоугольной композиции. При увеличении концентрации осадков сточных вод количество содержащихся в дымовых газах оксидов азота (NO_x) увеличивалось, а концентрация оксидов серы (SO_x) снижалась.

К значительному уменьшению концентрации выбросов оксидов серы приводит применение экологически чистых методов удаления серы (десульфуризации) из ВУТ путем добавления в топливо сероудерживающих компонентов (известняк, ацетат кальция, CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , NaBO_2). Например, в работе [21] в качестве такого компонента был применен известняк. При проведении экспериментов варьировалось соотношение кальция и серы. В первом случае исследовался образец ВУТ без добавления сероудерживающего агента. Во втором случае содержание кальция было равно содержанию серы, т. е. отношение Ca/S равно единице. В третьем случае содержание кальция превышало содержание серы в 2 раза. Выявлено, что чем больше соотношение Ca/S , тем меньше скорость высвобождения серы.

При изучении процессов сжигания ВУТ в промышленных котлах на первый план вышла проблема зашлакованности [23]. Ее решением может служить применение технологий сжигания ВУТ в кипящем слое, что также способствует снижению выбросов SO_2 и NO_x .

На сегодняшний день ключевой проблемой остается отсутствие экспериментальных данных об антропогенных выбросах при широком использовании в качестве топлива типичных отходов углеродсодержащих. Важны подходы экологически безопасного для населения применения таких отходов с эффективным получением энергии. Одним из наиболее перспективных считается их сжигание в качестве компонентов ВУТ и ОВУТ.

Экспериментальные исследования экологических индикаторов сжигания углей и отходов углеродсодержащих в составе суспензий ВУТ и ОВУТ

Для измерения концентраций антропогенных выбросов при сжигании топливных навесок разработан экспериментальный стенд (рис. 1). В сквозную керамическую трубку 1 (внутренний диаметр 0,05 м, длина 0,55 м) муфельной печи 2 помещался топливный образец 3 (масса 1 г). Температурный диапазон в печи составлял 500...1000 °С. Контроль и установление необходимой температуры нагрева выполнялись с помощью интегрированных регулятора и термопары типа S

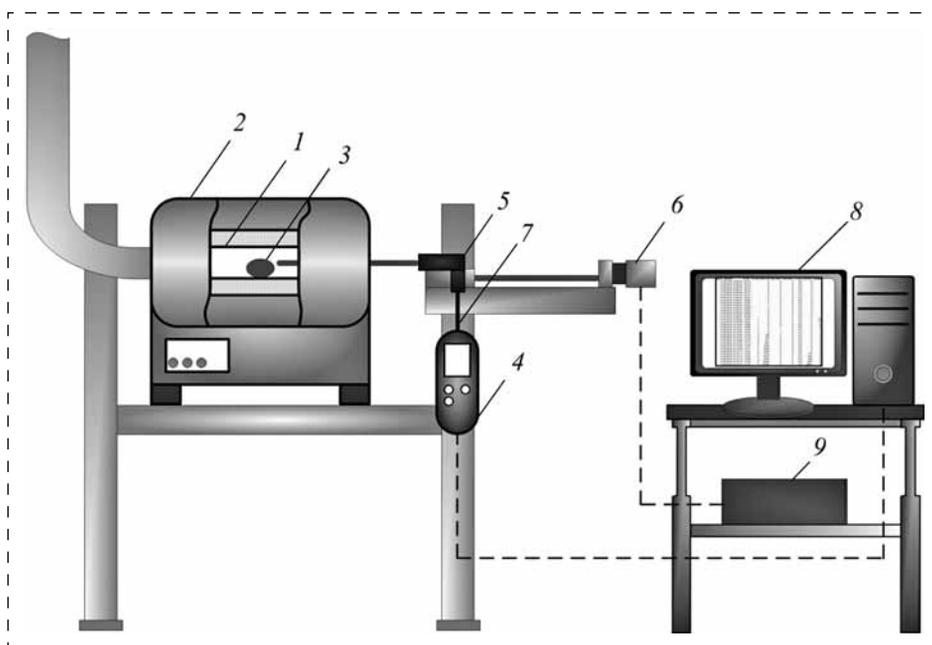


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

1 — керамическая трубка; 2 — муфельная печь; 3 — топливный образец; 4 — газоанализатор; 5 — модульный зонд газоанализатора; 6 — координатный механизм; 7 — газоотборный шланг; 8 — персональный компьютер (ПК); 9 — блок управления координатным механизмом

Таблица 1

**Характеристики измерительных каналов
газоанализатора Testo 340**

Измерительный канал	Диапазон измерений	Дополнительная погрешность
O ₂	0...21 %	0,1 %
CO	0...10 000 ppm*	100 ppm
NO _x	0...2000 ppm	10 ppm
SO ₂	0...2000 ppm	10 ppm
CO ₂	0...20 %	0,1 %

* ppm — единица измерения концентрации (1 ppm = 0,0001 %).

Таблица 2

Результаты технического анализа топливных образцов

Топливный образец	W^a , %	A^d , %	V^{daf} , %	$Q_{s,v}^a$, МДж/кг
Каменный уголь марки "К"	2,05	14,65	27,03	29,76
Фильтр-кек "К" (сухой)	—	26,46	23,08	24,83

(платиноводий-платиновая). Максимальная рабочая температура 1350 °С, предел допускаемых отклонений ± 1 °С. Требуемый температурный режим (с минимальной погрешностью ± 1 °С) обеспечивался в центральной части трубки в связи с однозонным исполнением печи. Для устранения притока воздуха отверстие, через которое топливная навеска помещалась в печь, герметично закрывалось минеральным теплоизоляционным материалом.

Для измерения концентраций CO₂, CO, SO₂, NO_x применялся газоанализатор 4 — Testo 340. Характеристики измерительных каналов газоанализатора представлены в табл. 1. Забор пробы осуществлялся модульным зондом 5 газоанализатора, который был закреплен на координатном механизме 6, обеспечивающем плавное передвижение газоанализатора в горизонтальной плоскости (со скоростью 0,2 м/с). Образующийся при горении топлива поток дымовых газов улавливался чувствительным элементом модульного зонда 5 и по газоотборному шлангу 7 попадал в корпус газоанализатора 4, подключенного к ПК 8. Специализированное программное обеспечение "easyEmission" позволяло в режиме реального времени определять концентрации изучаемых газов.

В качестве топливных образцов для исследования экологических индикаторов процесса сжигания в муфельной печи 2 использованы: каменный уголь марки "К", ВУТ (фильтр-кек "К" 99 %, пластификатор 1 %) и две суспензии ОВУТ (первая — фильтр-кек "К" 89 %, мазут 10 %, пластификатор 1 %; вторая — фильтр-кек "К" 89 %, отработанное турбинное масло 10 %, пластификатор 1 %).

В табл. 2 и 3 представлены результаты технического анализа образцов рассмотренных топлив (влажность W^a , зольность A^d , выход летучих веществ на сухую беззольную массу V^{daf} , теплота сгорания $Q_{s,v}^a$) и характеристики применяемых топливных компонентов (плотность ρ , влажность W^a , зольность A^d , температура вспышки T_f , температура зажигания T_{ign} , теплота сгорания $Q_{s,v}^a$).

На рис. 2 представлены результаты измерения концентраций загрязняющих веществ при сжигании топливных навесок. Известно, что исследованный фильтр-кек "К" устойчиво загорался при температурах выше 500 °С [24]. Поэтому температурный диапазон на рис. 2 можно считать существенно выше предельных (критических) температур зажигания.

Анализ рис. 2, а, полученного по результатам экспериментов при сжигании фильтр-кека и суспензии ОВУТ (с мазутом и отработанным турбинным маслом) на его основе, позволил сделать несколько выводов.

Во-первых, применение ВУТ (кривая 2) позволяет снизить выбросы CO₂ по сравнению с аналогичными показателями для угля (кривая 1). Применение ОВУТ (кривые 3, 4) к снижению CO₂ не приводит, однако концентрации углекислого газа при сжигании такого топлива незначительно превышают (не более 13 %) соответствующие значения для угля (кривая 1). Существенного уменьшения концентрации CO (рис. 2, б) при сжигании ВУТ (кривая 2) и ОВУТ (кривая 3, 4) не наблюдалось. Следует отметить, что концентрации CO при этом несущественно (не более 12 %) отличаются от идентичных показателей для угля (кривая 1).

Во-вторых, снижение температуры в печи T_g является целесообразным, поскольку ведет к уменьшению выбросов CO₂ (рис. 2, а). Снижение температуры в печи может привести к существенному недожогу топлива, о наличии которого свидетельствует повышение концентрации CO в дымовых газах (рис. 2, б) и, как следствие, снижению суммарной теплоты сгорания. Поэтому при выборе параметров технологического процесса сжигания

Таблица 3

Характеристики жидких горючих нефтепродуктов

Образец	ρ при 293 К, кг/м ³	W^a , %	A^d , %	T_f , К	T_{ign} , К	$Q_{s,v}^a$, МДж/кг
Турбинное масло отработанное	868	—	0,03	448	466	44,99
Мазут	1000	6,12	4,06	438	513	39,4



топлива важен компромисс между экологическим, энергетическим и экономическим аспектами.

Основное преимущество ВУТ и ОВУТ заключается в том, что снижаются выбросы оксидов серы и азота (рис. 2, в, г). Образующийся в результате нагрева воды перегретый пар вступает во взаимодействие с углеродом, содержащимся в топливе, образуя монооксид углерода и свободный водород. Происходит термическая диссоциация (разложение вещества, вызываемое его нагревом) воды, в результате которой

освобождаются свободные молекулы кислорода и водорода.

Кислород, образующийся в ходе реакции, стимулирует процесс горения, а водород и монооксид углерода выступают в качестве восстановителей, способствуя снижению содержания оксидов азота и серы в дымовых газах. В то же время, как видно из рис. 2, в и г, концентрации NO_x и SO_2 для ВУТ (кривая 2) меньше, чем для ОВУТ (кривые 3, 4). Это обусловлено тем, что при добавлении в состав топливной суспензии жидкого горючего

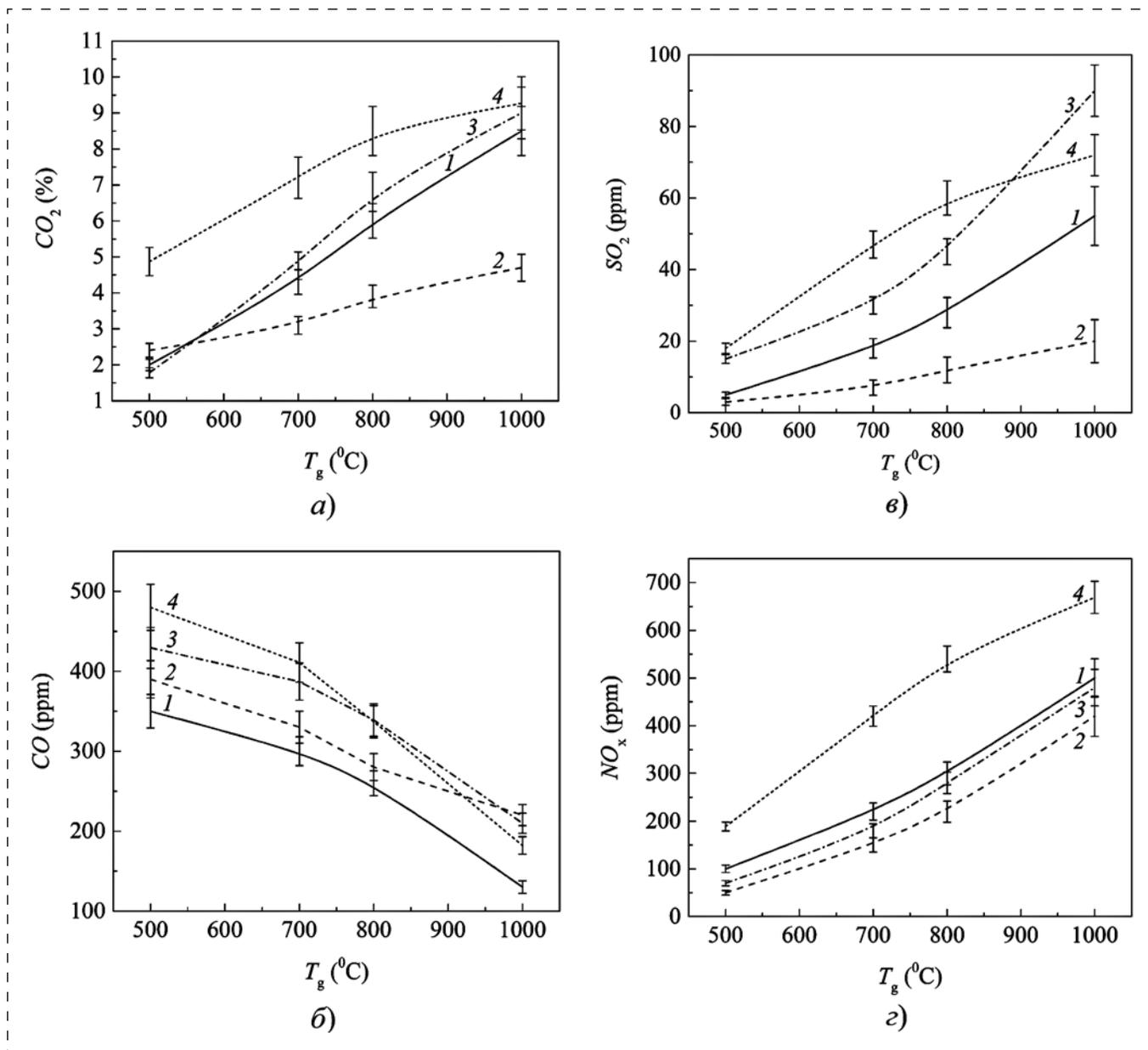


Рис. 2. Зависимости максимальных концентраций CO_2 (а), CO (б), SO_2 (в), NO_x (г) от температуры T_g при сжигании топливных образцов:

1 — каменный уголь марки "К"; 2 — фильтр-кек "К" в исходном влажном состоянии (представляет суспензию ВУТ); 3 — ОВУТ (фильтр-кек "К" 90 %, мазут 10 %, пластификатор 1 %); 4 — ОВУТ (фильтр-кек "К" 89 %, отработанное турбинное масло 10 %, пластификатор 1 %)

компонента (в частности, мазута или турбинного масла) даже в небольшом количестве (10 % по относительной массовой концентрации) возрастает доля горючего в топливной смеси. Как следствие, рост концентраций вредных выбросов для суспензий ОВУТ по сравнению с ВУТ неизбежен.

В работах [24, 25] показано, что добавление жидких горючих компонентов в суспензию ВУТ приводит к снижению минимальной необходимой температуры окислителя (температуры зажигания) на 40...70 °С. Из этого следует, что можно за счет снижения температуры комбинировать возможный рост концентраций CO, CO₂, NO_x и SO₂ вследствие добавления жидких горючих компонентов в состав ОВУТ. К тому же, добавление жидкого горючего компонента приведет к небольшому росту температуры в зоне горения и, соответственно, увеличению интегральных энергетических параметров.

Выводы

1. Применение ВУТ и ОВУТ позволяет значительно снизить концентрации основных антропогенных выбросов (SO₂, NO_x, CO₂) — на 10...50 % по сравнению с сжиганием угля.

2. Применение горючих жидкостей в качестве компонента при создании топливных композиций ОВУТ позволяет снизить температуру зажигания на 40...70 °С, и, как следствие, температурный диапазон сжигания, что согласно полученным данным ведет к сокращению загрязняющих окружающую атмосферу выбросов.

3. Использование отходов обогатительных фабрик (в частности, фильтр-кеков) и тяжелых нефтяных остатков в качестве компонентов при создании ВУТ и ОВУТ позволяет производить их эффективную утилизацию. Кроме того, это не требует больших экономических затрат, так как используются отходы углепереработки.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского научного фонда (проект № 15-19-10003).

Список литературы

1. **Abas N., Khan N.** Carbon conundrum, climate change, CO₂ capture and consumptions // *Journal of CO₂ Utilization*. — 2014. — Vol. 8. — P. 39–48.
2. **Chen W., Xu R.** Clean coal technology development in China // *Energy Policy*. — 2010. — Vol. 38, No. 5. — P. 2123–2130.
3. **Deng S., Shi Y., Liu Y., Zhang C., Wang X., Cao Q., Li S., Zhang F.** Emission characteristics of Cd, Pb and Mn from coal combustion: Field study at coal-fired power plants in China // *Fuel Processing Technology*. — 2014. — Vol. 126. — P. 469–475.
4. **Guttikunda S. K., Jawahar P.** Atmospheric emissions and pollution from the coal-fired thermal power plants in India // *Atmospheric Environment*. — 2014. Vol. 92. — P. 449–460.
5. **Буренин В. В.** Очистка отходящих дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2007. — № 3. — С. 14–21.
6. **Cuellar-Franca R. M., Azapagic A.** Carbon capture, storage and utilisation technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts // *Journal of CO₂ Utilization*. — 2015. — Vol. 9. — P. 82–102.
7. **Markewitz P., Kuckshinrichs W., Leitner W., Linssen J., Zapp P., Bongartz R., Schreiber A., Muller T. E.** Worldwide innovations in the development of carbon capture technologies and the utilization of CO₂ // *Energy and Environmental Science*. — 2012. Vol. 5. — P. 7281–7305.
8. **Gu M. Y., Wu C., Zhang Y., Chu H.** Study on combustion characteristics of two sizes pulverized coal in O₂/CO₂ atmosphere // *Journal of CO₂ Utilization*. — 2014. — Vol. 7. — P. 6–10.
9. **Mackrory A. J., Tree D. R.** Measurement of nitrogen evolution in a staged oxy-combustion coal flame // *Fuel*. — 2012. — Vol. 93. — P. 298–304.
10. **Fujimori T., Yamada T.** Realization of oxyfuel combustion for near zero emission power generation // *Proceedings of the Combustion Institute*. — 2013. — Vol. 34, No. 2. — P. 2111–2130.
11. **Williams A., Pourkashanian M., Jones J. M.** Combustion of pulverised coal and biomass // *Progress in Energy and Combustion Science*. — 2001. — Vol. 27, No. 6. — P. 587–610.
12. **Vuthaluru H. B.** Investigations into the pyrolytic behaviour of coal/biomass blends using thermogravimetric analysis // *Bioresource Technology*. — 2004. — Vol. 92, No. 2. — P. 187–195.
13. **Ma L., Jones J. M., Pourkashanian M., Williams A.** Modelling the combustion of pulverized biomass in an industrial combustion test furnace // *Fuel*. — 2007. — Vol. 86. — P. 1959–1965.
14. **Long H., Li X., Wang H., Jia J.** Biomass resources and their bioenergy potential estimation: A review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2013. — Vol. 26. — P. 344–352.
15. **Lee B., Sh L., Bae J., Choi Y., Jeon C.** Combustion behavior of low-rank coal impregnated with glycerol // *Biomass and Bioenergy*. — 2016. — Vol. 87. — P. 122–130.
16. **Бородуля В. А., Бучилко Э. К., Виноградов Л. М.** Некоторые особенности сжигания в кипящем слое водоугольного топлива из белорусских бурых углей // *Теплоэнергетика*. — 2014. — № 7. — С. 31–36.
17. **Мальцев Л. И., Кравченко И. В., Лазарев С. И., Лапин Д. А.** Сжигание каменного угля в виде водоугольной суспензии в котлах малой мощности // *Теплоэнергетика*. — 2014. — № 7. — С. 25–30.
18. **Баранова М. П., Кулагина Т. А.** Экологически чистая технология получения водоугольных суспензий из низкометаморфизированных углей // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2010. — № 12. — С. 32–35.
19. **Jianzhong L., Ruikun W., Jianfei X., Junhu Z., Kefa C.** Pilot-scale investigation on slurring, combustion, and slagging characteristics of coal slurry fuel prepared using industrial wasteliquid // *Applied Energy*. — 2014. — Vol. 115. — P. 309–319.
20. **Zhao X., Zhu W., Huang J., Li M., Gong M.** Emission characteristics of PCDD/Fs, PAHs and PCBs during the combustion of sludge-coal water slurry // *Journal of the Energy Institute*. — 2015. — Vol. 88, No. 2. — P. 105–111.
21. **Liu J., Zhao W., Zhou J., Cheng J., Zhang G., Feng Y., Cen K.** An investigation on the rheological and sulfur-retention characteristics of desulfurizing coal water slurry with calcium-based additives // *Fuel Processing Technology*. — 2009. — Vol. 90, № 1. — P. 91–98.
22. **Shen Y., Sun T., Jia J.** A novel desulphurization process of coal water slurry via sodium metaborate electroreduction in the alkaline system // *Fuel*. — 2012. — Vol. 96. — P. 250–256.
23. **Wang H., Jiang X., Zhang M., Ma Y., Liu H., Wu S.** A new fluidization–suspension combustion technology for coal water slurry // *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. — 2010. — Vol. 49, № 10. — P. 1017–1024.
24. **Glushkov D. O., Lyrshchikov S. Y., Shevyrev S. A., Strizhak P. A.** Burning properties of slurry based on coal and oil processing waste // *Energy and Fuels*. — 2016. — Vol. 30, № 4. — P. 3441–3450.
25. **Glushkov D. O., Strizhak P. A., Chernetskii M. Yu.** Organic Coal-Water Fuel: Problems and Advances (Review) // *Thermal Engineering*. — 2016. — Vol. 63, № 10. — P. 707–717.



S. A. Shevyrev, Researcher, M. A. Dmitrienko, Postgraduate, Engineer, e-mail: mad2@tpu.ru, A. G. Kosintsev, Student, National Research Tomsk Polytechnic University

Reduction of Anthropogenic Emissions by Combustion the Coal and Coal Processing Waste as a Part of Composite Liquid Fuels

Increasing the concertation of anthropogenic emissions by combustion of coal and coal processing waste leads not only to the environmental pollution, ozone layer destruction and greenhouse effect intensification but also to the emergence of human health issues. This article considers the analysis of actual methods for reduction anthropogenic emissions by combustion of coal and coal processing waste at power plants. Benefits and drawbacks were discussed. Using the coal and coal processing waste as a part of coal-water slurry (CWS) and coal-water slurry containing petrochemicals (CWSP) was emphasized. The experimental researches of environmental indicators of coal, CWS and CWSP combustion were carried out. The combustion chamber was used (the oxidizer (air) temperature varied from 500 °C to 1000 °C). As a primary components for preparing the slurry fuels (CWS, CWSP) were coking coal, filter cake of coking coal, fuel oil, used turbine oil and plasticizer. Using the CWSP as a fuel was proved for energy, environment and economic benefits.

Keywords: coal, coal processing waste, coal-water slurry, combustion, environmental pollution, anthropogenic emissions

References

1. Abas N., Khan N. Carbon conundrum, climate change, CO₂ capture and consumptions. *Journal of CO₂ Utilization*. 2014. V. 8. P. 39–48.
2. Chen W., Xu R. Clean coal technology development in China. *Energy Policy*. 2010. V. 38. No. 5. P. 2123–2130.
3. Deng S., Shi Y., Liu Y., Zhang C., Wang X., Cao Q., Li S., Zhang F. Emission characteristics of Cd, Pb and Mn from coal combustion: Field study at coal-fired power plants in China. *Fuel Processing Technology*. 2014. V. 126. P. 469–475.
4. Guttikunda S. K., Jawahar P. Atmospheric emissions and pollution from the coal-fired thermal power plants in India. *Atmospheric Environment*. 2014. V. 92. P. 449–460.
5. Burenin V. V. Ochistka otkhodyashchikh dymovykh gazov teplovykh elektrostantsiy, rabotayushchikh na ugle. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2007. No. 3. P. 14–21.
6. Cuéllar-Franca R. M., Azapagic A. Carbon capture, storage and utilisation technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts. *Journal of CO₂ Utilization*. 2015. V. 9. P. 82–102.
7. Markewitz P., Kuckshinrichs W., Leitner W., Linssen J., Zapp P., Bongartz R., Schreiber A., Muller T. E. Worldwide innovations in the development of carbon capture technologies and the utilization of CO₂. *Energy and Environmental Science*. 2012. V. 5. P. 7281–7305.
8. Gu M. Y., Wu C., Zhang Y., Chu H. Study on combustion characteristics of two sizes pulverized coal in O₂/CO₂ atmosphere. *Journal of CO₂ Utilization*. 2014. V. 7. P. 6–10.
9. Mackrory A. J., Tree D. R. Measurement of nitrogen evolution in a staged oxy-combustion coal flame. *Fuel*. 2012. V. 93. P. 298–304.
10. Fujimori T., Yamada T. Realization of oxyfuel combustion for near zero emission power generation. *Proceedings of the Combustion Institute*. 2013. V. 34. No. 2. P. 2111–2130.
11. Williams A., Pourkashanian M., Jones J. M. Combustion of pulverised coal and biomass. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2001. V. 27. No. 6. P. 587–610.
12. Vuthaluru H. B. Investigations into the pyrolytic behaviour of coal/biomass blends using thermogravimetric analysis. *Bioresource Technology*. 2004. V. 92. No. 2. P. 187–195.
13. Ma L., Jones J. M., Pourkashanian M., Williams A. Modelling the combustion of pulverized biomass in an industrial combustion test furnace. *Fuel*. 2007. V. 86. P. 1959–1965.
14. Long H., Li X., Wang H., Jia J. Biomass resources and their bioenergy potential estimation: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. V. 26. P. 344–352.
15. Lee B., Sh L., Bae J., Choi Y., Jeon C. Combustion behavior of low-rank coal impregnated with glycerol. *Biomass and Bioenergy*. 2016. V. 87. P. 122–130.
16. Borodulja V. A., Buchilko Je. K., Vinogradov L. M. Nekotoryye osobennosti szhiganiya v kipyashchem sloye vodougol'nogo topliva iz belorusskikh burykh ugley. *Tepljenergetika*. 2014. No. 7. P. 31–36.
17. Mal'cev L. I., Kravchenko I. V., Lazarev S. I., Lapin D. A. Szhiganiye kamennogo uglya v vide vodougol'noy suspenzii v kotlakh maloy moshchnosti. *Tepljenergetika*. 2014. No. 7. P. 25–30.
18. Baranova M. P., Kulagina T. A. Ekologicheski chistaya tekhnologiya polucheniya vodougol'nykh suspenziy iz nizko-metamorfizirovannykh ugley. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2010. No. 12. P. 32–35.
19. Jianzhong L., Ruikun W., Jianfei X., Junhu Z., Kefa C. Pilot-scale investigation on slurrifying, combustion, and slagging characteristics of coal slurry fuel prepared using industrial wasteliquid. *Applied Energy*. 2014. V. 115. P. 309–319.
20. Zhao X., Zhu W., Huang J., Li M., Gong M. Emission characteristics of PCDD/Fs, PAHs and PCBs during the combustion of sludge-coal water slurry. *Journal of the Energy Institute*. 2015. V. 88. No. 2. P. 105–111.
21. Liu J., Zhao W., Zhou J., Cheng J., Zhang G., Feng Y., Cen K. An investigation on the rheological and sulfur-retention characteristics of desulfurizing coal water slurry with calcium-based additives. *Fuel Processing Technology*. 2009. V. 90. No. 1. P. 91–98.
22. Shen Y., Sun T., Jia J. A novel desulphurization process of coal water slurry via sodium metaborate electroreduction in the alkaline system. *Fuel*. 2012. V. 96. P. 250–256.
23. Wang H., Jiang X., Zhang M., Ma Y., Liu H., Wu S. A new fluidization—suspension combustion technology for coal water slurry. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 2010. V. 49. No. 10. P. 1017–1024.
24. Glushkov D. O., Lyrshchikov S. Y., Shevyrev S. A., Strizhak P. A. Burning properties of slurry based on coal and oil processing waste. *Energy and Fuels*. 2016. V. 30. No. 4. P. 3441–3450.
25. Glushkov D. O., Strizhak P. A., Chernetskii M. Yu. Organic Coal-Water Fuel: Problems and Advances (Review). *Thermal Engineering*. 2016. V. 63. No. 10. P. 707–717.

УДК 504.054, 504.064

А. А. Пименов, канд. хим. наук, доц., зав. кафедрой,

А. В. Васильев, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: vasilyev.av@samgtu.ru,
Самарский государственный технический университет

Методологические этапы создания технологий использования ресурсного потенциала отходов нефтегазовой отрасли

Рассмотрены проблемы повышения ресурсного потенциала отходов нефтегазовой отрасли. Предложены методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления, из которых вытекает стадийная структура процесса создания производств по переработке промышленных отходов, а также алгоритм утилизации побочных продуктов и отходов нефтегазовой отрасли. Отмечено, что результаты работы позволяют повысить эффективность использования отходов нефтегазовой отрасли и выбрать наиболее оптимальные технологические решения для их утилизации.

Ключевые слова: отходы, нефтегазовая отрасль, ресурсный потенциал

Проблема повышения эффективности использования ресурсного потенциала (РП) отходов является все более актуальной [1–7]. В процессе создания технологий использования ресурсного потенциала отходов нефтегазовой отрасли осуществляются разработка технологической схемы производства, проектирование промышленной установки, возведение системы и пусконаладочные работы. Эти подэтапы входят в состав основного этапа создания технологий ресурсовосстановления.

Данный методологический этап строится на основе информации и разработок предыдущих методологических ступеней и аккумулирует в себе все результаты, полученные в ходе продвижения от формирования информационных данных о ресурсной ценности отходов к экспериментальному определению компонентного, группового и химического состава и далее — к выбору метода переработки отходов. На рис. 1 представлены методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления, из которых вытекает стадийная структура процесса создания производств по переработке промышленных отходов.

Нетрудно заметить, что в приведенной на рис. 1 последовательности этапы являются составляющими более крупных стадий, рассматриваемых как методологические уровни. Переход к более высокому методологическому уровню осуществляется при отсутствии возможности реализации более простых решений на предыдущем уровне. Таким образом, набор методологических уровней утилизации отходов и побочных продуктов нефтегазовой отрасли можно представить в логической последовательности: 1) информационный этап; 2) технологический этап; 3) основной этап.

На *информационном этапе* реализуется постановка задачи по извлечению ресурса из отхода, оценивается его ресурсный потенциал по историческому критерию. На основе полученной информации проводится поиск возможных потребителей отхода. Важной составляющей информационного этапа является поиск известных существующих технологий переработки отходов, утилизация которых планируется. Даже если имеющаяся информация относится к технологиям, которые не удалось по тем или иным причинам реализовать в промышленности, то такие

информационные данные могут быть использованы для последующих технологических разработок.

Если решить проблему утилизации на условиях простой продажи или передачи не представляется возможным, то встает задача детальной оценки ресурсного потенциала отхода и принятия решения о направлении его переработки. Все эти вопросы решаются на технологическом этапе.

Технологический этап включает стадии всесторонней информационной и экспериментальной критериальной оценки ресурсного потенциала объекта утилизации, проведения технологических исследований.



Рис. 1. Методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления

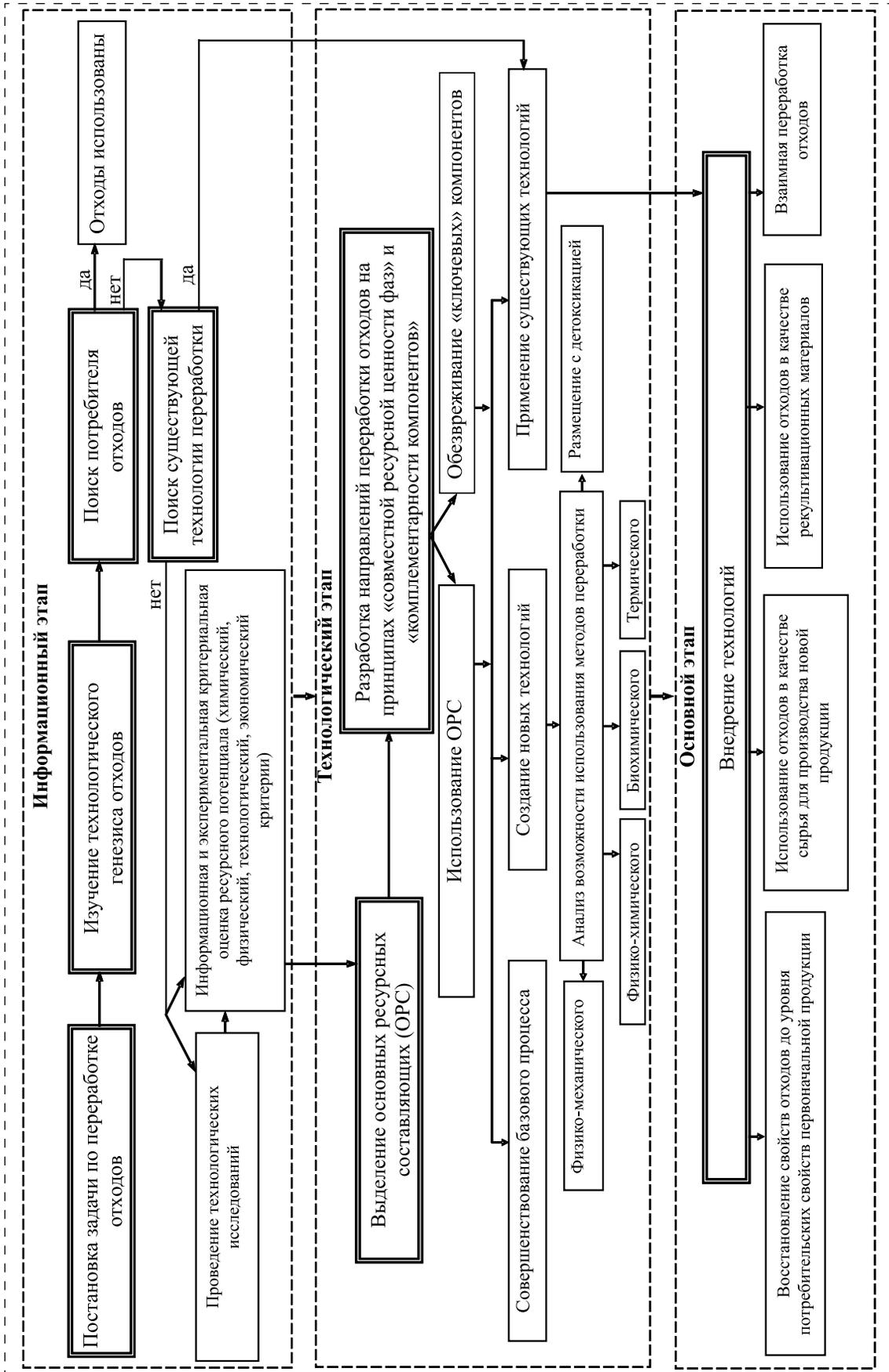


Рис. 2. Методологические этапы и алгоритм утилизации отходов и побочных продуктов нефтегазовой отрасли

Анализ информационных блоков о ресурсном потенциале по химическому, физическому, технологическому и экономическому аспектам, относящимся к отходам нефтегазовой отрасли, позволяет выделить в их групповом, компонентном и химическом составе основные ресурсные составляющие и спрогнозировать направления извлечения ресурсного потенциала.

Основной стадией работ технологического этапа является разработка направлений трансформирования нефтегазопромышленных отходов, анализ методов переработки на предмет возможности их индивидуального использования или в комплексе для превращения основных ресурсных составляющих и, соответственно, всего комплекса отходов в требуемые формы. На технологическом этапе решается вопрос, будут ли ключевые компоненты нефтегазопромышленных отходов переработаны в целевые продукты, или их детоксикация станет наиболее экономически и экологически целесообразным направлением.

Основной этап включает стадии разработки концепции использования ресурсного потенциала отходов и разработки конкретной технологии в рамках принятой концепции.

Предлагаемая обобщенная структура методологических этапов и алгоритм утилизации побочных продуктов и отходов нефтегазовой отрасли приведены на рис. 2. При построении этой схемы использован системный подход к решению проблемы утилизации гетерофазных промышленных отходов.

Заключение

Предложенные методологические этапы создания технологий ресурсовосстановления и алгоритм

утилизации побочных продуктов и отходов нефтегазовой отрасли позволяют повысить эффективность использования отходов и выбрать наиболее оптимальные технологические решения для их утилизации.

Работа выполнена по заданию Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР "Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации отходов производства и потребления". Код проекта 2006."

Список литературы

1. **Васильев А. В.** Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: Учебное пособие. — Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. — 201 с.
2. **Васильев А. В.** Особенности обращения с отходами в условиях урбанизированных территорий // Академический журнал Западной Сибири. — 2015. — Т. 11. — № 1. — С. 111—115.
3. **Васильев А. В., Тупицына О. В.** Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16. — № 5. — С. 308—313.
4. **Заболотских В. В., Васильев А. В.** Образование и переработка отходов лакокрасочных материалов в условиях Самарской области // XV Всероссийская конференция "Химия и инженерная экология" с международным участием: Сборник докладов. — Казань, 2015. — С. 48—51.
5. **Неретин Д. А., Пименов А. А., Васильев А. В.** Разработка технологии утилизации отходов одоранта газа // XV Всероссийская конференция "Химия и инженерная экология" с международным участием: Сборник докладов. — Казань, 2015. — С. 57—61.
6. **Пименов А. А., Быков Д. Е., Васильев А. В.** О подходах к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. — 2014. — № 4. — С. 183—190.
7. **Vasilyev A. V.** Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. — 2014. — No. 6. — P. 43—46.

A. A. Pimenov, Associate Professor, Head of Chair, **A. V. Vasilyev**, Professor, Head of Chair, e-mail: vasilyev.av@samgtu.ru, Samara State Technical University

Methodological Stages of Creation of Technologies of Using of Resource Potential of Waste of Oil Gas Industry

Problems of increasing of resource potential of waste of oil gas industry are considered. Methodological stages of creation of technologies of resources restoration are suggested from which stage structure of processes of creation of productions of waste treatment is arising. A set of methodological levels of utilization of waste and of secondary products of oil gas industry it is possible to represent as the following logic sequence: informational stage, technological stage, main stage. Main stage is including the stages of development of concept of using of resources potential of waste and development of certain technology in frameworks of accepted concept. Algorithm of utilization of secondary products and of waste of oil gas industry is suggested. Results of work are allowing to increase efficiency of using of waste of oil gas industry and to select the most optimal technological decisions for it utilization.

Keywords: waste, oil gas industry, resources potential

References

1. **Vasil'ev A. V.** Obespechenie jekologicheskoy bezopasnosti v uslovijah gorodskogo okruga Tol'jatti: uchebnoe posobie. Samara: Izdatel'stvo Samarского научного центра РАН, 2012. 201 p.
2. **Vasil'ev A. V.** Osobennosti obrashhenija s othodami v uslovijah urbanizirovannyh territorij. *Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri*. 2015. Vol. 11. No. 1. P. 111—115.
3. **Vasil'ev A. V., Tupicyna O. V.** Jekologicheskoe vozdejstvie burovых shlamov i podhody k ih pererabotke. *Izvestija Samarskogo naučnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2014. Vol. 16. No. 5. P. 308—313.
4. **Zabolotskih V. V., Vasil'ev A. V.** Obrazovanie i pererabotka othodov lakokrasochnyh materialov v uslovijah Samarskoj

1. **Vasil'ev A. V.** Obespechenie jekologicheskoy bezopasnosti v uslovijah gorodskogo okruga Tol'jatti: uchebnoe posobie. Samara: Izdatel'stvo Samarского научного центра РАН, 2012. 201 p.
2. **Vasil'ev A. V.** Osobennosti obrashhenija s othodami v uslovijah urbanizirovannyh territorij. *Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri*. 2015. Vol. 11. No. 1. P. 111—115.
3. **Vasil'ev A. V., Tupicyna O. V.** Jekologicheskoe vozdejstvie burovых shlamov i podhody k ih pererabotke. *Izvestija Samarskogo naučnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2014. Vol. 16. No. 5. P. 308—313.
4. **Zabolotskih V. V., Vasil'ev A. V.** Obrazovanie i pererabotka othodov lakokrasochnyh materialov v uslovijah Samarskoj oblasti. *XV Vserossijskaja konferencija "Himija i inzhenernaja jekologija" s mezhdunarodnym uchastiem*. Sbornik докладов. Kazan', 2015. P. 48—51.
5. **Neretin D. A., Pimenov A. A., Vasil'ev A. V.** Razrabotka tehnologii utilizacii othodov odoranta gaza. *XV Vserossijskaja konferencija "Himija i inzhenernaja jekologija" s mezhdunarodnym uchastiem*. Sbornik докладов. Kazan', 2015. P. 57—61.
6. **Pimenov A. A., Bykov D. E., Vasil'ev A. V.** O podhodah k klassifikacii othodov neftegazovoj otrasli i pobocznyh produktov neftepererabotki. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Tehničeskije nauki*. 2014. No. 4. P. 183—190.
7. **Vasilyev A. V.** Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. *Safety of Technogenic Environment*. 2014. No. 6. P. 43—46.

УДК 504.06

Ю. А. Наумов, д-р геог. наук, зав. Экологическим центром,
e-mail: naumov_ua@mail.ru, Находкинский филиал Владивостокского
государственного университета экономики и сервиса

Проблемы обеспечения экологической безопасности городов Приморского края

Представлены результаты исследования состояния экологической безопасности городов Приморского края. При этом установлены три группы техногенных источников, которые оказывают основное загрязняющее воздействие на окружающую среду городов — транспорт, топливно-энергетический комплекс, промышленные предприятия. Отмечено, что по данным мониторинга приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в большинстве городов и районов края являются взвешенные вещества, оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, бензапирен. По величине экологического риска выделены города Находка, Артем, Уссурийск, а лидирует Владивосток. Предложены меры повышения экологической безопасности городов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, антропогенная нагрузка, атмосферное загрязнение, техногенные источники, мониторинг, загрязнители, экологический риск, акустический дискомфорт, автотранспорт, промышленность, топливно-энергетический комплекс

Рост техногенной нагрузки проявляется в наибольшей степени на урбанизированных территориях [1], вот почему вопросы обеспечения экологической безопасности городов являются очень актуальными. Из ежегодных докладов о состоянии окружающей природной среды РФ следует, что на Дальнем Востоке наиболее напряженная экологическая ситуация сложилась в Приморском крае, в связи с чем его города являются объектом исследования в данной статье. Однако в этой ситуации не хватает многих данных, вот почему автор поставил перед собой задачу изложить ее более всесторонне на основе системного подхода, базируясь при этом как на своих исследованиях, так и на материалах своих коллег и данных мониторинга Приморгидромета за последние четверть века.

Общая характеристика экологической ситуации урбанизированных территорий Приморского края

В результате промышленного развития края в нем по остроте проблем загрязнения к концу XX века выделились четыре группы районов [2].

1. Ханкайский и Южно-Приморский промышленно-хозяйственный районы (ПХР) с крайне высокой, более чем 100-кратной антропогенной нагрузкой.

2. Верхнеуссурийский и Рудно-Сихотэ-Алинский ПХР более чем с 10-кратной нагрузкой.

3. Среднеуссурийский ПХР с умеренной, более чем 2-кратной нагрузкой.

4. Остальные районы с очаговым загрязнением.

Более детально по степени антропогенной нагрузки площадь края разбита по балльной оценке с использованием плотности населения, территориальной концентрации промышленности, сельскохозяйственного освоения, транспорта. Самую низкую антропогенную нагрузку (5 баллов) имеет Тернейский район, среднюю (11...15 баллов) — Дальнегорский, Ханкайский и др., сильную (21...25 баллов) — Уссурийский и Находкинский, а самую сильную (более 25 баллов), конечно же, Владивостокский.

Как показывают стационарные наблюдения Приморгидромета, зона с различными уровнями атмосферного загрязнения охватывает значительную часть Южно-Приморского ПХР. Она генерируется городами с их промышленными узлами и протягивается полосой шириной 150...180 км от оз. Ханка до открытой части залива Петра Великого.

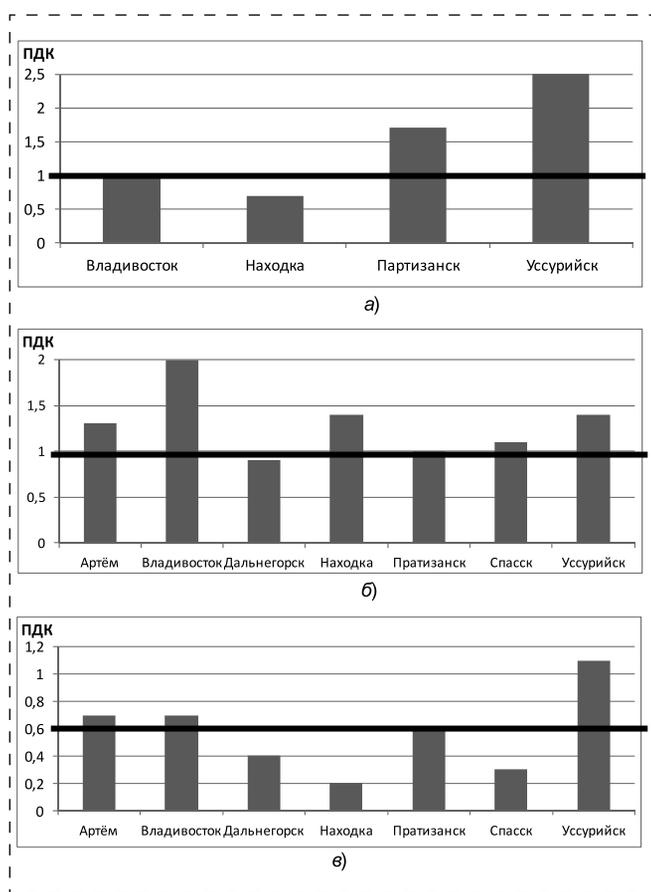
Основное загрязняющее воздействие оказывают три группы техногенных источников: 1) транспорт; 2) топливно-энергетический комплекс (ТЭК); 3) промышленные предприятия с общими объемами 250...300 тыс. т выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в год.

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в большинстве городов и районов края

являются [3]: взвешенные вещества (ВВ), оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, бензапирен. Уровни загрязнения отдельными загрязнителями представлены на рисунке [4].

По данным мониторинга, в крае в зоне вредного воздействия загрязнителей атмосферы проживает около 1,3 млн человек (64 % населения).

Значительный вклад (от 30 до 70 %) в загрязнение крупных городов края вносит автотранспорт, подавляющая часть выбросов которого не соответствует принятым нормативам. Расположение многих из приморских городов вблизи магистралей федерального значения с активным грузопотоком приводит к ухудшению экологической ситуации и росту заболеваемости населения. Это усугубляется тем, что промышленные предприятия и особенно ТЭК края (теплоэлектроцентрали и котельные), крайне устаревшие и изношенные, используя уголь и мазут имеют низкую экологическую эффективность пылегазоочистки (у определенной части котельных нет фильтров). Значительная часть ТЭКа сконцентрирована на юге края, а самой крупной является Лучегорская



Среднегодовое содержание в воздухе городов Приморского края в 2015 г. [4]:

а — бенз(а)пирена; б — диоксида азота; в — пыли (уровень ПДК = 1 соответствует нормативным показателям)

ГРЭС с рекордными выбросами ЗВ (до 60,6 тыс. т в год). Как следствие, ведущей патологией для всех возрастных групп населения последних десятилетий являются болезни органов дыхания.

Следует сказать, что действие выбросов транспорта (автомобилей, тепловозов, судов) определяется не весовым вкладом входящих в их состав веществ, а их более высокой токсичностью и негативным воздействием на организм человека, чем действие выбросов от стационарных источников. Интегральная оценка экологического риска распространения заболеваемости органов дыхания в городах края [5] показала, что наибольшая величина риска установлена во Владивостоке. При этом данный риск от загрязнения воздухом автомобилями в 4–5 раз выше, чем от выбросов промышленных предприятий. Высокий экологический риск характерен для городов Находка, Артём, Уссурийск, а лидирует Владивосток с экстремально высокой величиной риска.

Экологическая ситуация в городах

Город Владивосток — из всех урбанизированных районов края является наиболее староосвоенным, соответственно, он подвергается самой высокой в Приморском крае "очень сильной" антропогенной нагрузке [2], которая учитывает самую высокую плотность населения (767 человек на 1 км²), значительную промышленную нагрузку при средней степени сельскохозяйственной нагрузки. К концу XX века г. Владивосток с шахтерским г. Артемом сформировали Владивостокско-Артемовскую городскую агломерацию. Только во Владивостоке население составляет 620 тыс. человек, а если учесть население г. Артёма, то здесь в настоящее время проживает около 800 тыс. человек.

Экономический потенциал Владивостока на 70 % определяют "морские" отрасли [6], сконцентрированные в береговой полосе: базы и предприятия военно-морского флота, судостроительные и судоремонтные заводы, а также предприятия энергетики, радиоэлектронной, приборостроительной, химической, рыбной и пищевой промышленности, стройиндустрии, мощная транспортная инфраструктура.

Предприятиями города ежегодно выбрасывается до 65 тыс. т ЗВ. Среди них такие, как пыль, оксиды серы, азота, углерода, а также аммиак, соляная кислота, углеводороды, фтор, бензапирен, ксилол, оксиды свинца, меди, марганца, хрома.

Охарактеризуем обстановку загрязнения воздуха по самым основным загрязнителям: пыль — повсеместно превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) с максимальным значением



22,7 раза в центре города. При этом пылевая нагрузка колеблется от 300 до 600 г/км² в сутки. Двуокись серы — из газообразных и жидких веществ на нее приходится 63 %. Максимальная величина достигает 7,2 ПДК. Двуокись азота — максимальное содержание достигает 34,5 ПДК. Оксид углерода — его значения достигают 13 ПДК. Соединения свинца — до 2,6 ПДК.

Заметим, что по какому-либо из этих поллютантов ежедневно фиксируется превышение ПДК. Особо отметим, что категория качества воздуха во Владивостоке изменилась с "повышенного" в 2014 г. на "высокий" в 2015 г. [4]. В годовом цикле загрязнения выделяются два максимума содержания — осенью (октябрь-ноябрь) и зимой (декабрь-январь) и один минимум — весной (март).

Примененный в 1985 и 1989 гг. в г. Владивостоке метод лишеноиндикации позволил получить интегральную оценку состояния приземного слоя атмосферы и выделить на территории города четыре зоны поражения [6]: I — зона лишайниковой пустыни; II — зона максимального загрязнения; III — зона среднего загрязнения; IV — зона незначительного загрязнения.

I зона включает локальные участки центра города с максимальной концентрацией движения автотранспорта, предприятий и учреждений, где лишайники полностью отсутствуют. Это обусловлено как высоким содержанием токсикантов в воздухе, так и физико-географическими условиями (выносом ЗВ через эти участки ветрами из других районов города).

II зона охватывает большую часть территории города, на которой располагаются различные предприятия, а также участки пригорода, прилегающие к основным автомагистралям. В этой зоне на древесной растительности отмечено 1...7 видов лишайников с общим покрытием 6...10 %.

III зона включает территорию с естественной растительностью северо-восточной части города и локальных участков парков центра города. На распространение лишайников в ней оказывают влияние источники загрязнения I и II зон. Здесь отмечены 7...15 видов лишайников с общим покрытием 30...40 %.

IV зона охватывает площади с естественной растительностью северной лесопарковой части города. Здесь лишайники представлены наибольшим числом видов с покрытием стволов > 50 %.

Если в 2014 г. уровень загрязнения Владивостока оценивался Приморгидрометом как "повышенный", то в 2015 г. как "высокий" [4].

Наиболее четко в сжатой форме урбанистические аспекты, экологическое состояние и природоохранные проблемы Владивостока изложены в коллективной монографии 38 известных

специалистов "Окружающая среда и здоровье населения Владивостока" [6]. В ней отмечено, что основные беды города предопределены стратегией его застройки, когда дороги прокладываются по днищам долин водотоков с нарушением их водоохранного режима, а сами объекты сооружаются не только в днищах долин, но и на крутых склонах вплоть до водоразделов. Это нарушает характер ливневого стока, гидрогеологический режим, что в условиях горного рельефа провоцирует образование селей, наледей, нарушает движение транспорта, увеличивает эрозию, а значит и вынос обломочного материала на акваторию Амурского залива.

Развитие Владивостока "стало синонимом хаоса" [6], когда с грубым нарушением генерального плана застраиваются территории, где должны размещаться бульвары, скверы, парки, лесопарки и зоны загородного отдыха. В итоге Владивосток похож на разросшийся рабочий многофункциональный поселок, т. е. вспомогательный цех жилья. В результате все основные городские инфраструктуры, начиная с селитебных зон, городской и пригородной рекреации, путей сообщения и, заканчивая системой очистки городских стоков и вывозов твердых отходов, оказались совершенно неразвитыми [6].

В последние годы особенно обострилась проблема дорожной инфраструктуры: отсутствие дорог-дублеров, подземных и надземных скоростных магистралей, должного числа развязок, парковок, ливневок, качественного строительства дорог и их ремонта привели к тому, что пробки и заторы стали типичным явлением.

Наибольший шум во Владивостоке создает грузовой автотранспорт, особенно дизельные автомашины, автобусы, трамваи [3]. Способствуют акустическому загрязнению в центре города железнодорожный вокзал, рыбный и торговый порты. Согласно натурным обследованиям [7] по контуру границ промышленных предприятий усредненный шум изменяется в пределах 54...69 дБА (при ПДУ 55 дБА). Однако в большинстве случаев вдоль границ предприятий проходят очень загруженные транспортные артерии, и шум суммируется. Уровни шума в таких случаях нередко превышают 90 дБА.

Почти все селитебные зоны Владивостока испытывают акустический дискомфорт, который обусловлен работой промышленных предприятий, наличием в транспортном потоке трамваев; узкими магистралями, большими продольными уклонами, плохим состоянием дорожного полотна, частыми режимами торможения, наличием жилой застройки в примагистральных территориях; интенсивным движением транспорта, плохим

техническим состоянием транспортных средств, отсутствием шумозащитных конструкций и зеленых насаждений.

Особенно пагубно шумовое загрязнение действует на детей и пожилых людей. И это не только нарушение сна, раздражительность и капризность, но и появление головных болей, головокружение, снижение слуха. Шум провоцирует развитие сердечно-сосудистых заболеваний, нарушает деятельность эндокринной системы, ослабляет работу желудка и кишечника.

Необходимо отметить, что в городе как в предыдущие годы, так и в настоящее время продолжается практика возведения дошкольных учреждений в самых экологически неблагоприятных районах города. Они часто располагаются в непосредственной близости от дорог с интенсивным движением, да к тому же в понижениях рельефа, куда "стекаются" тяжелые газовые аэрозольные выбросы от работы автотранспорта и предприятий. Зачастую детские учреждения окружены и зажаты в кольцо кооперативами гаражей. Планировка застройки ряда улиц, особенно центральной и южной частей города, с расположением домов, ориентированных в широтном и субширотном направлениях, создает неблагоприятные условия для проветривания жилых массивов. Здесь в зоне затишья и застоя под стенами домов создаются условия для скопления газов и выпадения из загрязненного воздуха тяжелых металлов.

Однако следует отметить и положительные моменты в экологизации энергетики города, например, перевод с 2010 г. Владивостокской ТЭЦ-2 с угля на газ. Но и здесь нет последовательности: с 2012 г. на островах Русский и Попова должен был строиться парк ветроэнергетических установок, однако этот проект был приостановлен. Более того, в 2016 г. решением администрации Приморского края в г. Артем предполагалось строительство новой ТЭС на буром угле.

Город **Большой Камень** относится к моногородам, жизнь которых определяет военно-промышленный комплекс (ВПК), особенно завод "Звезда", с выбросами радионуклидов в атмосферу, с превышением природного фона до 10 раз. Как следствие, здесь установлен самый высокий уровень смертности в крае, особенно по онкологическим заболеваниям.

Город **Уссурийск** [7] выделяется следующей спецификой загрязнения: 1) наличием большого количества технически изношенных котельных и кочегарок (числом до 400), работающих на низкокачественном буром угле (содержит много золы и серы); 2) значительным количеством устаревшего (70 %) автотранспорта (4 автомобиля на 10 жителей); 3) прохождением через центр города

федеральной автотрассы; 4) расположением в котловине, где при штилевой погоде наблюдаются явления смога. Этот город нельзя строго разделить на зоны по видам использования территории: промышленная и селитебная зоны по мере развития срослись между собой: в городской черте оказались такие крупные предприятия, как автотремонтный завод, локомотивотремонтный завод, масложиркомбинат, а также котельные и другие производственные объекты. Как следствие, высокая загрязненность атмосферы многими поллютантами: индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) — 19,7, бензапиреном средняя за 2009 г. 6,2 ПДК [9] и свинцом до 2,3 ПДК. Данные 2015 г. показали, что в январе среднемесячная концентрация бензапирена составляла уже 10 ПДК — наивысшей показатель среди всех городов Приморского края [4].

Город **Партизанск**. Закрытие шахт и Центральной обогатительной фабрики города ликвидационными комиссиями в спешке и с грубым нарушением природоохранного законодательства способствовало обострению имеющихся в городе экологических проблем и появлению новых [8]. Так, стволы шахт и другие горные выработки заваливались пустой породой таким образом, чтобы невозможно было восстановить добычу угля впоследствии. В связи с этим до сих пор на экологическое состояние города продолжают негативно воздействовать брошенные шахтные выработки, а также другие источники: Партизанская ГРЭС, котельные, автомобильный и железнодорожный транспорт, пивной завод.

В комплексе экологических проблем доминируют следующие группы: атмосферные, водные и геолого-геоморфологические, а в них такая важная компонента, как экологическая опасность, непосредственно влияющая не только на здоровье, но и на саму жизнь. При характеристике атмосферных проблем особенно важно отметить, что только в районах жилой застройки, по данным специалистов, проводивших газодинамический мониторинг, было установлено 65 "опасных" и 41 "угрожаемых" зон, в которых зафиксирован 301 выход углекислого газа (в 41 случае с превышением ПДК).

Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются Партизанская ГРЭС (81 % от общего количества выбросов по городу), включая ее золоотвалы, котельные "Примтеплоэнерго" (11 %), предприятия железнодорожного транспорта (4 %). Здесь не учитывается доля выбросов горных выработок, негативное воздействие которых показано выше. Анализ статистических данных, ежегодно представляемых предприятиями города по формам 2-тп (воздух), показывает, что количество загрязняющих веществ, поступающих



в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения, увеличилось за период с 2004 по 2008 г. на 70 % и составило в 2008 г. — 11,047 тыс. т. Основной вклад в увеличение количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух, вносит Партизанская ГРЭС. Ее выбросы за последние 5 лет увеличились в 2,2 раза и составили в 2008 г. 8,9 тыс. т. Это связано с низким качеством используемого топлива и увеличением количества вырабатываемой энергии.

Большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит золотоотвал Партизанской ГРЭС. В сухой весенне-летний период и в малоснежные зимы огромное количество пыли сдувается с поверхности золотоотвала, что приводит к загрязнению атмосферного Партизанска и соседнего района.

Наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит бензапирен: по данным Примгидромета, ПДК бензапирена в 2008 г. была превышена в 2,4 раза, в 2009 г. — в 6,4 раза, а в 2015 г. — в 1,7 раза [4].

Города **Дальнегорск** и **Рудная Пристань** отличаются тем, что их экологическая обстановка определяется добычей полиметаллов и выплавкой свинца. Следствием этого является загрязнение окружающей среды свинцом, а также ртутью, кадмием и цинком. Внемониторинговыми исследованиями в начале XXI века [9] было установлено, что в сельскохозяйственной продукции, в частности картофеле, содержание свинца достигало 48 ПДК, а кадмия 42 ПДК, содержание свинца в крови детей (160...5080 мкг/кг) в 8—20 раз превышало максимально допустимые нормы. По мере приближения к свинцовому заводу концентрация этого металла увеличивается более чем до 20 мкг/кг, что еще больше повышает риск заболеваемости детей. Отметим, что данный завод работает с 1930-х годов, оборудование его крайне устарело, а модернизация, начатая в конце 1990-х годов, была приостановлена.

Город **Находка** имеет следующие особенности [10, 11]: это самый крупный на Дальнем Востоке конгломерат портов, включающий два нефтепорта, угольные и калийные терминалы; высокий уровень автомобилизации с наибольшей концентрацией в центре города; наличие в портах радиолокационных станций, распространяющих воздействие сверхвысоких частот на припортовую территорию и прилегающие жилые массивы города; наличие множества изношенных котельных. Как следствие, высокие концентрации в атмосфере пыли (до 9,4 ПДК), двуокиси азота

(до 6 ПДК), бензапирена (до 4,9 ПДК), нефтепродуктов, угольной пыли и аэрозолей калийных солей, а также подверженность групп населения электромагнитному излучению.

Отсюда наблюдаемое превышение заболеваний над фоновым уровнем в 2007 г. по онкологии в 12,6 раза, по болезням эндокринной системы в 4,2 раза. Эти факторы в определенной мере оказали воздействие на показатели заболеваемости населения г. Находка в целом, особенно по болезням органов дыхания. Общеизвестно, что экологический фактор больше всего "бьет" по детскому организму, что можно проследить на основе следующих данных: с 1999 по 2003 г. заболеваемость детского населения по болезням органов дыхания в г. Находка увеличилась с 34 958 до 36 199 человек (рост 103,5 %), по врожденным аномалиям (порокам развития) с 269 до 416 (155 %), по нарушениям иммунитета и обмена веществ с 115 до 347 (302 %), по новообразованиям с 277 до 316 (114 %), по болезням системы кровообращения с 76 до 139 человек (183 %). Особо следует выделить тенденции последних лет, связанных с ростом загрязнения атмосферы Находки угольной пылью, что связано с ростом перевалки угля через порты. Если в 2010 г. превышение ПДК по этому показателю составляло 2,08 раза, то в 2016 г. 14 раз.

В связи с этим численность больных, обратившихся в лечебные учреждения за 2009—2013 гг. увеличилось на 11 % [9]. Основными причинами смертности являются болезни системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения, а причинами смертности новорожденных — врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения. Несмотря на то что рождаемость увеличилась на 13,5 %, а смертность новорожденных снизилась на 11,2 %, произошло увеличение числа патологий у новорожденных детей почти на 27 %, а это приводит к снижению продолжительности жизни.

Исследованиями "Экоцентра" [12] выявлена пространственная корреляционная зависимость между заболеваемостью детей, концентрацией в их волосах и снежном покрове Pb, Cd, Ni, Mn, Cu, Zn (коэффициенты корреляции 0,8...0,97). Общая заболеваемость детей в наиболее загрязненных южных и центральных частях города в 2 раза выше, чем в санаторно-курортной зоне. Установлено, что содержание Pb и Zn в волосах обследованных детей Владивостока превышает физиологическую норму у 65...66 % детей, содержание Ni и Mn — у 47...49 %.

Американские исследования показали, что при превышении физиологической нормы концентраций Pb (9 мкг/г) у детей отмечаются отклонения в зрительном восприятии, увеличение числа ошибок и удлинение времени психомоторных реакций и зрительного восприятия. Фактически среднее содержание Pb в волосах детей Владивостока составляло в основном 13...14 мкг/г, что выше критической нормы в 1,5 раза, у 19,8 % детей выше в 2,7 раза — 24 мкг/г, а у 3,5 % в 5,5—11 раз — 50...100 мкг/г. В работе [12] были приведены материалы, из которых следует, что заболеваемость детей за период 1981...1995 гг. выросла по психическим заболеваниям в 6 раз, по нарушениям обмена веществ и иммунной системы в 16,8 раза.

Данные ежегодного доклада [13] по городам Приморского края за 2009—2013 гг. показали рост заболеваемости по новообразованиям на 1,5 %, болезням органов дыхания на 1,1 %, органов пищеварения на 0,2 %. Так, от новообразований число умерших на 100 тыс. населения в 2013 г. составляло в крае 219,1 человека, в то время как по РФ заметно ниже — 201,5 человек. Наблюдается также и рост младенческой смертности: в 2013 г. в крае умер 291 ребенок (в 2012 г. — 252). При этом показатель младенческой смертности в крае в 2013 г. был выше среднего значения по РФ в 1,3 раза и по Дальневосточному федеральному округу — в 1,2 раза. Основная причина смертности — врожденные аномалии. Средний темп прироста всех видов заболеваний среди детей до 14 лет — 3,2 %. В докладе [13] прогнозируется дальнейший рост онкологических заболеваний, обусловленных в основном старением населения, ухудшением экологической обстановки и недостатками в медицинском обслуживании.

Особо следует отметить, что заметный вклад в рост общей патологии населения Приморского края вносит продолжающаяся стремительная автомобилизация городов: если в 2000 г. общее число автомобилей в крае составляло 352 тыс., то в 2013 г. 836,5 тыс. Объемы выбросов от автотранспорта в 2013 г. достигли 182 962 т, что на 4,3 % больше, чем в 2012 г. [4].

Выводы

Исходя из приведенного выше анализа экологической ситуации в городах Приморского края, можно предложить следующие меры по повышению их экологической безопасности: перевод

тепловых электростанций на природный газ; внедрение альтернативных источников получения энергии; реконструкция городской дорожной сети; развитие общественного транспорта; расширение зеленых защитных зон и создание новых.

Список литературы

1. **Белов С. В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): Учебник. 2-е изд. испр. и доп. — М.: Юрайт, 2011. — 680 с.
2. **Долговременная программа** охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 года. Экологическая программа. Часть 2. — Владивосток: Дальнаука, 1993. — 301 с.
3. **Христофорова Н. К.** Экологические проблемы региона: Дальний Восток — Приморье: Учебное пособие. — Владивосток — Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 2005. — 304 с.
4. **Ежегодный доклад** о состоянии окружающей среды на территории Приморского края в 2015 году. — Владивосток: Приморское Управление гидрометеослужбы, 2016.
5. **Кику П. Ф., Гельцер Б. И.** Экологические проблемы здоровья. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 228 с.
6. **Окружающая среда** и здоровье населения Владивостока / Кол. авторов. — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 212 с.
7. **Шишлова Н. А.** Химико-экологическая оценка приземного воздуха г. Уссурийска: запыленность и тяжелые металлы. Автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Владивосток, 2009. — 19 с.
8. **Наумов Ю. А.** Проблемы моногородов Дальнего Востока и пути их решения (на примере г. Партизанск) // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2012". Вып. 1. — Владивосток: ТАНЭБ, 2012. — С. 178—183.
9. **Шаров П. О.** Оценка уровня свинца в крови детей пос. Рудная Пристань // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2003". Вып. 2. — Владивосток: ТАНЭБ, 2003. — С. 142—146.
10. **Находка** как транспортный мегакомплекс: проблемы и перспективы устойчивого развития: Монография / А. В. Быков, Л. В. Лехтянская, Т. Г. Римская и др.; рук. авт. колл. и отв. ред. Ю. А. Наумов. — Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. — 296 с.
11. **Наумов Ю. А.** Антропогенез и экологическое состояние геосистемы прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого Японского моря. — Владивосток: Дальнаука, 2006. — 300 с.
12. **Бураго А. И., Кику П. Ф., Шлыков С. А.** Медико-экологические проблемы в Приморье // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 1999". — Владивосток: ТАНЭБ, 1999. — С. 170—176.
13. **Ежегодный государственный доклад** о социально-экономическом развитии Приморского края за 2014 год. — Владивосток: Приморстат, 2015. — 212 с.



Yu. A. Naumov, Head of the Centre, e-mail: naumov_ua@mail.ru, Environmental Centre, Nakhodka branch of Vladivostok State University of Economics and Service

The Problems of Ecological Safety of Primorsky Krai Towns

The results of the state of ecological safety in Primorsky Krai are presented. At the same time, 3 groups of technogenic sources have been identified, which have the main polluting effect on the environment of cities. According to monitoring data, about 1.3 million people (64 % of the population) live in the region in the zone of harmful influence of pollutants of the atmosphere. The priority pollutants of atmospheric air in most cities and districts of the region are suspended substances, nitrogen oxides, carbon monoxide, sulfur dioxide, hydrogen sulfide, Benzopyrene. By the magnitude of environmental risk, the cities of Nakhodka, Artem, Ussuriisk are distinguished, and Vladivostok is the leader. The enterprises of this city annually emit up to 65 thousand tons of pollutants. The main problems of the city are predetermined by the irrational strategy of its development. In the 21st century, the problem of road infrastructure has become especially acute: the absence of substation roads, underground and overhead highways, the proper number of interchanges, parking lots and stormwater. The lack of quality road construction and repair has led to the fact that traffic jams and congestion have become a common phenomenon. Other cities have such specificity of atmospheric pollution: Big Stone — radionuclides, Ussuriysk — lead and benzopyrene, Dalnegorsk — zinc, lead, mercury and cadmium, Nakhodka — coal dust. As a consequence, the growth of respiratory diseases, especially in children. Measures to improve environmental safety are proposed: 1) the transfer of thermal power stations to natural gas; 2) the introduction of alternative sources of energy; 3) the reconstruction of the urban road network; 4) the development of public transport, 5) the expansion of green protective zones and the creation of new ones.

Keywords: ecological safety, human pressure, atmospheric pollution, man-made sources, monitoring, pollutants, environmental risks, acoustic discomfort, transport, industry, fuel and energy complex

References

1. **Belov S. V.** Bezopasnost zhiznedejatel'nosti i zashhita okruzhajushhej sredy (tehnosfernaja bezopasnost): Uchebnik. 2-e izd. ispr. i dop. Moscow: Jurajt, 2011. 680 p.
2. **Dolgovremennaja programma** ohrany prirody i racionalnogo ispolzovaniya prirodnyh resursov Primorskogo kraja do 2005 g. Ekologicheskaja programma. Chast 2. Vladivostok: Dalnauka, 1993. 301 p.
3. **Hristoforova N. K.** Ekologicheskie problemy regiona: Dalnij Vostok — Primore: Uchebnoe posobie. Vladivostok — Habarovsk: Habarovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 2005. 304 p.
4. **Ezhegodnyj doklad** o sostojanii okruzhajushhej sredy na territorii Primorskogo kraja v 2015 goda. Vladivostok: Primorskoe Upravlenie gidrometeoslužby, 2016.
5. **Kiku P. F., Gelcer B. I.** Ekologicheskie problemy zdorovja. Vladivostok: Dalnauka, 2004. 228 p.
6. **Okruzhajushhaja sreda** i zdorov'e naselenija Vladivostoka / Kollektiv avtorov. Vladivostok: Dalnauka, 1998. 212 p.
7. **Shishlova N. A.** Himiko-ekologicheskaja ocenka prizemnogo vozduha g. Ussurijska: zapylennost' i tjazhelye metally. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk. Vladivostok, 2009. 19 p.
8. **Naumov Ju. A.** Problemy monogorodov Dal'nego Vostoka i puti ih reshenija (na primere g. Partizansk). *Mezhdunarodnye nauchnye chtenija "Primorskie zori — 2012"*. Vladivostok: TANEB. Vyp. 1. 2012. P. 178—183.
9. **Sharov P. O.** Ocenka urovnja svinca v krovidetej pos. Rudnaja Pristan. *Mezhdunarodnye nauchnye chtenija "Primorskie zori — 2003"*. Vladivostok: TANEB. Vyp. 2. 2003. P. 142—146.
10. **Nakhodka** kak transportnyj megakompleks: problemi i perspektivy ustoichivogo razvitiya: monografija. A. V. Bykov, L. V. Lehtinskaja, T. G. Rimskaja i drugie; rukovoditel' avtorskogo kolektiva Yu. A. Naumov. Vladivostok: Izdatel'stvo VGUES, 2016. 296 p.
11. **Naumov Ju. A.** Antropogenez i ekologicheskoe sostojanie geosistemy pribrezhno-shelfovoj zony zaliva Petra Velikogo Japonskogo morja. Vladivostok: Dalnauka, 2006. 300 p.
12. **Burago A. I., Kiku P. F., Shlykov S. A.** Mediko-ekologicheskie problemy v Primore. *Mezhdunarodnye nauchnye chtenija "Primorskie zori — 1999"*. Vladivostok: TANEB, 1999. P. 170—176.
13. **Ezhegodnyj gosudarstvennyj doklad** o sotsialno-ekonomicheskom razvitiu Primorskogo kraja za 2014 god. Vladivostok: Primorstat, 2015. 212 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 05.06.17. Подписано в печать 20.07.17. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ817.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

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