



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.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)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 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:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., 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.
 ЛУЩИ С., проф. (Италия)
 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.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

2(182)
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Минько В. М. Об авариях и других причинах несчастных случаев по данным современных экспертных исследований 3

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Качурин Н. М., Воробьев С. А., Васильев П. В., Шкуратский Д. Н. Повышение точности определения количества воздуха при газовоздушных съемках в угольных шахтах и рудниках 10

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Лубяченко А. А., Петров С. К., Олейников А. Ю., Толоконников И. С., Яковчук М. С. Результаты параметрических исследований глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов 14
Милохов В. В., Цаплин В. В. Способы локализации аэрозолей при фрезеровании древесины 21
Пригородова Т. Н. Устройство для равномерного всасывания загрязненного воздуха от протяженного источника пыления 28

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Попов В. Г., Сухов Ф. И., Чамова Ю. А. Выбор стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики организации. 31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Золотарев Г. М., Жуков В. В. Как реализовать закон № 458-ФЗ от 29.12.2014 "О внесении изменений в Федеральный закон № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" ... 36

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Проблемы подтопления селитебных территорий 42

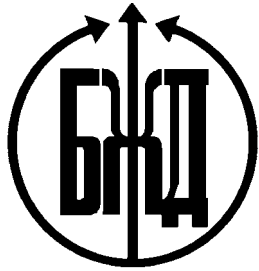
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Динмухаметов А. Г. Применение методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах химической промышленности Республики Татарстан 47
Щекатурина Т. Л., Яковчук Ю. Н. Динамическое загрязнение воздушного бассейна Балаклавского района Севастополя 52

ОБРАЗОВАНИЕ

Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики темы "Закрытые повреждения" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов 56

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



LIFE SAFETY

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
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. (Geogr.), Cand. Sci. (Biol.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
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

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., 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.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
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. (Phis.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. 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.)

2(182)
2016

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

Minko V. M. About Accidents and Other Causes of Accidents According to Modern Expert Research 3

INDUSTRIAL SAFETY

Kachurin N. M., Vorob'ev S. A., Vasiliev P. V., Shkuratskiy D. N. Increasing Accuracy of Defining Air Quantity by Gas-Air Researches in Coal and Ore Mines 10

ENGINEERING SOLUTIONS

Lubyanchenko A. A., Petrov S. K., Oleynikov A. Y., Tolokonnikov I. S., Yakovchuk M. S. The Results of the Parametric Studies of High-Speed and High-Temperature Gas Mufflers 14
Milokhov V. V., Tsaplin V. V. Methods of Localization of Aerosols when Milling Wood 21
Prigorodova T. N. The Device for Uniform Absorption of the Polluted Air from the Extended Source of Dusting 28

ENERGY AND RESOURCE SAVING

Popov V. G., Sukhov Ph. I., Chamova Ju. A. Choice the Strategy of Energy and Resource Saving as Part of Environment Policy 31

USE AND RECYCLING OF WASTE

Zolotarev G. M., Zhukov V. V. How to Realize the Law No. 458-FZ of 29.12.2014 "About Modification of the Federal Law No. 89-FZ "About Production Wastes and Consumption" 36

SITUATION OF EMERGENCY

Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V. Problems of Flooding of Residential Areas 42

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

Dinmukhametov A. G. Using the Methods of the Forecasting Exceeding Situation on Object of Chemical Industry of the Republic Tatarstan 47
Schekaturina T. L., Yakovchuk J. N. Dynamic Air Pollution Balaklava District of Sevastopol ... 52

EDUCATION

Shapovalov K. A., Shapovalova L. A. Basics of Didactics of Theme "Closed Damages" of Training Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Traumas Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Life Safety" for Humanitarian and Technical Universities 56

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 (КГТУ)

Об авариях и других причинах несчастных случаев по данным современных экспертных исследований

С использованием современных материалов экспертных исследований проведен анализ причин несчастных случаев в различных производствах. Многим несчастным случаям предшествуют всевозможные аварии, неисправное текущее техническое состояние оборудования, недостатки проектных материалов (проекты производства работ, проекты организации работ, технологические карты и др.). Способствуют авариям и несчастным случаям также то, что привлекаемые руководители работ, специалисты и рабочие не имеют соответствующей профессиональной подготовки, не могут оценить важность, необходимость соблюдения установленных требований безопасности и поэтому допускают их нарушения. В обобщенном виде сформулированы основные пути снижения производственного травматизма в стране.

Ключевые слова: аварии, несчастные случаи, причины, предотвращение

О причинах несчастных случаев

Из практики расследований известно, что многим несчастным случаям с работниками предшествуют всевозможные аварии: падения грузоподъемных кранов, трубоукладчиков, манипуляторов, экскаваторов и другой техники, отказ средств защиты; возникновение по каким-либо причинам источников зажигания во взрывоопасных газовых смесях; разрушение объектов из-за недостаточной прочности. Довольно часто несчастные случаи происходят также вследствие несоответствия конструкции оборудования, устройств защиты, текущего технического состояния, эксплуатационных документов требованиям технических регламентов [1, 2], стандартов безопасности труда, федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [3, 4], межотраслевых и отраслевых правил охраны труда.

Способствует авариям и несчастным случаям также то, что у привлекаемых к работам руководителей, специалистов и рабочих нет профильного образования и требуемых знаний в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности. В вузах и колледжах эта подготовка неоправданно ограничена, в выпускных квалификационных работах студентов самостоятельные разделы по вопросам безопасности часто вообще отсутствуют. Предприятия же, которые должны организовывать и проводить обучение своих работников по охране труда, промышленной и пожарной безопасности, эту работу, как показывают материалы расследований несчастных случаев,

осуществляют не в полном объеме, а иногда вообще не проводят. Известно значительное число несчастных случаев, при которых пострадавшие не проходили обучение по охране труда и необходимые инструктажи.

Важнейшее значение в деле профилактики несчастных случаев имеют квалификация и численность работников служб охраны труда предприятий. Выше уже отмечено, что многие работники этих служб не имеют профильного образования и по своей квалификации не соответствуют требованиям, которые изложены в Едином квалификационном справочнике [5] и в профессиональном стандарте [6]. Поэтому они не подготовлены к созданию полноценной системы управления охраной труда, не могут организовать, скоординировать работу по охране труда в целом по предприятию, подготовить плановые документы, провести анализ показателей состояния охраны труда, организовать контроль за выполнением соответствующих требований, организовать систему обучения и инструктирования работников по вопросам безопасности, оценить качество проектной документации, непосредственно связанной с обеспечением требований безопасности (проекты организации строительства, проекты производства работ, проекты организации работ по сносу (демонтажу) объектов, технологические карты, акты-допуски, наряды-допуски и др.).

Следует отметить, что численность работников служб охраны труда почти всегда не соответствует уровню сложности реализуемых видов деятельности на предприятиях и общей численности



работников. Наблюдается повсеместное занижение численности специалистов по охране труда по сравнению с результатами соответствующих расчетов по имеющейся в Российской Федерации методике [7]. Практика показывает, что на специалистов по охране труда часто возлагаются дополнительные обязанности по производственному контролю за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах, по пожарной безопасности, по защите в чрезвычайных ситуациях (гражданской обороне). На первой Всероссийской неделе охраны труда в г. Сочи (апрель 2015 г.) указывалось, что России необходимо 200...300 тыс. специалистов по охране труда для почти 5 млн хозяйствующих субъектов. При нынешнем же достаточно низком объеме бюджетного набора студентов на направление "Техносферная безопасность" для обеспечения такого количества специалистов стране понадобится 30...50 лет.

Отсутствует должный контроль за качеством, полнотой, соответствием выполняемых работ утвержденной документации. Имеются в виду прежде всего проекты организации строительства и проекты производства работ. При этом нарушаются требования действующего свода правил [8], в котором указано, что при осуществлении строительства подрядчик (генеральный подрядчик) должен обеспечить выполнение работ в соответствии с проектной и рабочей документацией, обеспечить входной контроль переданной ему для исполнения рабочей документации.

Предприятия-изготовители производственного оборудования должны получать сертификаты соответствия или составлять декларацию соответствия выпускаемого оборудования требованиям безопасности. Однако при рассмотрении этих документов уже в ходе расследования несчастных случаев выясняется, что они по некоторым важным требованиям безопасности им не соответствуют.

Характерным в этом отношении является несчастный случай со смертельным исходом с дежурным оператором коптильной камеры производства Германии. На это оборудование составлена декларация о его соответствии европейским нормам, имеется и сертификат соответствия. Тем не менее в ходе расследования было установлено, что оно не соответствует отечественному техническому регламенту о безопасности машин и оборудования [1]. В регламенте предписано, что "Машина и(или) оборудование оснащаются средствами, предотвращающими закрытие персонала внутри машины и(или) оборудования, если это невозможно — оснащаются сигнальными устройствами "вызова помощи". Ничего из указанного в конструкции коптильной камеры не было предусмотрено. Работник по невыясненным причинам зашел в камеру, дверь за ним автоматически

закрылась, включился дымогенератор и подача горячего воздуха, отключилось освещение и в результате работник погиб около двери, которую он не смог открыть. Не была обеспечена на этом оборудовании и безопасная последовательность управления, которая могла бы заключаться в следующем: 1) набор и пуск программы копчения на пульте осуществляется дежурным оператором при закрытой двери камеры; 2) при любом открытии двери выполнение программы автоматически прекращается и внутреннее оборудование отключается; 3) повторный запуск программы возможен при полном закрытии двери камеры и только дежурным оператором с пульта. Тем самым исключается нахождение человека в коптильной камере при работающем внутрикамерном оборудовании. Рассмотренная причина несчастного случая достаточно типична в мясной и рыбоперерабатывающей промышленности.

К сожалению, на ряде предприятий используется оборудование, явно не соответствующее требованиям безопасности. Важно отметить, что эти требования, заложенные в государственных стандартах, технических регламентах, по существу закрепляют достигнутый передовой опыт. Отступление от этого опыта уже означает снижение безопасности и конкурентоспособности.

На одном из предприятий в процессе изготовления пива использовалась вакуумно-выпарная установка МЗС-320. Для создания нужной температуры в рубашку установки подается пар. Во время одной из рабочих смен оператор обратил внимание на то, что разрежение в вакуумно-выпарной установке вышло на "ноль" и начало возрастать. Оператор, не отключив подачу пара, решил приоткрыть люк установки. При этом произошел выброс кипящей среды, оператор получил тяжелые обширные ожоги и впоследствии скончался. Было установлено, что повышение давления в вакуумно-выпарной установке произошло по причине поломки вала вакуум-насоса ВВН 1-6, с помощью которого создавалось разрежение в установке. В качестве одной из причин несчастного случая указано нарушение требований безопасности по ГОСТ 12.2.124—2013 ССБТ "Оборудование продовольственное. Общие требования безопасности" и "Правил по охране труда в кондитерской промышленности". В ГОСТ 12.2.124—2013 указано, что в конструкции оборудования "Должно быть предусмотрено автоматическое отключение энергопитания (в рассматриваемом случае — пара) и остановка оборудования с одновременным срабатыванием световой или звуковой сигнализации в случаях возникновения травмоопасности". По п. 7.13 этого же стандарта: "Крышки люков, если их открытие создает опасность для обслуживающего персонала, должны быть оснащены блокирующим устройством...".

В Правилах по охране труда в кондитерской промышленности указано (п. 2.20): "Системы контроля и управления технологическими процессами должны обеспечить своевременную информацию о возникновении опасных и вредных производственных факторов с помощью контрольно-измерительных приборов и световой или звуковой сигнализации, должны обеспечиваться строгое соблюдение последовательности технологического процесса, автоматическая остановка и отключение оборудования от источников энергии при неисправностях, нарушениях технологического регламента, авариях". В п. 3.9 этих же Правил отмечено: "Открывающиеся дверцы, крышки, щитки оборудования должны иметь устройства, исключающие их случайное снятие и открывание".

Изучение документации на вакуумно-выпарную установку МЗС-320 показало, что надлежащими конструктивными средствами защиты она не обеспечена. Отказ вакуумного насоса при продолжающейся подаче пара в паровую рубашку установки привел к тому, что в ней вместо вакуума создалось избыточное давление. Такую аварийную ситуацию должен был предвидеть проектировщик и предусмотреть необходимую систему автоматического отключения подачи пара при отказе вакуумного насоса и повышении давления во внутреннем пространстве установки.

Из-за таких же конструктивных несоответствий оборудования требованиям безопасности часто происходят несчастные случаи в деревообрабатывающем производстве. При распиловке досок на бруски на многопрофильном станке RAIMANN KS 310 (Германия) из рабочей зоны станка вылетел кусок щепы. При этом работавший на станке оператор получил тяжелую травму — проникающее ранение грудной клетки справа.

На указанный станок распространяется ГОСТ 12.2.026.0—93* "Система стандартов безопасности труда. Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции". Согласно п. 3.1.1 этого стандарта "Станок должен иметь защитное устройство, исключающее в процессе работы... выбрасывание режущим инструментом обрабатываемых заготовок и отходов...". Однако выброс щепы, нанесшей травму станочнику, тем не менее произошел. В п. 5.7.2.8 стандарта указано, что "На станках с механической подачей перед пилами должно быть установлено не менее двух завес из подвижных предохранительных упоров (пластин). Завесы должны обеспечивать защиту по всей ширине просвета станка". П. 5.7.2.9 предписано, что "Упоры должны подниматься под действием подаваемого в станок материала и свободно опускаться в исходное положение". Эти упоры после прохождения обрабатываемого материала должны возвращаться в защитное вертикальное положение под действием собственного веса.

Однако в конструкции многопильного станка RAIMANN KS 310 эти упоры (пластины) имеют весьма небольшой вес и даже при незначительном загрязнении, попадании пыли, опилок в зазор между упорами они после прохождения обрабатываемого материала могут остаться в горизонтальном положении, так как силы веса недостаточно для возврата упоров в вертикальное положение. Поэтому щепа или иной вид отхода, образовавшийся при распиловке, может вылететь из рабочей зоны.

Важно знать, что скорость вылета при частоте вращения пил 3900 мин^{-1} и диаметре $0,36 \text{ м}$ может составить $3,14 \cdot 0,36 \cdot 3900 = 4408,6 \text{ м/мин}$, т. е. $4,4 \text{ км/мин}$ или 264 км/ч . При такой скорости даже небольшой по массе вылетевший обрезок (щепы) обладает значительной пробивной силой и способен причинить серьезную травму. Известен несчастный случай со смертельным исходом, причиненный вылетевшей из зоны резания заостренной рейкой, хотя работник находился на расстоянии около 5 м от станка.

Текущее техническое состояние оборудования должно быть предметом постоянного контроля со стороны соответствующих должностных лиц. При этом особое внимание должно уделяться состоянию предусмотренных средств защиты. Нужно учитывать, что в сложных условиях эксплуатации эти средства теряют работоспособность и безопасность оборудования утрачивается. Проверка работоспособности средств защиты должна быть вписана в инструкцию по охране труда и выполняться ежемесячно до начала смены.

Экспертные исследования по многим несчастным случаям показывают, что наиболее часто отказы средств защиты наблюдаются на хлебобулочных предприятиях (миксеры, порционирующее оборудование), мясообрабатывающих и рыбообрабатывающих предприятиях (автоклавы), в деревообработке (распиловочные станки). Эти отказы, если они своевременно не обнаружены и не устранены, практически всегда приводят к тяжелым несчастным случаям. Характерно то, что отказы средств защиты происходят как на отечественном, так и на импортном оборудовании.

В инструкциях заводов-изготовителей по эксплуатации некоторых видов оборудования допускается так называемая контактная уборка и мытье оборудования. При этом в случае отказа средств защиты возможен непосредственный контакт рук работника с подвижными частями. Бесконтактная уборка с применением, в частности, устройств для дистанционной подачи холодной и горячей воды, воздуха для просушки оборудования после мойки существенно снижает профессиональные риски.



Весьма поучителен групповой несчастный случай (двое пострадавших) при работах по обслуживанию автоклава на пищевом предприятии. Пострадавшие утверждали, что в момент открытия крышки автоклава манометр показывал нулевое давление. Тем не менее при открывании затвора крышки автоклава произошло ее резкое произвольное открывание и выброс пара и горячей воды. Резкое открывание крышки автоклава возможно только при наличии внутреннего избыточного давления. Сила, действующая на крышку автоклава, зависит от внутреннего давления и равна произведению площади крышки на давление.

Из паспортных данных вертикального автоклава Б6 КАВ-2 следует, что диаметр его крышки равен 100 см. Принимая избыточное давление равным $0,5 \text{ кгс/см}^2$, получаем силу, действующую на крышку 3925 кгс. Таким образом, даже при таком небольшом избыточном давлении сила, действующая на крышку автоклава, весьма значительна и вполне достаточна для резкого открывания. При этом резкое снятие давления приводит к вскипанию воды и выбросу горячей пароводяной смеси.

Важно также указать, что если избыточное давление внутри автоклава составит всего $0,05 \text{ кгс/см}^2$, т. е. в 10 раз меньше, чем рассмотрено выше, то и в этом случае усилие, действующее на крышку автоклава остается достаточно большим — 392,5 кгс, превышающим силу тяжести крышки. Следовательно, создаются условия для внезапного открывания крышки. Именно по этой причине в технической документации на автоклав указано, что если шток поршневого предохранительного устройства при давлении $0,05 \text{ кгс/см}^2$ не блокирует рукоятку затвора, т. е. не поднимается в верхнее положение, то ситуация оценивается как неисправность, требующая вмешательства персонала с целью устранения этой неисправности.

Давление $0,05 \text{ кгс/см}^2$ и ниже визуально по манометру оценить достаточно сложно. Поэтому завод-изготовитель предписывает в эксплуатационной документации, что перед открыванием крышки автоклава оператор обязан открыть кран, связывающий автоклав с атмосферой. Однако недостаточно подготовленные аппаратчики (пострадавшие) указывают, что давление они контролировали по манометру и открыли запорное устройство крышки автоклава, когда он показывал нулевое давление. Пробно-спускным краном на крышке автоклава, они, очевидно, не воспользовались. Блокировочное же устройство оказалось неисправным.

Еще одной причиной несчастных случаев являются нарушения исполнителями работ (подрядчиками) проектной документации. На одном из нефтеперерабатывающих предприятий осуществлялись работы по удлинению топливного

трубопровода. Новый участок трубопровода был присоединен к действующему, закрытому задвижкой. На следующий день на новом трубопроводе на расстоянии примерно 1 м от задвижки рабочие приступили к вырезке отверстия с целью последующей установки манометра. При этих работах произошел хлопок и из противоположного конца нового участка трубопроводной системы вышла взрывная волна, вынесшая частицы ржавчины, грязи, пыли. Находившиеся в этом месте рабочие получили повреждения органов зрения и слуха (двое пострадавших).

Причина несчастного случая заключается в том, что абсолютно герметичных задвижек практически не существует. Поэтому через задвижку в новый трубопровод за время примерно 16 ч поступило какое-то количество нефтепродуктов (топлива) с последующим испарением. В результате внутри трубопровода образовалась горючая топливно-воздушная смесь в концентрации между нижним и верхним концентрационными пределами распространения пламени (НКПР и ВКПР). При производстве газовой резки (а она проводилась на достаточно малом расстоянии от задвижки) эта смесь достигла критической температуры — температуры самовоспламенения с последующим взрывным распространением волны горения. Способностью к взрывному горению обладают все смеси с воздухом паров горючих жидкостей.

Подобное развитие процесса возможно в связи с тем, что температура, возникающая при резке металла пропан-кислородной смесью, достигает $1500...1600 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура самовоспламенения паров топлива (различные автомобильные бензины) составляет $255...370 \text{ }^\circ\text{C}$, а паров дизельного топлива — $300...310 \text{ }^\circ\text{C}$. Такое соотношение температур сразу создает взрывоопасную ситуацию. Кроме того, известно, что НКПР для паров автомобильных бензинов составляет примерно 1 об. %, по другим данным — 1,6 об. %, дизельного топлива — 2...3 об. %. Таким образом, достаточно очень небольших количеств этих паров в воздухе, чтобы создавалась возможность воспламенения и взрывного горения.

Пострадавшие и очевидцы происшествия указывают, что на выходе из трубопровода не отмечалось выброса пламени, пострадавшие не получили ожогов. Связано это может быть с тем, что при движении пламени по цилиндрическому каналу достаточной длины создаются условия для его гашения. В то же время образовавшаяся взрывная волна продолжает движение, создавая опасные условия на выходе.

Изучение материалов по несчастному случаю указало на наличие нарушений в порядке производства работ со стороны исполнителя — монтажной компании, которой была передана проектная документация, касающаяся производства работ. В этой документации указано, что монтажные работы нужно проводить с соблюдением всех требований

безопасности, после монтажа и сварочных работ необходимо провести гидравлическое испытание, а затем дополнительное пневматическое испытание.

Испытания необходимы и в процессе последующей эксплуатации. При проведении испытаний осуществляется контроль величины давления. Поэтому проект предусматривал установку датчика давления (манометра). Его установку по соображениям безопасности необходимо было предусмотреть до подсоединения трубопровода к задвижке. Однако монтажная компания приступила к работе по установке манометра уже после указанного подсоединения и в результате попадания топлива внутрь трубопровода и производства газорезательных работ произошло взрывное самовоспламенение смесей паров топлива с воздухом с выходом взрывной волны из противоположного открытого конца нового участка трубопроводной системы.

По аналогичной причине — несоблюдение требований согласованной и утвержденной проектной документации — произошел групповой несчастный случай с тяжелейшими последствиями при разборке (демонтаже) старого моста через р. Старая и Новая Преголя в г. Калининграде по ул. Большая Окружная. Велись работы по демонтажу наклонного пролета, образовавшегося после взрыва моста в 1945 г. Рабочие (монтажники стальных и железобетонных конструкций) должны были находиться на этом пролете, где была оборудована рабочая горизонтальная площадка. Однако по инициативе непосредственных руководителей работ техника, использовавшаяся в ходе демонтажа (экскаватор, компрессор, бак для воды (2 м³), контейнер для инструмента), была установлена на горизонтальном фрагменте старого моста (пролет между опорами № 6—7). Поэтому рабочие поднимались на демонтируемый наклонный пролет, а затем по устроенному специальному переходу попадали на горизонтальный пролет с целью подготовки техники и инструмента.

Такое размещение техники и маршрут движения рабочих проектной документацией не предусматривался. Горизонтальный пролет, на котором находились техника и рабочие, уже был ослаблен в ходе предварительных демонтажных работ на этом пролете. Утром 13 января 2015 г. произошло обрушение пролета и он разломился. Части пролета оказались после разлома расположенными под большим углом к поверхности земли. Поэтому находившиеся на нем техника и люди стали скатываться к центру излома. Двое рабочих смогли отскочить от скатывающейся техники (получили легкие травмы), остальные четверо рабочих получили смертельные травмы. Контроль за соблюдением проектной документации в отношении порядка проведения работ должностные лица подрядчика не осуществляли.

Важное значение в обеспечении безопасности сложных работ имеют качество разработки и соблюдение утвержденных нарядов-допусков.

Однако, как показывает практика, непосредственные руководители работ допускают различные отклонения от содержания этих документов, не используют дополнительные средства защиты, которые в нарядах-допусках указаны. При этом контроль со стороны вышестоящих должностных лиц, а также специалистов службы охраны труда не проводится.

Значительное число несчастных случаев происходит в строительном производстве. Из-за несоблюдения требований наряда-допуска при монтаже участка канализации в траншее глубиной 4,5 м произошло обрушение грунта. Двое рабочих оказались засыпанными слоем земли высотой около 2 м и погибли. Руководитель работ не использовал щиты для укрепления стенок траншеи, хотя нарядом-допуском они были предусмотрены и, более того, доставлены к месту работ.

При проведении земляных работ из-за размещения землеройной техники в пределах призмы обрушения грунта часто происходит падение этой техники в подготовляемый котлован. Известны случаи падения в котлован не только экскаваторов, но и грузоподъемных кранов. При этом получают травмы и машинисты экскаваторов и кранов, и рабочие, участвующие в операциях по подъему.

Аварии кранов, манипуляторов, других подъемных сооружений наблюдаются при попытках подъема груза большой массы и неисправности операторов грузоподъемности. Падение поднимаемых грузов происходит при разрушении неправильно подобранных съемных грузозахватных приспособлений (грузовые стропы, траверсы). Длинномерные грузы (трубы, бревна, листы металла, строительные конструкции) иногда пытаются поднимать обычным двухветвевым грузовым стропом, а нужно использовать траверсы. В результате какая-то ветвь сползает к центру длинномерного груза и он падает.

Уровень организации работ на одном строительном объекте характеризуют такие факты: раствор готовил водитель, слесарь осуществлял бетонирование, другой слесарь производил замеры строительного элемента — лестницы, руководитель работ не имел строительного образования, хотя именно он выдавал задания рабочим на производство строительных работ. Специалист по охране труда в штате отсутствует. СИЗ не использовались. В результате один работник погиб.

На некоторых стройках используются достаточно сложные специальные строительные машины и механизмы, как правило, импортные. Они требуют квалифицированного технического обслуживания. Однако соответствующими специалистами малые строительные организации не располагают, инструкции заводов-изготовителей по эксплуатации оборудования на русский язык не переводятся. Поэтому возникают аварийные ситуации и, как следствие, — несчастные случаи.



На стройках практически не используются портативные (карманные) строительные анемометры. Хотя в строительных нормах и правилах установлены ограничения по скорости ветра для ряда работ — монтаж и демонтаж конструкций большой парусности, кровельные работы, монтаж и работы со строительных лесов, монтаж и использование подъемных сооружений. Поэтому эти ограничения не соблюдаются, создаются опасные ситуации, неуправляемое перемещение грузов, обрушение строительных лесов с находящимися на них рабочими. Не используются защитные козырьки при каменной кладке, зоны возможного падения предметов с высоты не ограждаются — это также одна из возможных достаточно многочисленных причин несчастных случаев в строительстве. Не применяются и современные средства защиты от падения при работах на высоте — специальные барабаны (блоки) с втягивающимся страховочным канатом, который может иметь длину до 50 м.

В ходе расследований несчастных случаев выявляются и нарушения, допущенные самими пострадавшими и находящиеся в прямой причинно-следственной связи с несчастными случаями. Вместе с тем следует учитывать, что эти нарушения подчас происходят по причинам сложности управления, недостаточного обеспечения машин и механизмов средствами защиты, их неисправностью, несоответствия оборудования, его размещения правилам эргономики, отсутствием конкретных требований в инструкциях по охране труда для работников (инструкции носят абстрактный характер, требования заводов-изготовителей оборудования не учитываются), неудовлетворительных условий рабочей среды, применения удлиненных рабочих смен (10...12 ч), распространения на предприятиях сдельных систем оплаты труда.

Именно из нарушений различных норм и правил охраны труда, санитарных норм и правил возникает почва для различных ошибок, допускаемых непосредственно работниками, негативных проявлений всего того, что связано с обобщенным понятием — "человеческий фактор". Многие ныне используемые машины и механизмы "не замечают" неисправностей, продолжают работать, хотя возникло опасное состояние. Характерен в этой связи несчастный случай на сыродельной линии. Пострадавшая не успела снять крышку с пресс-формы, в которой осуществляется окончательная формовка сыра. После съема крышки пресс-форма переворачивается и сыр из нее удаляется. Так как пострадавшая не успела снять крышку, то попыталась выдвинуть пресс-форму из рабочей зоны работающего механизма вручную. При этом произошла травматическая ампутация (2—5)-го пальцев правой руки. Механизм не среагировал ни на то, что крышка не удалена, ни на то, что рука оператора находится в опасной зоне.

В конструкции механизма не выполнено требование п. 7.8 ГОСТ 12.2.124—2013: "Опасные зоны рабочих органов, которые конструктивно невозможно оградить, должны иметь бесконтактную блокировку (например, фотоблокировку)". Не выполнено также требование п. 9.7 указанного ГОСТа: "Организация рабочего места должна обеспечить выполнение операций обслуживающим персоналом в зонах оптимальной досягаемости с учетом требуемой точности и частоты действий оператора. Органы управления должны быть размещены на рабочем месте с учетом рабочей позы, а также частоты и последовательности их использования". Однако на рассматриваемом рабочем месте пусковая кнопка размещена вне оптимальной зоны моторного поля.

По ГОСТ 12.2.033—78 ССБТ "Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования" важные органы управления должны быть размещены от передних стоек механизма не далее 300 мм (на рассматриваемом рабочем месте по данным выполненных измерений — 510 мм), а по вертикали от пола не выше 1150 мм (фактически же на рабочем месте пусковая кнопка была расположена на высоте 1420 мм и повернута в обратную сторону от работника).

По отношению к органам управления рассматриваемого механизма не выполнено также требование п. 5.21 ГОСТ 12.2.124—2013: "При любом способе ручного управления на каждой машине, входящей в состав линии, должна быть предусмотрена кнопка "Стоп", а в соответствии с п. 5.13 эта кнопка должна быть красного цвета и увеличенного по сравнению с другими кнопками размера.

В нормативных правовых актах по охране труда, в федеральных нормах и правилах по промышленной безопасности, в стандартах безопасности не разъясняются основания для введения тех или иных требований. Это у некоторых малоопытных или недостаточно подготовленных специалистов вызывает представление о надуманности отдельных требований, возможности их нарушения. Не разъясняются же в нормативных актах основания для введения ограничения на угол между ветвями грузовых стропов (не более 90°), обязательных отступов от стен складских помещений при складировании грузов, обязательной выгрузке топлива и других горючих материалов перед постановкой судна в док и многих других требований. Между тем все требования безопасности, как правило, имеют свою предысторию, к сожалению, подчас — это происшедшие аварии, взрывы, несчастные случаи. Поэтому соблюдение норм и правил безопасности — это путь к минимизации всевозможных производственных опасностей и возможных последствий их реализации. Именно таким пониманием должны вооружаться все работники в своей повседневной деятельности.

Выводы

На основании рассмотренных выше материалов экспертных исследований причин аварий и несчастных случаев можно предложить следующие пути их предотвращения:

1. Обеспечение с помощью комплекса специальных мер понимания абсолютной необходимости соблюдения требований охраны труда и промышленной безопасности на всех стадиях постановки продукции на производство — от проектирования до изготовления продукции.

2. Оказание помощи работодателям в обеспечение внесения ими в организацию производства таких новых форм и методов, при которых всякое отступление от требований безопасности было бы своевременно выявлено и устранено.

3. Деятельность государства должна быть направлена, прежде всего, на предупреждение опасностей через воздействие на их источник. Необходимо переходить от тенденции минимизации роли государства в управлении охраной труда и промышленной безопасностью, к усилению его роли; государственный надзор и контроль и соответствующая деятельность профсоюзов должны не "кошмарить бизнес", а ему только содействовать.

4. Так как выпускники-бакалавры занимают те же должности, что и ранее выпускники-инженеры, уровень подготовки бакалавров технических направлений

по вопросам безопасности не должен быть снижен. Необходимы соответствующие решения государственных органов управления (Минобрнауки РФ), так как на уровне университетов эта проблема не решается.

Список литературы

1. **Технический регламент** о безопасности машин и оборудования. Утв. Постановлением Правительства РФ от 15.09.2009 г., № 753.
2. **Технический регламент** о безопасности колесных транспортных средств. Утв. Постановлением Правительства РФ от 10.09.2009 г., № 720.
3. **Правила промышленной безопасности** опасных производственных объектов, на которых используются подземные сооружения. Утв. приказом Ростехнадзора от 12.11.2013 г., № 533.
4. **Правила промышленной безопасности** опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением. Утв. приказом Ростехнадзора от 23.03.2014 г., № 116.
5. **Единый квалификационный справочник** должностей руководителей, специалистов и служащих. Раздел "Квалификационные характеристики должностей специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда". Утв. приказом Минздравсоцразвития России от 17.05.2012 г., № 559н.
6. **Профессиональный стандарт** "Специалист в области охраны труда". Утв. приказом Минтруда России от 4.08.2014 г., № 524н.
7. **Межотраслевые нормативы** численности работников службы охраны труда в организациях. Утв. Постановлением Минтруда России от 22.01.2001 г., № 10.
8. **СП 12-136—2002**. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ.

V. M. Minko, Professor, Head of Chair, e-mail: mcotminko@mail.ru, Kaliningrad State Technical University

About Accidents and Other Causes of Accidents According to Modern Expert Research

With the use of modern materials expert research analyzes the causes of accidents in different industries. Many accidents are preceded by all sorts of accidents, defective current technical condition of the equipment, the shortcomings of project materials (projects of manufacture of works, projects work organization, process maps, etc.). Contributes to accidents and accidents also what attracted to works managers, specialists and workers have no professional training, and cannot appreciate the importance of compliance with the established safety requirements and therefore allow their violation, including projects in the manufacturing operations, process maps. Summed up innovative ways to reduce occupational injuries in the country.

Keywords: accident, causes, prevention

References

1. **Technical regulations** on safety of machines and equipment. Approved by the resolution of the Government of the Russian Federation dated 15.09.2009, № 753.
2. **Technical regulations** on safety of wheeled vehicles. Approved by the resolution of the Government of the Russian Federation dated 10.09.2009, № 720.
3. **The rules of industrial safety** of hazardous production facilities using underground structures. Approved by the order of Rostekhnadzor dated 12.11.2013, № 533.
4. **The rules of industrial safety** of hazardous production facilities that use equipment working under excessive pressure. Approved by the order of Rostekhnadzor dated 23.03.2014, № 116.

5. **Unified skills guide** for positions of managers, specialists and employees. Section "Qualifying characteristics of posts of specialists carrying out work in the field of labour protection". Approved by order of the health Ministry of Russia dated 17.05.2012, № 559н.
6. **Professional standard** "Specialist in the field of labor protection". Approved by order of the Ministry of labor of Russia from 4.08.2014, № 524н.
7. **Interdisciplinary standards** number of employees of a protection service of work in organizations. Approved by the resolution of Ministry of labor of Russia from 22.01.2001, № 10.
8. **SR 12-136—2002**. Decisions on labor protection and industrial safety in the construction arrangement and the project of manufacture of works.

удк 622.418

Н. М. Качурин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: ecology@tsu.tula.ru, Тульский государственный университет, **С. А. Воробьев**, науч. сотр., Белгородский национальный исследовательский университет, **П. В. Васильев**, канд. техн. наук, генеральный директор, ООО "Сибирская экспертная организация", Прокопьевск, Кемеровская обл., **Д. Н. Шкуратский**, генеральный директор, ОАО "Галургия", Пермь

Повышение точности определения количества воздуха при газовоздушных съемках в угольных шахтах и рудниках

Представлены методические положения по проведению газовоздушных съемок в шахтах и отмечено, что качество проводимых газовоздушных съемок во многом определяет уровень аэрологической безопасности на угольных шахтах и рудниках. Показано, что точность определения количества воздуха, протекающего через поперечное сечение выработки, зависит от точности определения площади этого поперечного сечения. Предложено использовать новый способ определения площади поперечного сечения горной выработки.

Ключевые слова: шахта, рудник, газовоздушная съемка, количество воздуха, горная выработка, площадь поперечного сечения, измерение, точность, расчет, аэрологическая безопасность

Газовоздушная съемка — это комплекс работ по замеру расхода воздуха, концентрации газа и определения газообильности по источникам газовой выработки. Своевременное обнаружение в шахтном воздухе опасных отклонений от допустимой Правил безопасности концентрации газов позволяет принять меры по их устранению и восстановить безопасные условия труда по газовому фактору. Проверка состава воздуха и его расхода должны производиться на не газовых шахтах, на шахтах I и II категории по газу один раз в месяц. На шахтах III категории газовоздушные съемки должны проводиться два раза в месяц, а на сверхкатегорных и опасных по внезапным выбросам угля и газа — три раза в месяц. На шахтах, разрабатывающих пласты угля, склонного к самовозгоранию, газовоздушные съемки проводят два раза в месяц. Следовательно, качество проводимых газовоздушных съемок во многом определяет уровень аэрологической безопасности на угольных шахтах и рудниках.

Общеизвестно, что количество воздуха, протекающего через любое поперечное сечение горной выработки, равно произведению средней скорости воздуха на площадь данного поперечного сечения. Точность определения количества воздуха зависит от точности определения этих двух параметров. Максимальная точность определения средней скорости воздуха не превышает

паспортной точности используемых анемометров и, как правило, удовлетворяет требованиям практики. Однако точность определения площади поперечного сечения горной выработки в точке замера скорости воздуха далеко не всегда определяют с требуемой точностью.

Для точного определения площади поперечного сечения горной выработки на специальных замерных станциях выработке придают правильную геометрическую форму (обычно трапециевидную). Этот процесс трудоемкий, да и в дальнейшем сохранить правильную геометрическую форму сечения, как правило, не удается из-за деформаций крепи, вызванных горным давлением. Поэтому на практике часто делают допущение, что сечение выработки в месте замера скорости воздуха является прямоугольным, и замеряют только высоту и ширину предполагаемого прямоугольника, площадь определяют как их произведение.

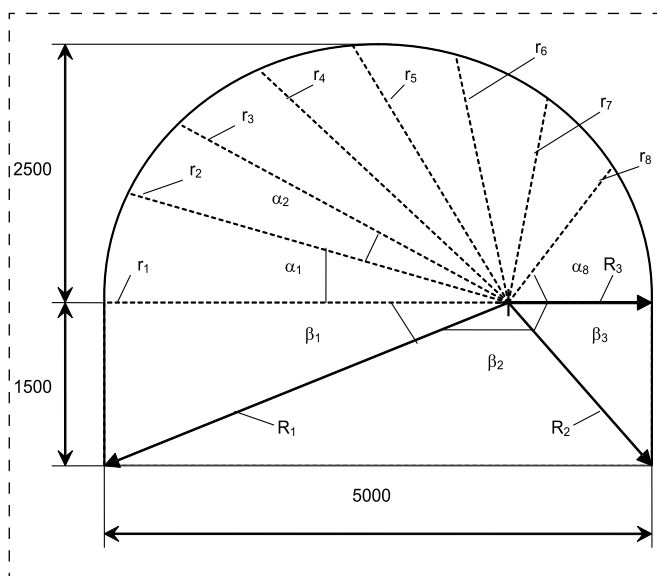
Опыт многолетних исследований, при которых одним из основных инструментариев были газовоздушные съемки, показал, что точность определения количества воздуха, протекающего через поперечное сечение выработки, в первую очередь зависит от точности определения площади этого поперечного сечения, а ошибка в определении площади поперечного сечения неправильной формы в шахтных условиях может достигать 40...60 %.

Таким образом, повышение точности определения количества воздуха при газовоздушных съемках в угольных шахтах и рудниках целесообразно осуществлять за счет повышения точности определения площади поперечного сечения, в котором измеряют скорость воздушного потока.

Для повышения точности натуральных исследований, заключающихся в проведении газовоздушных съемок, был разработан новый способ определения площади поперечного сечения горных выработок. Расчетная схема к определению площади поперечного сечения горной выработки предлагаемым способом представлена на рисунке.

Очевидно, что важнейшей задачей методики определения площади поперечного сечения горных выработок является снижение трудоемкости фиксации точек по контуру выработки и повышение точности при определении площади поперечного сечения. Данная задача решена тем, что в известном способе определения площади поперечного сечения горной выработки [1], заключающемся в измерении линейных размеров в плоскости сечения, разбиваемого на элементы с переменными радиусами, и вычислении его площади как суммы площадей этих элементов, располагают измеритель углов и расстояний в плоскости перпендикулярной оси выработки, в базовой точке. Базовая точка располагается на расстоянии 1,2...1,5 м от почвы и на расстоянии 2...5 м от одного из бортов выработки.

Затем разбивают часть площади поперечного сечения с округлыми контурами на секторы с переменными радиусами, а часть площади поперечного сечения с линейными контурами на



Расчетная схема к определению площади поперечного сечения горной выработки

треугольники. При этом измеряют расстояния от базовой точки до контура сечения и углы между измеренными радиусами с переменным шагом 20...120°, а площадь поперечного сечения горной выработки определяют как сумму секторов и треугольников с учетом измеренных расстояний и углов из соотношения

$$S_{г.в} = 8,727 \cdot 10^{-3} \left[(r_n R_T)^2 \alpha_n + \sum_{i=1}^{n-1} (r_i r_{i+1})^2 \alpha_i \right] + 0,5 \left(r_1 R_1 \sin \beta_1 + \sum_{i=2}^{m-1} R_i R_{i+1} \sin \beta_i \right), \quad (1)$$

где r_n — последний радиус сектора в сечении с округлыми контурами, м; R_T — последняя сторона треугольника с центральным углом, находящимся в базовой точке, м; α_n — угол в последнем секторе сечения с округлыми контурами, град; r_i — первый радиус с номером, совпадающим с номером угла рассматриваемого сектора, м; r_{i+1} — второй радиус в рассматриваемом секторе, м; α_i — угол в секторе сечения с округлыми контурами, град; R_i — первая сторона с номером, совпадающим с номером угла, расположенного в базовой точке рассматриваемого треугольника, м; R_{i+1} — вторая сторона рассматриваемого треугольника, м; β_i — угол в базовой точке рассматриваемого треугольника, град.

То есть формула (1) показывает, что расстояния от базовой точки до контура выработки в части сечения с округлыми очертаниями обозначены как r с соответствующим индексом (на рисунке — эти линии показаны пунктиром). А расстояния от базовой точки до контура выработки в части сечения с линейными очертаниями обозначены как R с соответствующим индексом.

В качестве примера практического использования предлагаемого технического решения определена площадь поперечного сечения горной выработки сводчатого сечения, представленной на рисунке. Это поперечное сечение представлено двумя правильными геометрическими фигурами — полуокружностью (часть сечения выработки с округлыми контурами) и прямоугольником (часть сечения выработки с линейными контурами), что позволяет в качестве эталона использовать результаты точных вычислений. Результаты измерений линейных размеров и углов, а также расчета площадей представлены в табл. 1. Результаты натуральных исследований показывают, что техническая задача решена. Точность определения площади поперечного сечения горной выработки повышена, а трудоемкость фиксации точек по контуру выработки большого объема снижена. Новизна предлагаемого технического решения подтверждается положительным решением государственной патентной



Таблица 1

Пример практического использования предлагаемого способа определения поперечного сечения горной выработки

№ пп	Расстояние от фиксированной точки до точки на контуре сечения, м	Угол между радиусами, град	Площадь элемента поперечного сечения выработки, м ²
Зона округлого сечения			
1	3,50	20	2,12
2	3,45	20	1,93
3	3,20	20	1,59
4	2,85	20	1,24
5	2,50	20	0,94
6	2,15	20	0,69
7	1,85	20	0,55
8	1,70	40	0,89
Площадь части поперечного сечения с округлым контуром, вычисленная по результатам измерений, м ²			9,95
Точное значение площади части поперечного сечения с округлым контуром, м ²			9,82
Относительная погрешность, %			1,32
Зона контура с линейными границами			
1	3,75	23	2,56
2	2,15	113	3,71
3	1,50	44	1,12
Площадь части поперечного сечения с линейным контуром, вычисленная по результатам измерений, м ²			7,39
Точное значение площади части поперечного сечения с линейным контуром, м ²			7,50
Относительная погрешность, %			1,47
Площадь поперечного сечения выработки, определенная предлагаемым способом, м ²			17,34
Точная площадь поперечного сечения, м ²			17,32
Относительная погрешность, %			0,12

экспертизы. Получен патент РФ № 2463551 на "Способ определения площади поперечного сечения горной выработки большого объема" [2].

На практике часто возникает необходимость определения газовой выделенности из различных источников для описания структуры газового баланса очистных и подготовительных участков [3].

Например, газозвушнные съемки на шахтах ОАО "ОУК—Южжубассуголь" позволили уточнить структуру газовых балансов как очистных и подготовительных участков, так и шахт в целом. При этом относительная погрешность в определении

Таблица 2

Результаты газозвушнных съемок при проведении подготовительных выработок по пласту II внутреннему с квершлага 108 (ОАО "ОУК—Южжубассуголь")

Наименование выработки	Длина тупика на момент проведения съемки, м	Расход воздуха, м ³ /мин	Метановыделение с обнаженных поверхностей пласта, м ³ /мин
Конвейерный штрек	7	160	0,17
	7	180	0,18
	40	200	0,20
	96	180	0,18
II промежуточный штрек	25	170	0,17
	65	165	0,16
	95	160	0,16
Основной штрек	105	160	0,16
	25	135	0,14
	45	130	0,13
	65	130	0,13

расходов воздуха не превышала 15 %, а допустимой погрешностью принято считать невязку по расходам воздуха до 30 %. Такой результат был достигнут за счет точного определения площадей поперечных сечений на станциях замера скорости воздуха. Это позволило оценить метановыделения с поверхности обнажения пласта, представленные в табл. 2 [4].

Исключительно важным методическим этапом в оценке и прогнозе аэрологической безопасности очистных и подготовительных участков шахт и рудников является точное определение количества воздуха в различных точках вентиляционной сети. Общепринятая методика определения расхода воздуха в сочетании с использованием предлагаемого способа определения площади поперечного сечения горных выработок большого объема была также апробирована на руднике "КНАУФ ГИПС Новомосковск" "Knauf" ОАО и были также получены положительные результаты, трудоемкость определения количества воздуха снизилась на 40 %, а точность повысилась [5].

Следовательно, повышение точности определения количества воздуха при газозвушнных съемках в угольных шахтах и рудниках обеспечивается более точными измерениями линейных размеров в плоскости сечения, разбиваемого на элементы с переменными радиусами. Линейные измерения можно проводить серийно выпускаемыми приборами с высокой точностью и минимальной трудоемкостью. В условиях наращивания нагрузок на очистные забои угольных шахт до 20 000 т/сут и увеличении скоростей подвигания подготовительных забоев в 2—3 раза точность газозвушнных съемок будет определять качество контроля по фактору аэрологической безопасности.

Список литературы

1. Качурин Н. М., Кузнецов В. В., Авдеев О. Ю. Способ определения площади поперечного сечения горной выработки // А.с. СССР № 1516742. 1989. Бюл. № 39.
2. Качурин Н. М., Комиссаров М. С., Качурин А. Н., Власов Д. Ю. Способ определения площади поперечного сечения горной выработки большого объема // Патент РФ № 2463551. 2012. Бюл. № 37.
3. Качурин Н. М., Воробьев С. А., Качурин А. Н. Прогноз метановыделения с поверхности обнажения угольно-го пласта в подготовительную выработку при высокой скорости проходки // Горный журнал. — 2014. — № 4. — С. 57—59.
4. Качурин А. Н. Системный подход к оценке метановой опасности подготовительных выработок шахт Кузбасса // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2013. — Вып. 1. — С. 91—97.
5. Лискова М. Ю. Влияние выработанных пространств на воздухораспределение при включении ГВУ после ее длительной остановки // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2013. — Вып. 2. — С. 51—57.

N. M. Kachurin, Professor, Head of Chair, e-mail: ecology@tsu.tula.ru, Tula State University,
S. A. Vorob'ev, Research Associate, Belgorod National Research University,
P. V. Vasiliev, General Director, OOO "Siberian Expert Organization", Prokopyevsk of
Kemerovo Region, **D. N. Shkuratskiy**, General Director, OAO "Galurgija", Perm

Increasing Accuracy of Defining Air Quantity by Gas-Air Researches in Coal and Ore Mines

Methodical principals by realizing gas-air researches in mines are submitted and it's noted that quality of realized gas-air researches influence upon aerology safety level in coal and ore mines very seriously. It's shown that accuracy of defining air quantity flowing through underground working cross section depends from accuracy of defining area this cross section. The new method of defining underground working cross section area is proposed. Comparing gotten results of full-scale investigation showed that technical problem was solved and accuracy defining underground working cross section area increased as compared with the prototype and laboriousness of fixing points on contour the large volume mining working was reduced at 70 %. Newness of proposed technical solution was affirmed by favorable decision of public patent examining operation. Consequently increasing accuracy of defining air quantity of gas-air researches in coal and ore mines is provided by more accuracy of measuring linear dimensions in sectional plane which dividing at elements with variable radiuses. The accuracy of gas-air researches will define quality of controlling safety by aerology factor at the conditions of increasing mining until 20 000 ton per a day and increasing velocity of moving development faces in 2...3 times.

Keywords: coal mine, ore mine, gas-air research, air quantity, mining working, cross section area, measuring, accuracy, calculating, aerology safety

Reference

1. Kachurin N. M., Kuznecov V. V., Avdeev O. Ju. Sposob opredelenija ploshhadi poperechnogo sechenija gornoj vyrabotki. *A. S. SSSR № 1516742*. 1989. Bjul. No. 39.
2. Kachurin N. M., Komissarov M. S., Kachurin A. N., Vlasov D. Ju. Sposob opredelenija ploshhadi poperechnogo sechenija gornoj vyrabotki bolshogo obema. *Patent RF № 2463551*. 2012. Bjul. No. 37.
3. Kachurin N. M., Vorob'ev S. A., Kachurin A. N. Prognoz metanovy-delenija s poverhnosti obnazhenija ugolnogo plasta v podgotovitelnuju vyrabotku pri vysokoj skorosti prohodki. *Gornyj Gurnal*. 2014. No. 4. P. 57—59.
4. Kachurin A. N. Sistemnyj podhod k ocenke metanovoj opasnosti podgotovitelnyh vyrabotok shaht Kuzbassa. *Izvestija TulGU. Nauki o Zemle*. 2013. Vol. 1. P. 91—97.
5. Liskova M. Ju. Vlijanie vyrabotannyh prostranstv na vozduhoraspredelenie pri vkljuchenii GVU posle ee dlitelnoj ostanovki. *Izvestija TulGU. Nauki o Zemle*. 2013. Vol. 2. P. 51—57.

УДК 534

А. А. Лубянченко¹, препод., e-mail: anverly.hipp@gmail.com,
С. К. Петров¹, канд. техн. наук, проф., А. Ю. Олейников¹, канд. техн. наук, доц.,
И. С. Толоконников², инж.-акустик, М. С. Яковчук¹, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

¹ Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ"
им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

² LGElectronicsRussiaR&DLab, Санкт-Петербург

Результаты параметрических исследований глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов

Освещены некоторые результаты теоретических (расчетных) параметрических исследований собственных колебаний конструкции глушителя и газодинамики потока выхлопных газов. Результаты исследований использованы в ходе модернизации существующей конструкции глушителя. Проведена апробация теоретических исследований путем сравнительной оценки результатов расчетов и данных экспериментальных исследований виброакустических и газодинамических параметров исходной и модернизированной моделей глушителей.

Ключевые слова: глушитель шума выпуска выхлопных газов, акустическая эффективность, виброускорение, виброскорость, виброперемещение, ANSYS, ANSYS Fluent

Введение

Настоящая работа посвящена некоторым проблемам проектирования глушителя шума выпуска (выпускного устройства) высокотемпературного потока выхлопных газов дизель-генераторной установки большой мощности (до 2,5 МВт), а также вопросам экспериментального исследования виброакустических параметров спроектированного глушителя.

Основными характеристиками глушителей шума являются [1] акустическая эффективность (снижение шума) и потери давления (противодавление) в глушителе.

Поэтому при разработке конструкции любого глушителя шума необходимо учитывать разнонаправленные требования о необходимости "преграждать путь" шуму и обеспечения минимального сопротивления потоку выхлопных газов. Проектировщику приходится оптимизировать соотношение технических решений, продиктованных этими требованиями.

В случае высокоскоростного потока к перечисленным задачам добавляются задачи снижения шума струи выхлопных газов и снижения динамического воздействия потока на конструкцию глушителя [2]. Кроме того, при этом дополнительный шум излучает сам корпус глушителя. Отметим, что значительной вибрации подвергаются

не только элементы конструкции глушителя, но также подводящий трубопровод и площадки, на которой монтируется глушитель. Все это требует обеспечения высокой вибропрочности конструкции. При таком "наборе задач" снижение шума выхлопа дизель-генератора становится не самым приоритетным.

Анализ экспериментальных данных исследований уровней вибрации глушителя

Авторы участвовали в проектировании и экспериментальной отработке модернизированной конструкции глушителя дизель-генератора (далее ДГ), взамен исходной (внешний вид и основные конструктивные элементы исходной конструкции представлены на рис. 1), не отвечающей требованиям эксплуатации из-за высокого уровня вибрации и недостаточной вибропрочности [3]. Габариты исходной конструкции: 1,9×1,2×0,5 м, масса — около 210 кг.

Нормы вибрации для таких сложных конструкций, какими являются глушители шума, отсутствуют, и зачастую сложно установить допустимый для них уровень вибрации (допустимые значения виброускорения, виброскорости, виброперемещения). Для ориентировочной оценки уровня вибрации исходной конструкции глушителя авторы использовали нормы вибрации трубопроводов

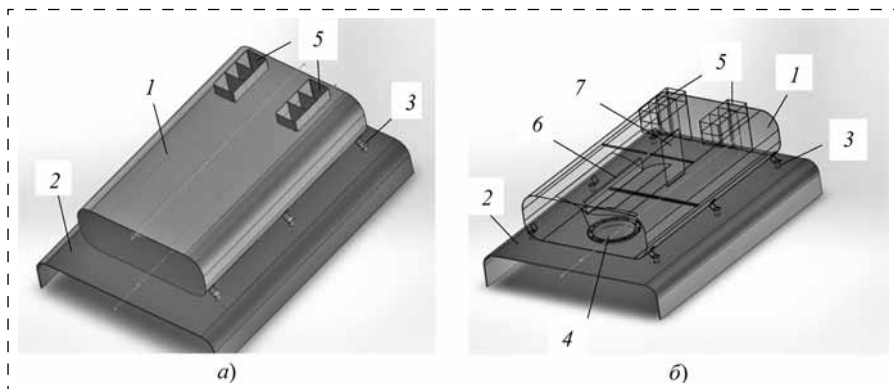


Рис. 1. Геометрическая модель исследуемой конструкции:

a — внешний вид глушителя; *б* — основные конструктивные элементы глушителя: 1 — корпус глушителя; 2 — корпус вагона тепловоза; 3 — опоры глушителя (6 штук); 4 — входное отверстие; 5 — выходные отверстия; 6 — рассекатель потока; 7 — перегородка (ребро жесткости)

технологического газа компрессорных станций (КС) с центробежными нагнетателями [4], которые представлены в виде четырех кривых, представляющих зависимости оценочных значений виброперемещений от частоты в диапазоне от 1 до 60 Гц:

- уровни вибраций с оценками А и В являются максимально допустимыми уровнями, соответственно, при приемочных испытаниях КС и при нормально режимной эксплуатации КС (соответствующие уровням А и В кривые на рис. 2 не приводятся);

- уровень вибрации с оценкой С требует проведения диагностических работ с целью разработки рекомендаций по реконструкции трубопроводной системы и ее реализации;

- уровень вибрации с оценкой D характеризует аварийное состояние трубопроводов и их опорных систем (превышение этого уровня может привести к усталостным разрушениям элементов трубопровода).

является конечным элементом системы выпуска выхлопных газов дизель-генераторной установки, которая имеет определенное число фиксированных режимов работы ДГ. Этим режимам работы соответствуют определенные позиции контроллера в кабине машиниста: режим холостого хода работы двигателя (положение контроллера "0") и 15 режимов работы двигателя в диапазоне мощностей от 160 до 2500 кВт, каждому из которых соответствуют позиции контроллера от "1" до "15".

Исследования глушителя проводились для четырех фиксированных режимов работы ДГ (позиций контроллера): холостой ход (0), минимальные обороты (1), средний режим (7), максимальные обороты (15). Результаты сравнения значений виброперемещений по оси Z в трех характерных точках на верхней стенке исходной конструкции глушителя на четырех режимах работы ДГ с нормами вибрации [5] приведены на рис. 2.

На приведенных рисунках видно, что при работе ДГ виброперемещения корпуса глушителя

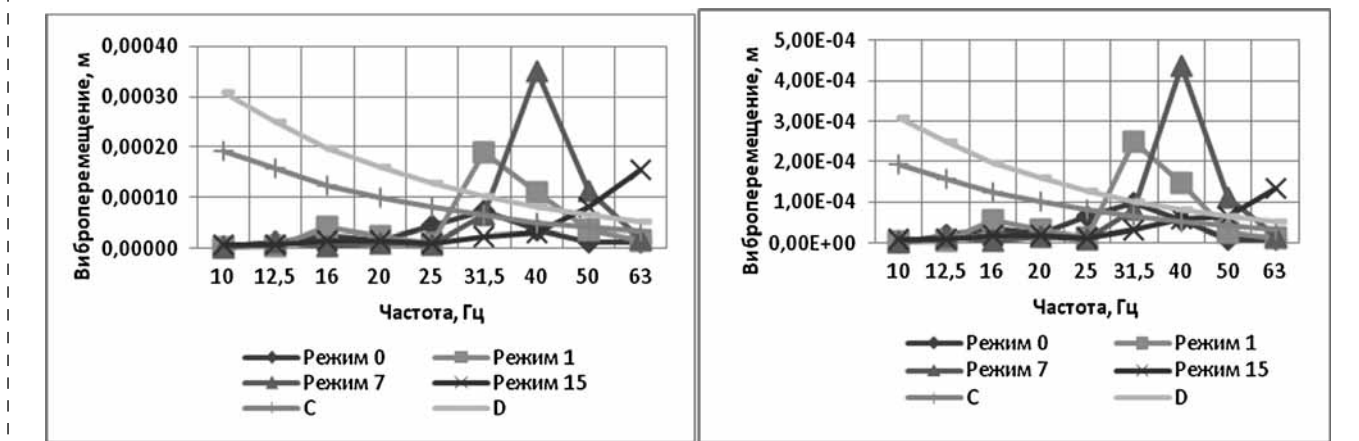


Рис. 2. Сравнение значений виброперемещений в характерных точках на различных режимах работы дизель-генератора с нормами [4]

в диапазоне частот от 31,5 до 50 Гц, превышают нормы и находятся в зоне D — недопустимое виброперемещение. Таким образом, разрушение отдельных корпусных деталей глушителя шума, наблюдаемое в процессе эксплуатации исходной конструкции глушителя, согласно нормам [4], является неизбежным. Сравнение значений параметров вибрации конструкции глушителя в характерных точках на всех режимах работы дизель-генератора с различными нормами указывает на необходимость доработки конструкции с целью снижения параметров вибрации. В ходе доработки или проектирования новой конструкции глушителя требуется оптимизация, определяемая условиями соответствия конструкции требованиям по вибропрочности, уровню шума, величине создаваемого противодавления в широком диапазоне параметров потока выхлопных газов на различных режимах работы ДГ.

Для определения причин неудовлетворительной работы исходной конструкции были проведены расчеты механических параметров ее геометрической модели, представленной на рис. 1, и газодинамические расчеты параметров потока выпускных газов.

Расчет параметров собственных колебаний конструкции глушителя

Любая конструкция имеет нормальные частоты колебаний (собственные частоты колебаний), каждая из этих нормальных частот, в свою очередь, имеет специфическую форму деформации (собственную форму, или нормальную форму колебаний). Все структуры имеют практически бесконечное количество собственных форм колебаний. Но реакция структуры лежит, в основном, в низких частотах, поэтому высокими частотами в большинстве практических случаев можно пренебречь. Из многолетней апробированной практики расчетов параметров собственных колебаний методом ANSYS известно, что первые три формы колебаний отражают практически все возможные варианты реакции структуры.

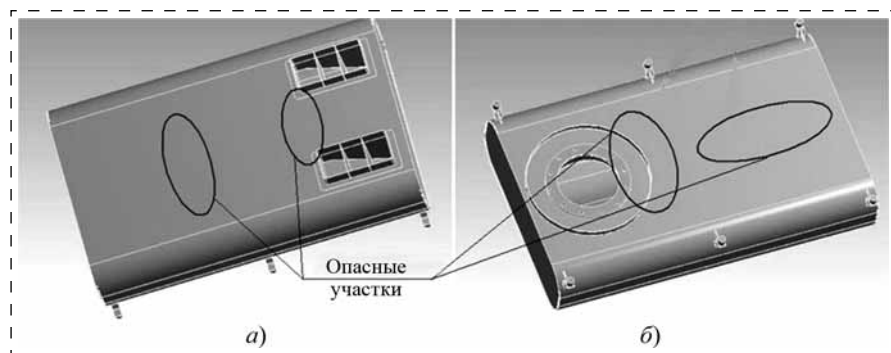


Рис. 3. Опасные участки для исходной конструкции глушителя: а — верхняя стенка глушителя; б — нижняя стенка глушителя

Таблица 2

Собственные частоты конструкции модели

Номер собственной формы колебаний	Собственная частота, Гц, при различной толщине стенок, мм		
	3	4	6
1	27	28	34
2	39	41	47
3	46	48	57

В граничных условиях места закрепления конструкции модели были заданы неподвижными.

Были определены расчетные значения собственных частот конструкции построенной геометрической модели и собственные формы колебаний модели для этих частот. Первые три из их приведены в табл. 1 (см. 2-ю стр. обложки). В таблице также представлена визуализация собственных форм колебания геометрической модели.

Визуализация собственных форм колебания, где цветом от синего до красного выделены зоны значений деформаций от минимальных до максимальных, позволяет определять "неблагоприятные" участки конструкции на различных собственных частотах конструкции расчетной модели. Анализ полученных в результате расчета данных позволил определить расположение наиболее опасных с точки зрения усталостной прочности участков исходной конструкции глушителя (рис. 3).

Первоначально была рассмотрена возможность увеличения жесткости конструкции глушителя, за счет увеличения толщины его стенок (толщина корпусных деталей исходного глушителя составляла 3 мм). В табл. 2 приведены рассчитанные собственные частоты для геометрической модели глушителя при толщине стенки, равной 3, 4 и 6 мм.

Результаты проведенных расчетов показали, что увеличение толщины стенок камеры глушителя не приводит к значительному увеличению собственных частот конструкции. Добиться существенного сдвига собственных частот конструкции

в область более высоких значений без изменения габаритных размеров камеры глушителя (что исключалось компоновочными решениями) возможно за счет введения специальных дополнительных конструктивных элементов (профилированных и сплошных стенок и перегородок, ребер жесткости и пр.), назначение которых состоит, помимо увеличения жесткости конструкции, в "улучшении" газодинамической картины течения газов выпуска [5].

Газодинамический расчет течения выхлопных газов в камере глушителя

Первоначальной задачей расчета было построение газодинамической картины течения выхлопных газов в "пустой" камере глушителя.

Для газодинамического расчета выполнено построение блочно-структурированной вычислительной сетки (рис. 4, а), как наиболее оптимальной для получения решения высокой точности при минимальном времени счета. Вычислительная сетка для проведенных расчетов содержала 200 000 ячеек. Для корректного вычисления газодинамических параметров в пограничном слое выполнено сгущение сетки к стенкам конструкции. Расчетная область принята состоящей из 1/2 камеры глушителя с учетом принятого допущения о симметрии потока относительно срединной плоскости. Граничные условия заданы следующим образом (рис. 4, б): на входной границе задано условие на втекание газа с различным массовым расходом, соответствующим расходам на четырех рассматриваемых режимах работы ДГ. Температура газа принималась равной 675 К. На выходной границе задано условие на отсутствие избыточного статического давления.

Вычислительное моделирование проведено в среде CFD пакета ANSYS Fluent, "тяжелого" класса методом контрольного объема, и представляет собой решение системы трехмерных уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Замыкание системы уравнений осуществляется подключением двухпараметрической модели переноса сдвиговых напряжений (модель Ментера). Решение выполнялось в стационарной постановке методом установления. В качестве рабочего газа выбран вязкий совершенный газ, близкий по своим свойствам к выхлопному газу.

Газодинамический расчет параметров (давление, скорость, температура, линии тока и др.) потока выпускных газов внутри глушителя и в выходном сечении проводился для четырех режимов

истечения, исследованных экспериментально для исходной конструкции глушителя.

Согласно результатам расчетов на всех рассмотренных режимах работы ДГ структура течения выхлопных газов является схожей. Результаты расчетов с цветной визуализацией (от синего для минимальных до красного для максимальных значений скоростей) течения выхлопных газов в виде линий тока показаны на рис. 5 (см. 2-ю стр. обложки). На рисунке видно, что струя, поступающая в камеру, растекается вдоль верхней и продольной стенок, формируя область вихревого течения. Таким образом, большая часть камеры представляет собой область низкоскоростного вихревого потока. Поток ускоряется вблизи верхних стенок и в выхлопной трубе. Максимальные расчетные значения скорости получены на режиме максимальной мощности ДГ и приближаются к 100 м/с.

Анализ картины течения выхлопных газов позволяет сделать следующие основные выводы:

- картина течения характеризуется крайне неравномерным распределением газодинамических параметров внутри камеры глушителя, существенными пульсациями давлений и скоростей потока как вследствие турбулентного характера течения внутри камеры, так и нестационарности потока газа на входе в глушитель, что приводит к высокому уровню вибраций конструкции;

- течение газа внутри камеры подлежит обязательной частичной линеаризации путем применения направляющих, перфорированных перегородок и других конструктивных элементов, что приводит к сглаживанию потока газов, снижению неравномерности распределения газодинамических параметров внутри камеры глушителя.

Модернизация исходной конструкции глушителя путем введения новых конструктивных элементов

Изменение исходной конструкции производилось с сохранением габаритных размеров камеры глушителя исходной конструкции, местоположения входного патрубка и его входного диаметра.

Одним из важнейших изменений исходной конструкции является введение в камеру поперечной перфорированной перегородки для обеспечения большей равномерности газового потока. Конструкция крепления перегородки внутри корпуса модернизированного глушителя

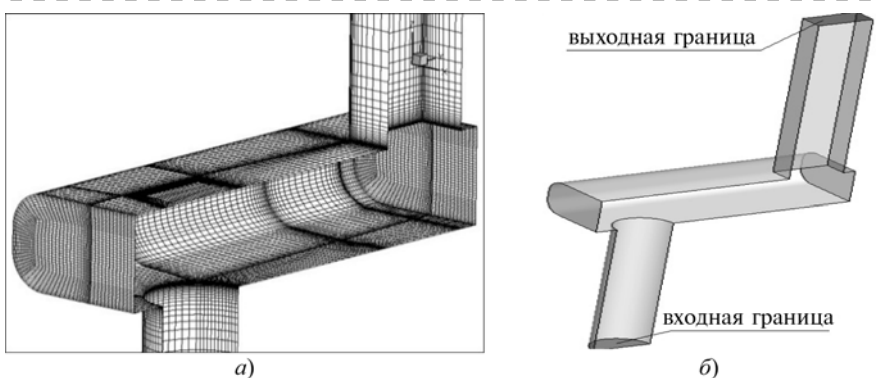


Рис. 4. Общий вид расчетной области модели:

а — блочно-структурированная вычислительная сетка; б — границы расчетной области



Таблица 3

Собственные частоты колебаний исходной и модернизированной моделей

Номер собственной формы колебаний	Собственная частота исходной модели, Гц	Собственная частота новой модели, Гц
1	27	45
2	39	60
3	46	73

существенным образом увеличила жесткость конструкции.

На основе численного моделирования течений выхлопных газов в камере глушителя проведено параметрическое исследование влияния угла и местоположения установки перфорированной перегородки, а также степени проницаемости на величину противодействия и степень равномерности газового потока. Некоторые результаты расчетов, иллюстрирующие влияние угла установки перегородки на характеристики течения выхлопных газов в камере глушителя, приведены на рис. 6 (см. 3-ю стр. обложки).

Сравнительный анализ течения выхлопных газов в камере глушителя при различных вариантах установки разделительной перегородки проводился по картине распределения пространственных линий тока. Как видно из рис. 6, а, в, разделительная перегородка, установленная перпендикулярно потоку выхлопных газов, формирует за собой существенно трехмерное вихревое течение с образованием циркуляционных зон. Потери энергии, затрачиваемые потоком на поддержание

сформированного вихревого течения, ведут к росту сопротивления и увеличению величины противодействия, что негативно сказывается на показателях эффективности и надежности работы глушителя. Наличие столь высокой неравномерности потока с ярко выраженной нестационарной вихревой структурой течения может послужить дополнительными источниками акустических пульсаций и вибрационных нагрузок на стенки конструкции.

Как видно из рис. 6, б, г, поток за разделительной перегородкой, установленной под определенным углом, значительно выравнивается, снижается скорость течения, что в свою очередь ведет как к повышению акустической эффективности глушителя, так и увеличению его эксплуатационных ресурсов. Прорабатывались также целесообразность увеличения площади выходного отверстия и влияние на параметры потока различных конструктивных элементов.

В результате проведенного параметрического исследования был предложен вариант конструкции, представленный на рис. 7 (см. 3-ю стр. обложки).

После внесения всех изменений масса глушителя увеличилась примерно на 20 % и (до 255 кг) при неизменных габаритах.

В табл. 3 приведены значения собственных частот для исходной и модернизированной моделей. Значительный рост собственных частот свидетельствует о существенном возрастании жесткости конструкции.

По результатам выполненных расчетов были разработаны рабочие чертежи модернизированной

Таблица 4

Эффективность глушителя исходной конструкции

№ режима работы ДГ	Эффективность глушителя, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Эквивалентная эффективность, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16 000	
1(0)	-7,2	2,6	-1,0	-7,7	-3,0	7,7	6,8	8,2	11,9	13,8	2,3
2 (1)	-7,6	8,3	-1,7	-3,9	-2,6	5,6	6,1	6,8	9,6	6,6	4,5
3 (7)	-3,8	4,4	-3,6	-6,7	4,1	6,7	5,7	7,1	17,7	13,9	7,4
4 (15)	-0,5	4,2	-3,4	1,3	1,9	4,6	3,1	5,1	12,9	21,3	7,6

Таблица 5

Эффективность глушителя модернизированной конструкции

№ режима работы ДГ	Эффективность глушителя, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Эквивалентная эффективность, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16 000	
1(0)	-11,3	1,1	-3,1	-7,5	-5,1	2,2	2,5	3,9	7,7	11,5	0,2
2 (1)	-7,2	7,9	0,3	-0,1	1,6	7,8	14,3	16,1	20,7	22,9	8,0
3 (7)	-2,7	7,1	-0,9	10,4	11,2	11,4	14,3	16,7	30,3	23,0	13,6
4 (15)	1,2	5,6	-3,6	10,8	16,0	16,5	15,5	17,6	26,9	51,0	13,3

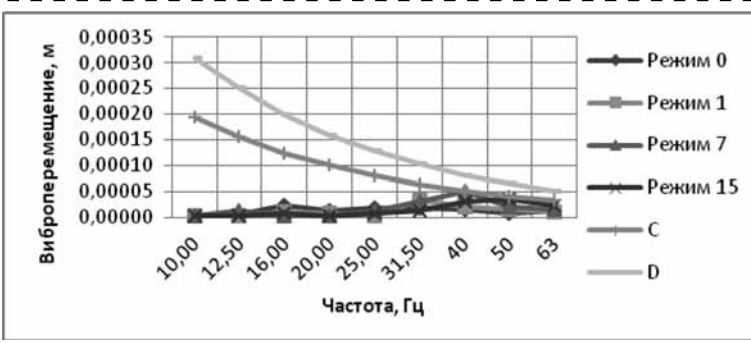


Рис. 8. Сравнение значений виброперемещений в одной из неблагоприятных точек на модернизированной конструкции глушителя с нормами [4]

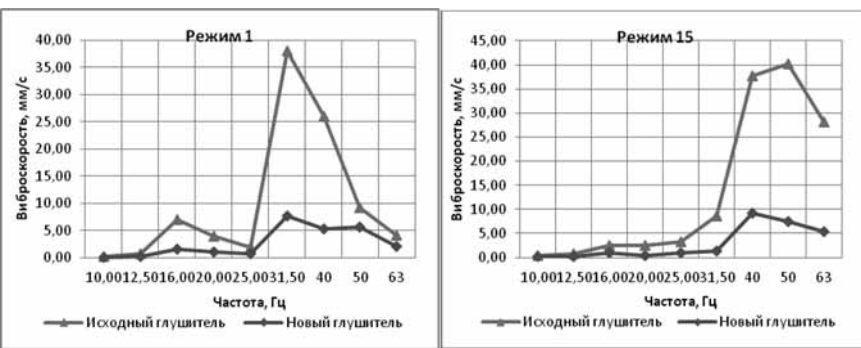


Рис. 9. Сравнительная оценка виброскоростей в характерной точке (у выходного отверстия) исходной и модернизированной конструкции глушителей

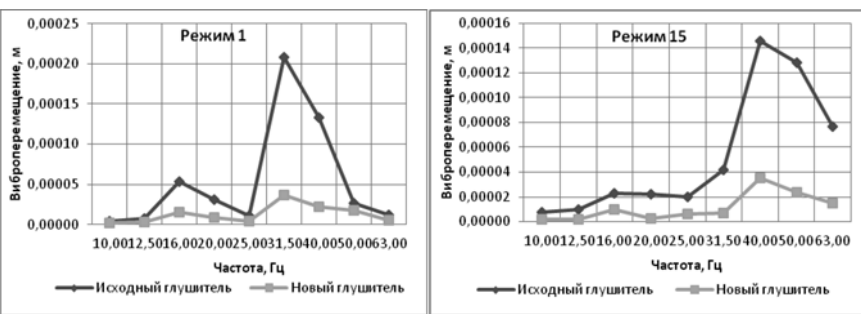


Рис. 10. Сравнительная оценка виброперемещений в характерной точке (у выходного отверстия) исходной и модернизированной конструкции глушителей

конструкции глушителя шума и изготовлены опытные образцы для испытаний в составе системы выпуска ДГ. Были проведены экспериментальные исследования с измерением виброакустических параметров модернизированной системы выпуска. В ходе измерений определялись параметры вибрации в трех осях координат для различных точек измерения на корпусе глушителя, уровень звукового давления УЗД (дБ), уровень звука УЗ (дБА), уровень звуковой мощности УЗМ (дБ, дБА). По результатам измерений были вычислены уровни звуковой мощности, усредненные по измерительной поверхности.

В табл. 4 и 5 приведены определенные по результатам измерений эффективности исходной

и модернизированной конструкции глушителя.

Как видно из результатов измерений, модернизированный глушитель значительно превосходит исходный образец. Новая конструкция глушителя в значительной степени обеспечивает выравнивание параметров выходящего газового потока, снижает его скорость. На рис. 8–10 приведены результаты измерений параметров вибрации на различных режимах работы ДГ для неблагоприятных точек на корпусах исходной и модернизированной моделей глушителей, позволяющие провести их сравнительную оценку.

Анализ результатов измерений проводился в наиболее опасном с точки зрения вибропрочности диапазоне частот от 1 до 60 Гц. Сравнение параметров вибрации исходной и модернизированной конструкции глушителя свидетельствует о кардинальном улучшении параметров вибрации новой конструкции.

Сравнительные оценки свидетельствуют о существенном снижении значений виброскоростей и виброперемещений в сопоставимых измерительных точках на модернизированной конструкции глушителей по сравнению с исходной во всем исследуемом диапазоне частот. Для пиковых значений параметров вибрации исходной модели удалось добиться их снижения от 10 до 25 раз для различных режимов работы ДГ.

Заключение

В ходе разработки модернизированной конструкции глушителя были апробированы подходы, сочетающие различные расчетные параметрические исследования. В частности, были исследованы возможные варианты реакции конструкции глушителя на внешние воздействия и газодинамические параметры потока выхлопных газов. Результаты расчетов были подтверждены экспериментальными исследованиями, что позволяет сделать вывод о целесообразности применения данных подходов в процессе проектирования и оптимизации конструкций глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов.



Список литературы

1. **Иванов Н. И.** Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Логос, 2013. — 432 с.
2. **Балтер И. И., Березовский А. М., Бутаков Г. В.** и др. Способы защиты от шума и вибрации железнодорожного подвижного состава / Под ред. Г. В. Бутакова. — М.: "Транспорт", 1978. — 231 с.
3. **Петров С. К., Олейников А. Ю., Лубянченко А. А.** Исследования виброакустических параметров глушителя дизель-генератора магистрального грузового тепловоза // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Защита от повышенного шума и вибрации", 18–20 марта 2015 г. — Санкт-Петербург. С. 591–604.
4. **Нормы** вибрации трубопроводов технологического газа компрессорных станций с центробежными нагнетателями. — М.: Министерство газовой промышленности, 1985.
5. **Лубянченко А. А., Петров С. К.** Некоторые результаты исследования глушителей шума выпуска ДВС путем натурных испытаний // Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Защита населения от повышенного шумового воздействия", 22–24 марта 2011 г. Санкт-Петербург. С. 637–643.

A. A. Lubyanchenko¹, Lecturer, e-mail: anverly.hipp@gmail.com,

S. K. Petrov¹, Professor, **A. Y. Oleynikov**¹, Associate Professor,

I. S. Tolokonnikov², Engineer, **M. S. Yakovchuk**¹, Senior Researcher

¹ Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D. F. Ustinov, Saint-Petersburg

² LGElectronicsRussiaR&DLab, Saint-Petersburg

The Results of the Parametric Studies of High-Speed and High-Temperature Gas Mufflers

This article contains some results of parametric studies of muffler's design: the results of calculations of the muffler's eigen oscillations and the exhaust gas flow's dynamic parameters. The research results were used for upgrading of the muffler's existing design. The authors performed a comparative evaluation of the results of calculations and experimental research of vibro-acoustic and gas-dynamic parameters of the previous and up-graded models of mufflers.

Keywords: muffler, acoustic efficiency, vibroacceleration, vibrovelocity, vibrodisplacement, ANSYS, ANSYS Fluent

References

1. **Ivanov N. I.** Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika borby s shumom: uchebnik — 3-e izd. pererab. i dop. M.: Logos, 2013. 432 p.
2. **Balter I. I., Berezovskiy A. M., Butakov G. V.** i dr. Sposoby zashchity ot shuma i vibratsii zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava / Pod red. G. V. Butakova. M.: Transport, 1978. 231 p.
3. **Petrov S. K., Oleynikov A. Yu., Lubyanchenko A. A.** Issledovaniya vibroakusticheskikh parametrov glushitelya dizel-generatora magistralnogo gruzovogo teplovoza. *Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnyim uchastiem "Zaschita ot povyishennogo shuma i vibratsii", 18-20 marta 2015 g., Sankt-Peterburg, P. 591–604.*
4. **Normyi** vibratsii truboprovodov tehnologicheskogo gaza kompressornykh stantsiy s tsemtrobeznyimi nagnetatelyami. M.: Ministerstvo gazovoy promyshlennosti, 1985.
5. **Lubyanchenko A. A., Petrov S. K.** Nekotoryye rezultaty issledovaniya glushiteley shuma vyipuska DVS putem naturnykh ispyitaniy. *Sbornik trudov III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnyim uchastiem "Zaschita naseleniya ot povyishennogo shumovogo vozdeystviya", 22-24 marta 2011 g., Sankt-Peterburg. P. 637–643.*

В. В. Милохов, канд. техн. наук, доц., e-mail: milohov@mail.ru,

Санкт-Петербургский государственный университет,

В. В. Цаплин, канд. воен. наук, доц., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Способы локализации аэрозолей при фрезеровании древесины

Представлены результаты сравнительного анализа эффективности способов локализации отходов резания при фрезеровании древесины. Оценка их достоинств и недостатков позволила сформулировать основные требования к аспирационным укрытиям, выполнение которых необходимо для обеспечения нормируемой гигиенической эффективности. Приведены результаты исследований по выбору наиболее приемлемого способа повышения эффективности аспирационных укрытий для процессов фрезерования древесины. Определены основные направления по выбору конструктивных решений, способствующих снижению энергетических затрат на аспирацию. Показано на примере разработанных конструкций укрытий, что указанный эффект может быть достигнут сочетанием принципов использования энергии частиц и энергии аспирируемого потока воздуха.

Ключевые слова: локализация, аэрозоли, аспирационное укрытие, аэродинамическое сопротивление, энергетические затраты, гигиеническая эффективность, жалюзи

Введение

Использование аспирационных систем является одним из надежных средств коллективной защиты работников от воздействия химических веществ. Как правило, при деревообработке аспирационные системы предназначены для решения комплекса задач: обеспечения защиты человека от воздействия вредных веществ, выделяющихся в воздух рабочего места и за его пределами и защиты окружающей среды, а также для удаления отходов резания древесины (пневмотранспорт). Современные аспирационные системы представлены комплексом следующих взаимосвязанных элементов: аспирационного укрытия, транспортной воздухопроводной магистрали, пылеулавливающей установки, вентилятора, а также приточной системы компенсации расхода аспирируемого воздуха. Эффективное функционирование аспирационной системы возможно только при определенных параметрах каждого из составляющих элементов.

Как свидетельствует практика, в настоящее время при фрезеровании древесины эксплуатируются аспирационные системы, требующие большого расхода энергии, но при этом не всегда позволяющие обеспечить необходимую защиту воздуха от загрязнения аэрозолями. Специфика распространения аэрозолей и стружки при фрезеровании древесины даже при многократном увеличении расхода аспирируемого воздуха не

позволяет гарантировать полную защиту окружающей среды от загрязнения аэрозолями на уровне требований гигиенических норм и приводит к неоправданному возрастанию материальных затрат на аспирацию.

Одной из основных причин низкой гигиенической эффективности аспирационных систем, как правило, является несовершенство конструкций аспирационных укрытий. Аспирационные укрытия, являясь средством локализации отходов фрезерования и создания условий для направленного движения в транспортный воздухопровод, в настоящее время эксплуатируются при высоких расходах аспирируемого воздуха (для различных видов фрезерования — 1000...1600 м³/ч), что и определяет значительные затраты энергии на удаление отходов резания за пределы рабочей зоны. Удельные суммарные энергозатраты для различных видов фрезерования колеблются в интервале 60...220 кВт·ч/м³.

Суммарные энергозатраты на удаление отходов резания включают затраты на аспирацию, компенсацию удаленного воздуха и тепловлажностную обработку наружного воздуха, подаваемого для компенсации удаляемого из производственного помещения воздуха. В частности, значителен вклад расходов на тепловлажностную обработку воздуха, подаваемого в производственные помещения для компенсации расхода аспирируемого воздуха. Результаты расчетов показали, что в условиях Санкт-Петербурга затраты на тепловлажностную

обработку компенсируемого наружного воздуха в зависимости от конкретных параметров (разница температур и влажности воздуха вне и внутри помещений и т. п.) превышают суммарные затраты на удаление отходов резания и организацию притока воздуха в 10–100 раз.

Приведенные данные подтверждают актуальность проводимых в настоящее время исследований по совершенствованию аспирационных систем и их направленности на разработку устройств для локализации отходов фрезерования древесины, обеспечивающих нормируемую гигиеническую эффективность защиты от воздействия вредных веществ при низком уровне энергетических затрат.

В предлагаемом материале представлены некоторые аспекты результатов выполненных исследований по анализу причин низкой эффективности используемых в настоящее время различных способов локализации отходов фрезерования древесины, а также приведен ряд разработанных решений по нормализации основных показателей назначения аспирационных укрытий, используемых для защиты воздуха от загрязнения отходами резания при фрезеровании древесины.

В настоящее время при фрезеровании древесины наиболее распространены следующие способы локализации отходов фрезерования: способ локализации энергией аспирируемого воздуха; способ локализации отходов фрезерования древесины за счет кинетической энергии отходов резания; способ локализации отходов фрезерования древесины с принудительным снижением их кинетической энергии до подхода к транспортному воздуховоду; способ локализации с использованием сочетания энергии отходов резания и энергии аспирируемого воздуха.

Способ локализации отходов фрезерования энергией аспирируемого воздуха

При реализации способа локализации отходов фрезерования только посредством энергии аспирируемого воздуха обязательным условием для обеспечения высокой эффективности является отсутствие или незначительная площадь открытых проемов укрытия в направлении распространения факела отходов резания. Невыполнение этого условия неизбежно приводит к неоправданно завышенным расходам аспирируемого воздуха, при этом не всегда обеспечивая требуемый гигиенический эффект. Пояснить причину необходимости увеличения расхода воздуха на аспирацию, можно на примере расчета минимальной скорости аспирируемого воздуха, предотвращающей поступление частиц отходов фрезерования в окружающую среду через зазор между укрытием

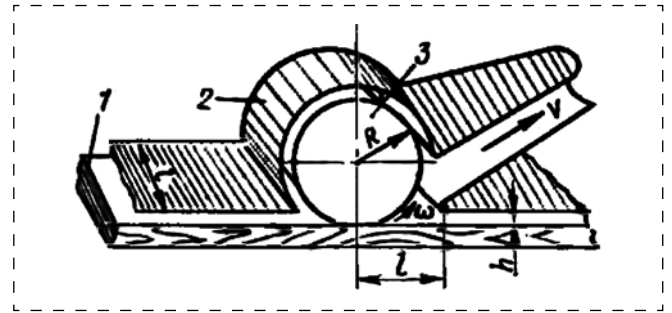


Рис. 1. Схема для расчета скорости аспирируемого воздуха в открытом проеме укрытия:

1 — обрабатываемая деталь; 2 — аспирационное укрытие; 3 — фреза

и обрабатываемой деталью (рис. 1). Энергии аспирируемого воздуха должно быть достаточно, чтобы изменить горизонтальное перемещение частиц отходов фрезерования на траекторию движения в направлении всасывающего насадка. Этого эффекта можно достичь в результате действия силы

$$F = \lambda_x \rho v^2 / S,$$

где λ_x — коэффициент аэродинамического сопротивления; ρ — плотность воздуха, кг/м^3 ; v — скорость потока аспирируемого воздуха; S — площадь поперечного сечения частицы, м^2 .

Условие того, что сила F обеспечит подъем частицы на высоту h (расстояние между нижней кромкой укрытия и обрабатываемой деталью), т. е. обеспечит перемещение частицы во всасывающий насадок, проекция нижней кромки которого на обрабатываемую поверхность находится на расстоянии l от места образования частицы, имеет вид

$$\frac{h}{l} = \frac{F\tau^2/2m - g\tau^2/2}{u\tau} = \frac{\lambda_x S \rho v^2 / 2mg\tau}{2u},$$

где $\tau = l/u$; $u = \omega R$; g — ускорение свободного падения; ω — окружная скорость. Проведя необходимые преобразования, получим

$$v = 1/l \sqrt{\frac{2m(2u^3h + gl^2)}{\lambda_x \rho S}}.$$

Расчет показывает, что частицы отходов фрезерования массой 10^{-4} г могут изменить горизонтальное движение и переместиться во всасывающий насадок, находящийся на расстоянии $l = 0,05$ м с зазором $h = 0,005$ м, только при скорости аспирируемого воздуха не менее 100 м/с.

Для аэрозолей различного фракционного состава, образующихся при фрезеровании древесины, в открытых проемах укрытия, как известно,

необходимо создавать скорость аспирируемого воздуха порядка 40...100 м/с. Только при таких скоростях воздуха можно управлять направлением движения факела стружки и пыли и предотвращать их распространение через открытые проемы укрытия в окружающую среду. Создание таких скоростей аспирируемого воздуха в открытых проемах укрытия неизбежно увеличивает требуемый суммарный расход аспирируемого воздуха, что является причиной высоких энергетических затрат. Особенно значительны затраты энергии при использовании всасывающих насадок типа "зонтов" или "воронок", имеющих большую площадь всасывающего сечения, не содержащих ограждающих фрезу устройств и осуществляющих локализацию отходов резания только энергией аспирируемого воздуха.

Так как в открытых проемах укрытий, из соображений экономии энергии, работодатель не всегда обеспечивает требуемый режим аспирации, в большинстве случаев при реализации этого способа локализации отходов резания отмечается превышение предельно допустимых концентраций аэрозолей в воздухе рабочих мест. Таким образом, вследствие низкой гигиенической эффективности и высокого уровня энергетических затрат очевидна несостоятельность способа локализации отходов фрезерования только за счет энергии аспирируемого воздуха.

Способ локализации отходов фрезерования древесины за счет кинетической энергии отходов резания

Известны попытки осуществить локализацию отходов фрезерования только используя их кинетическую энергию, приобретенную в процессе резания. Понятно, что характер поведения пылевоздушного потока во внутренней полости аспирационного укрытия в значительной степени определяет эффективность удаления отходов из зоны резания и надежность осуществления защиты воздуха рабочего места от загрязнения. Производственные и экспериментальные исследования показали, что в большинстве конструкций аспирационных укрытий основная масса частиц, двигающаяся по касательной относительно фрезы в точке выхода из обрабатываемой детали, встречая преграду в виде стенки укрытия, отражается от нее и претерпевает многократное отражение от других стенок корпуса укрытия. Как результат, значительная часть отходов резания не достигает транспортного воздуховода, оседает на поверхность днища укрытия или попадает в зону резания и в открытые проемы укрытия. Кроме того, мелкодисперсные частицы пыли вовлекаются во

вращательное движение потоками воздуха аэродинамического поля фрезы и через открытые проемы также поступают в воздух рабочего места.

Отсутствие вихрей при движении частиц внутри укрытия может быть обеспечено, если канал, по которому они перемещаются в аспирационном укрытии, повторяет форму их факела. Снизить рассеивание факела стружки и пыли можно с помощью ограждающих элементов укрытия, располагаемых непосредственно у мест выхода стружки и пыли от обрабатываемой детали.

При встрече с таким ограждением частицы, отразившись, возвращаются в основной поток. При этом достигается снижение энергетических затрат на обеспечение локализации. Рассматривая характер движения отходов резания после выхода резца из обрабатываемой детали, с определенными допущениями оценивая радиальные и тангенциальные составляющие скорости движения стружки и пыли, можно подтвердить, что в плоскости, перпендикулярной оси вращения движение частиц осуществляется по траектории, являющейся логарифмической спиралью. Если от места выхода частиц из обрабатываемой детали до всасывающего патрубка стенку укрытия, перпендикулярную направлению движения потока, выполнить по спирали, то будет обеспечено безотрывное движение основной массы отходов резания. Одновременно происходит снижение массы частиц, отражающихся в направлении вращающейся фрезы, и уменьшение влияния воздушного потока, формируемого вращающейся фрезой, на характер распространения мелкодисперсной пыли. Тем самым создаются условия, предотвращающие рассеивание потока стружки и пыли.

Эффективному использованию способа локализации отходов фрезерования древесины за счет кинетической энергии отходов резания препятствует характер поведения частиц при движении их через укрытие (многократное отражение частиц от стенок укрытия, в том числе в направлении режущего органа и открытых проемов, изменение направления движения частиц в зависимости от глубины резания, несовпадение направления движения частиц и расположения транспортного воздуховода и др.).

Кроме того, препятствием для использования этого экономного способа доставки частиц в транспортный воздуховод являются различия в энергии стружки и пыли различного фракционного состава, что ограничивает расстояние, на которое возможна их транспортировка за счет энергии частиц. Это расстояние значительно изменяется в зависимости от режима резания, физико-механических свойств обрабатываемого материала и характера технологических операций



(0,2...1,1 м). Оценивая кинетическую энергию частиц стружки и пыли, образующихся в процессе фрезерования и характер их поведения при движении через аспирационное укрытие, можно сделать вывод, что перемещение их в полном объеме в транспортный воздуховод только за счет приобретенной в процессе резания энергии осуществить практически невозможно.

Способ локализации отходов фрезерования древесины с принудительным снижением их кинетической энергии до подхода к транспортному воздуховоду

Интерес представляет реализуемый в современных аспирационных системах способ локализации отходов резания, предусматривающий принудительное снижение энергии частиц в непосредственной близости от зоны резания с их осаждением и доставкой в транспортный воздуховод. Этот способ локализации широко используется, например, в четырехсторонних фрезерных станках, встроенных в поточные линии деревообработки. Снижение энергии частиц при таком способе локализации осуществляется в аспирационных укрытиях, которые полностью изолируют зону фрезерования от окружающей среды. Как правило, такие аспирационные укрытия имеют значительные габаритные размеры, во внутреннем объеме которых практически отсутствуют интенсивные потоки воздуха.

Кроме того, на участках движения отходов фрезерования к транспортному воздуховоду предусмотрены ограждения, при встрече с которыми обеспечивается снижение кинетической энергии частиц. Таким образом, в этих укрытиях создаются условия для эффективного гравитационного осаждения частиц отходов фрезерования на внутренних поверхностях укрытий или поступление их в приемные устройства транспортного воздуховода. Удаление осевших частиц в транспортный воздуховод осуществляется или потоком аспирируемого воздуха, или механическими устройствами. Предотвращение поступления мелких фракций аэрозолей в окружающую среду из этих укрытий достигается созданием разрежения внутри укрытия порядка 50 Па.

Одним из недостатков, препятствующих широкому использованию этого способа локализации, является потенциальная опасность образования заторов при доставке осевших частиц в транспортный воздуховод и необходимость дополнительных энергетических затрат на нормализацию процесса доставки. Кроме того, для осаждения частиц в непосредственной близости от зоны резания, требуется повышенная герметизация укрытий

(отсутствие открытых проемов). Такие конструкции укрытий имеют высокий коэффициент аэродинамического сопротивления. Это создает проблемы при выборе вентилятора, обеспечивающего требуемый расход аспирируемого воздуха при высоком аэродинамическом сопротивлении аспирационной сети. Эта проблема характерна как для централизованных аспирационных систем, так и для систем с использованием вспомогательных вентиляторов в ответвлениях [1].

Способ локализации отходов фрезерования с использованием сочетания энергии отходов резания и энергии аспирируемого воздуха

При выполнении фрезерных работ по выборке простых и фигурных полостей, пазов, гнезд и канавок в заготовках и щитах в большинстве случаев используются аспирационные укрытия, осуществляющие локализацию отходов фрезерования за счет сочетания их энергии и энергии аспирируемого воздуха.

К числу основополагающих требований, которые были учтены при создании аспирационных укрытий, реализующих этот способ локализации, относятся: а) максимально возможное использование кинетической энергии отходов резания для доставки их в транспортный воздуховод; б) снижение расхода аспирируемого воздуха (создание конфигурации транспортных каналов и обеспечение геометрических размеров укрытия, исключающих возмущение и турбулизацию пылевоздушных потоков, обеспечение плавного скольжения отходов резания по внутренним поверхностям укрытия, исключая их отражение в направлении режущего органа, предотвращение рассеивания факела отходов резания и соосность его направлению движения аспирируемого воздуха при движении через укрытие); в) отсутствие открытых проемов укрытия в направлении движения потока стружки и пыли [2].

Рассмотрим некоторые подходы, используемые при выборе средств, с помощью которых, по мнению авторов, были реализованы перечисленные требования.

Защита вращающейся фрезы от поступления отходов фрезерования. Для формирования направленного движения потока стружки и пыли в зону транспортного воздуховода необходимо предпринимать меры, полностью исключающие поступление отразившихся от стенки укрытия частиц в зону вращающейся фрезы. Исключить это явление удалось с помощью жалюзийной решетки, установленной концентрично окружности фрезы (рис. 2). Жалюзийная решетка 2 выполняет функции отражателя, защищающего фрезу от

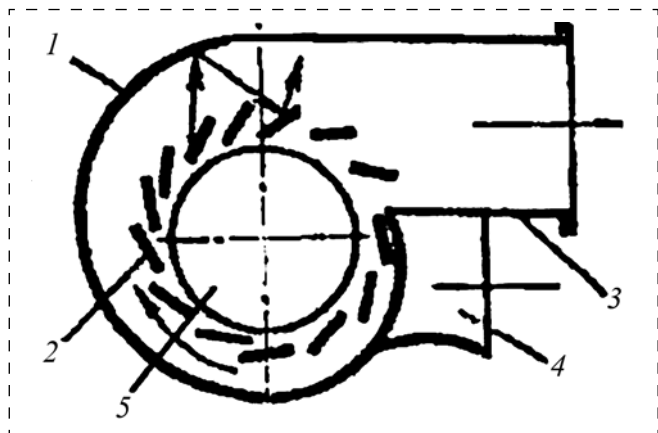


Рис. 2. Схема аспирационного укрытия с жалюзи:
 1 — корпус укрытия; 2 — жалюзийная решетка; 3 — транспортный канал; 4 — конфузор; 5 — фреза

частиц стружки и пыли, отразившихся от стенок укрытия 1, а также дает возможность удалить частицы, оставшиеся в зоне вращающейся фрезы 5. Это назначение решетки определяет наклон пластин жалюзи, совпадающих с направлением разгрузки стружки и пыли.

В идеальном варианте пластины жалюзи в сечении, перпендикулярном оси вращения фрезы, должны иметь форму, близкую к траектории разгружающегося потока отходов фрезерования, т. е. логарифмической спирали. Такая форма для изготовления сложна, и поэтому в жалюзи использовались пластины. Шаг установки пластин был выбран исходя из максимально возможных размеров стружки, образующихся в процессе фрезерования. Начальный радиус установки жалюзийной решетки по аналогии с начальным радиусом спиральной стенки корпуса аспирационного укрытия был принят не менее чем на 0,015 м больше радиуса фрезы, что позволило исключить заторы в аспирационном укрытии на пути движения отходов фрезерования (определено экспериментально). Такое же расстояние было принято между пластинами жалюзи.

Для продольно-торцевого фрезерования было разработано аспирационное укрытие, в котором основной поток пыли и стружки после перемещения по каналу между спиральной стенкой 1 укрытия и жалюзи 3, установленной concentрично фрезе 4, по касательной поступает в конусный разгрузитель 5 (рис. 3). Данная конструкция аспирационного укрытия предусматривает снижение расхода аспирируемого воздуха за счет максимальной герметизации его, особенно в направлении движения факела отходов фрезерования. Доведением до минимума площади открытых проемов аспирационного укрытия были созданы условия для повышения эффективности защиты воздуха рабочей зоны от поступления аэрозолей.

Однако это привело к увеличению аэродинамического сопротивления укрытия, что и явилось препятствием для использования его в централизованной системе аспирации без дополнительного автономного вентилятора. По этой причине укрытие было выполнено двухэлементным, что позволило локализацию отходов фрезерования осуществить посредством автономного вентилятора. Предполагается, что автономный вентилятор может компоноваться как элемент, встроенный в воздуховодную магистраль, являющуюся отводом централизованной системы аспирации. Кроме того, функции автономного вентилятора может выполнять крыльчатка вентилятора, закрепленная на валу фрезерного станка и размещенная в нижнем элементе укрытия, имеющего аэродинамические характеристики корпуса центробежного вентилятора.

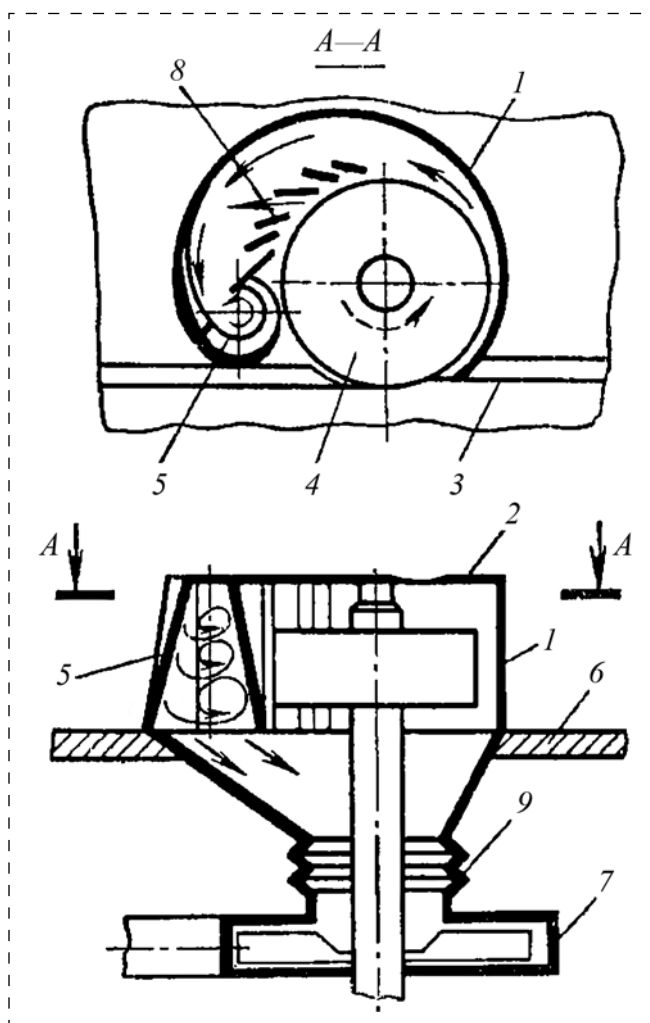


Рис. 3. Схема аспирационного укрытия с конусным разгрузителем:
 1 — спиральная стенка; 2 — крышка; 3 — направляющая линейка; 4 — фреза; 5 — конусный разгрузитель; 6 — стол; 7 — вентилятор; 8 — жалюзи; 9 — эластичное уплотнение

При выборе конструкции разгрузителя исходным являлось требование — снижение энергии частиц, образующихся в процессе фрезерования, до значений, обеспечивающих их движение в нижний элемент укрытия под воздействием гравитационных сил. Наилучшую эффективность осаждения отходов фрезерования в нижний элемент укрытия обеспечил конусный разгрузитель. Совершая в разгрузителе вращательно-поступательное движение частицы теряют энергию и под действием силы тяжести разгружаются в нижний элемент укрытия.

Аспирационное укрытие с регулируемым положением наружной стенки корпуса укрытия. С целью оптимизации использования аспирационных укрытий при обработке древесины фрезами различного диаметра было разработано аспирационное укрытие с регулируемым положением наружной стенки корпуса укрытия (рис. 4). В этом укрытии внешнюю стенку корпуса, расположенную в направлении распространения отходов резания, в зависимости от диаметра фрезы можно приближать или удалять относительно плавное перемещение частиц. Эта стенка выполнена из пластин 1, прикрепленных к штокам 3, подпружиненным размещенным в радиальных направляющих 4. Хвостовики штоков контактируют с перемещающим механизмом (например, выполненным в виде пластинчатого диафрагменного затвора), который при нажатии на них и позволяет перемещать одновременно все пластины в радиальном направлении относительно оси вращения фрезы. Пластины установлены с одинаковым зазором по образующей и перекрывают друг друга, не оставляя открытых

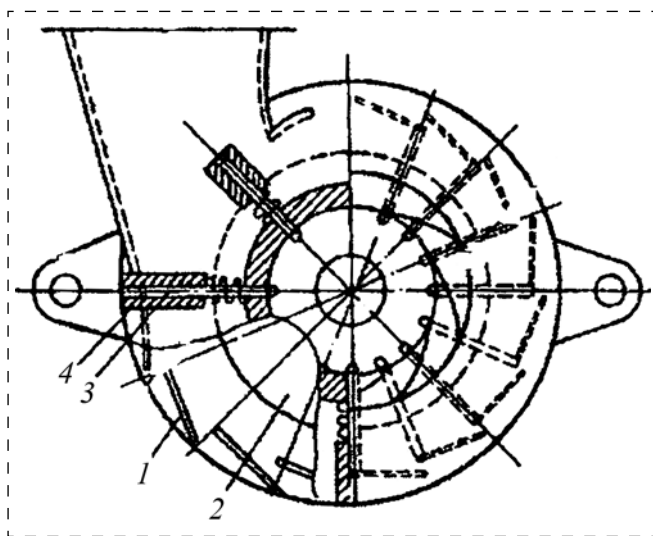


Рис. 4. Схема аспирационного укрытия с регулируемым положением наружной стенки корпуса:

1 — пластины корпуса; 2 — перемещающий механизм; 3 — подпружиненный шток; 4 — радиальная направляющая

проемов в направлении движения отходов резания.

Указанное исполнение стенки аспирационного укрытия позволило обеспечить идентичность внутреннего канала в укрытии для удаления отходов резания фрезами различного диаметра, т. е. создать условия для удаления отходов резания при неизменном расходе аспирируемого воздуха. Расход аспирируемого воздуха был снижен относительно расхода воздуха при использовании штатных укрытий на 15...35 %.

Кроме того, изготовление наружной стенки корпуса укрытия в виде пластин, установленных с зазором, позволило обеспечить низкое аэродинамическое сопротивление укрытия и неизменность его значений во времени, что очень важно для стабилизации работы разветвленной аспирационной системы в целом и снижает ее эксплуатационные энергетические затраты. Отмечено снижение энергозатрат на аспирацию отходов фрезерования до 30 % по сравнению с энергозатратами при эксплуатации штатных аспирационных укрытий.

Способы предотвращения "заторов" отходов фрезерования внутри аспирационных укрытий. В аспирационных укрытиях больших внутренних объемов стенки укрытия расположены на расстоянии, на котором хотя и возможен контакт частиц со стенкой, но на этом расстоянии запас кинетической энергии частиц будет небольшим. В таких конструкциях укрытий в значительной степени уменьшается вероятность отражения частиц в зону вращающегося режущего органа или открытых рабочих проемов, но возможно осаждение частиц внутри укрытия до подхода к транспортному воздухопроводу [3—5].

Осаждение частиц на поверхностях до подхода к транспортному воздухопроводу удается предотвратить, если в любом сечении внутри укрытия будет обеспечена скорость аспирируемого воздуха, величина которой препятствует оседанию частиц (для аэрозолей это величина должна быть выше скорости витания с учетом фракционного состава частиц, а для стружки — не менее 20 м/с). Если оседание частиц все-таки происходит, то энергия всасывающего потока воздуха должна быть достаточной для срыва частиц с поверхности осаждения. Такая схема управления процессом осаждения частиц в укрытии очень энергоемка и используется крайне редко, что и объясняет образование "заторов" в аспирационных укрытиях, имеющих большой внутренний объем. Одним из возможных менее энергоемких вариантов предотвращения оседания частиц до подхода к транспортному воздухопроводу является сочетание сдувающего и всасываемого потоков воздуха (система "сдув—отсос").

В некоторых отраслях промышленности этот вариант нашел широкое применение и реализуется посредством нагнетания компактных потоков воздуха в направлении внутренних поверхностей аспирационного укрытия, защищаемых от оседания отходов резания, и создания однонаправленного всасываемого потока воздуха. Сложность такого способа управления процессом оседания частиц на внутренних поверхностях укрытия возникает при нарушении соосности всасываемого и нагнетаемого потоков воздуха и изменении их расходных характеристик.

В настоящее время ведутся исследования по разработке способов исключения заторов стружки и аэрозолей при их движении внутри аспирационных укрытий. В частности, проводятся сравнительные испытания конструкций, позволяющих использовать эффект псевдооживления для воспрепятствования оседания частиц на внутренних поверхностях укрытий до их подхода к транспортному воздуховоду, если это провоцирует заторы отходов фрезерования внутри укрытий. Преследуется цель определить параметры потока воздуха, исключающего заторы, за счет его движения навстречу оседающим частицам через отверстия или щели в поверхностях корпуса, защищаемых от оседания отходов фрезерования древесины. Такое движение воздуха обеспечивает взвешенное состояние осевших или оседающих частиц отходов фрезерования, что облегчает удаление их всасываемым потоком воздуха.

Выводы

1. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости продолжения работ по совершенствованию и созданию эффективных способов локализации аэрозолей при фрезеровании древесины.
2. В настоящее время должно быть отдано предпочтение направлениям по разработке аспирационных укрытий, позволяющих реализовать способ локализации аэрозолей и стружки с использованием сочетания энергии отходов резания и энергии аспирируемого воздуха. Совершенствование таких аспирационных укрытий позволит обеспечить высокий уровень защитных гигиенических характеристик, уменьшив в целом энергетические затраты на их эксплуатацию.

Список литературы

1. Ларионов В. А., Созинов В. П. Регулируемые системы аспирации в деревообрабатывающей промышленности. — М.: Лесная промышленность, 1989. — 236 с.
2. Милохов В. В. Оптимизация аспирационных систем по параметрам безопасности труда. — Л.: Изд-во ЛГУ им. А. А. Жданова, 1988. 142 с.
3. Логачев И. Н., Логачев К. И. Аэродинамические основы аспирации. — М.: Химиздат, 2005. — 660 с.
4. Азаров В. Н., Боровков Д. П. Об использовании закрутки потока в аспирационных системах на предприятиях строительной индустрии // Вестник отделения строительных наук. РААСН. — 2012. — Вып. 16. — Т. 2. — С. 12.
5. Глебов И. Т., Рысев В. Е. Аспирационные и транспортные системы деревообрабатывающих предприятий. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. — 180 с.

V. V. Milokhov, Associate Professor, e-mail: milohov@mail.ru, Saint Petersburg State University, V. V. Tsaplin, Associate Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Methods of Localization of Aerosols when Milling Wood

Presents the results of comparative analysis of efficiency of methods of localization of waste cutting when milling wood. Assessment of their strengths and weaknesses, has allowed to formulate main requirements to the suction cover, the implementation of which is necessary to ensure the standard hygienic efficiency. The results of studies on the choice of the most appropriate method of increasing the efficiency of aspirating shelters for the processes of milling the wood. Determined the main directions for the design choices that reduce energy costs aspiration. Shown in the example of the developed designs of shelters that this effect can be achieved by a combination of the principles of the use of energy particles and energy of the aspirated air stream.

Keywords: localization, aerosols, suction cover, aerodynamic resistance, energy, cost, hygiene, efficiency, venetian blinds

References

1. Larionov V. A., Sozinov V. P. Reguliruemye sistemy aspiracii v derevoobrabatyvajushhej promyshlennosti. M.: Lesnaja promyshlennost', 1989. 236 p.
2. Milokhov V. V. Optimizacija aspiracionnyh sistem po parametram bezopasnosti truda. L.: Izd-vo LGU im. A. A. Zhdanova, 1988. 142 p.
3. Logachev I. N., Logachev K. I. Ajerodinamicheskie osnovy aspiracii. M.: Himizdat, 2005. 660 p.
4. Azarov V. N., Borovkov D. P. Ob ispol'zovanii zakrutki potoka v aspiracionnyh sistemah na predpriyatijah stroitel'noj industrii. Vestnik otdelenija stroi-tel'nyh nauk. RAASN. 2012. Vyp. 16. V. 2. P. 12.
5. Glebov I. T., Rysev V. E. Aspiracionnye i transportnye sistemy derevoobrabaty-vajushhih predpriyatij. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2004. 180 p.

Т. Н. Пригородова, асп., e-mail: prigoridova-tn@yandex.ru,
Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург,
мл. науч. сотр., Научно-исследовательский институт охраны труда в Екатеринбурге

Устройство для равномерного всасывания загрязненного воздуха от протяженного источника пыления

Рассмотрены вопросы обеспыливания погрузо-разгрузочных пунктов промышленных предприятий и особенности пылеобразования при разгрузке сыпучих пылящих грузов. Отмечено, что протяженные отсосы дают возможность удалять запыленный воздух по всей длине источника пыления. Приведены результаты исследований воздуховода-отсоса с трапециевидной формой щелевого отверстия. Предложена конструкция устройства, обеспечивающего равномерное всасывание по всей длине его щелевого отверстия.

Ключевые слова: пыль, погрузо-разгрузочные узлы, протяженный источник пыления, воздуховод-отсос, равномерное всасывание

Профессиональные заболевания, причинами которых являются промышленные аэрозоли, ежегодно занимают третье место среди общего количества профзаболеваний в России [1]. Технологические процессы, связанные с переработкой сыпучих материалов, имеют место в энергетической, металлургической, строительной, горнодобывающей отраслях промышленности. На подъездных путях предприятий осуществляется погрузка сыпучего материала в транспортные средства, выгрузка и временное его хранение на площадках или в емкостях. Запыленность воздуха рабочей зоны на погрузо-разгрузочных узлах, как правило, многократно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). Проведенные автором исследования на рабочем месте машиниста вагоноопрокидывателя показали, что при разгрузке вагона с углем содержание пыли в зоне дыхания работника превышало предельно допустимую концентрацию в 10 раз [2].

Процесс перегрузки сыпучих пылящих материалов сопровождается значительным выделением пыли вследствие эжекции. Практика показала, что пыление с разной интенсивностью происходит по всей длине разгружаемого железнодорожного вагона или другого длиномерного транспортного средства. Следовательно, эффективная локализация запыленного воздуха от таких протяженных источников пылевыведений достижима при равномерном удалении загрязненных воздушных масс по всей длине источника [3].

Аспирация — основной способ обеспыливания при погрузо-разгрузочных работах. Равномерное всасывание воздуха достигается при изменении ширины щели по длине воздухозаборного устройства [4]. Учитывая это условие, предложена модель

протяженного воздуховода-отсоса с трапециевидной формой щелевого отверстия (рис. 1).

Тангенциальный вход воздуха в воздуховод-отсос обусловлен созданием закрученного потока воздуха в аспирационной системе для повышения ее эффективности по удалению возможных

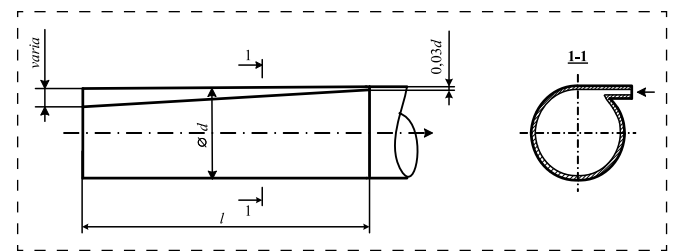


Рис. 1. Протяженный воздуховод-отсос цилиндрической формы с трапециевидным щелевым отверстием и тангенциальным входом воздуха

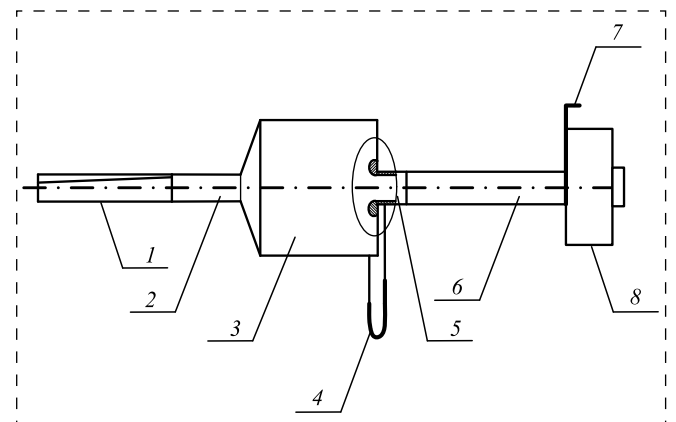


Рис. 2. Схема лабораторной установки для исследования воздуховода-отсоса:

1 — воздуховод-отсос; 2 — переходной воздуховод; 3 — камера статического давления; 4 — микроанометр; 5 — коллектор; 6 — соединительный воздуховод; 7 — шибер; 8 — вентилятор

пылевых отложений на внутренних стенках воздухопроводов.

Цель экспериментальных исследований предлагаемого устройства заключается в поиске оптимального соотношения длин боковых сторон щелевого отверстия для обеспечения равномерного всасывания воздуха в аспирационную систему.

Экспериментальный образец воздуховода-отсоса представляет собой модель протяженного воздуховода-отсоса геометрически и динамически подобного и предлагаемого для использования в условиях производства. Длина воздуховода-отсоса составляет $10d$, где d — его диаметр. Лабораторная установка (рис. 2) состоит из следующих узлов: воздуховода-отсоса 1, переходного воздуховода 2, камеры статического давления 3, совмещенной с микроманометром 4, коллектора 5, соединительного воздуховода 6, вентилятора 8. Шибером 7 регулируется расход воздуха в самой системе.

Эксперименты проведены при варьировании боковой стороны щели воздуховода-отсоса, расположенной в его торце (см. рис. 1, размер *varia*). Противоположная сторона отверстия оставалась неизменной и равной $0,03d$, где d — диаметр воздуховода-отсоса. Исследованы следующие соотношения боковых сторон щели: 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7; 1:8. При проведении испытаний фиксировались значения пристенной $V_{пр}$ и осевой $V_{ос}$ скоростей в поперечных сечениях воздуховода-отсоса и переходного воздуховода, а также показатели динамического и статического давлений в исследуемых поперечных сечениях воздухопроводов.

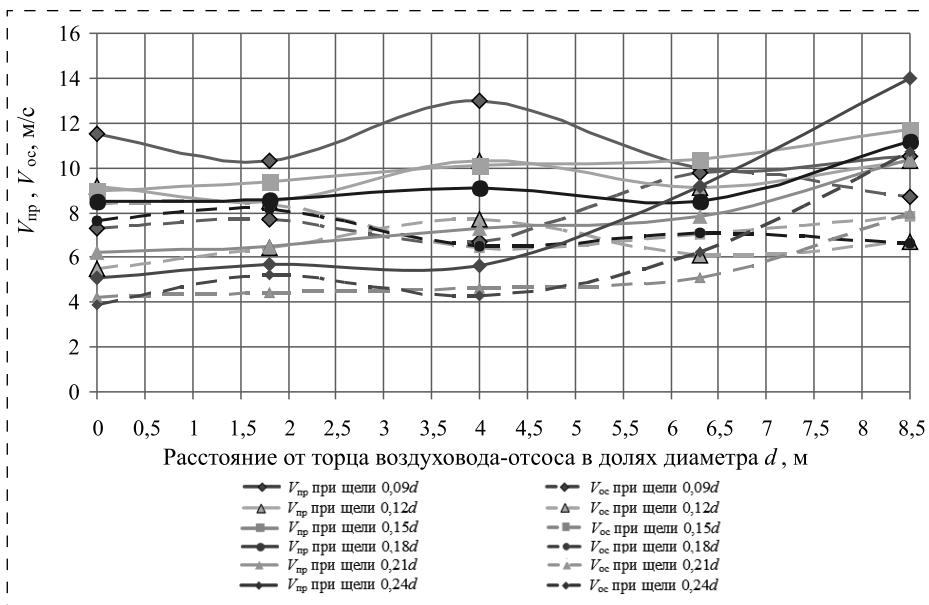


Рис. 3. Зависимость пристенной и осевой скоростей в воздуховоде-отсосе от расстояния от торца отсоса при разной длине боковой стороны в торце отсоса

На рис. 3 приведено распределение скоростей в нижней части воздуховода-отсоса и по его оси на всем протяжении всасывающей щели при разной длине ее боковой стороны, размеры которой указаны в долях диаметра воздуховода-отсоса. Исследования проведены при расходах воздуха в системе $209...247 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для каждого типа щели наблюдается превышение пристенной скорости $V_{пр}$ в нижней части отсоса над осевой скоростью $V_{ос}$. Это наблюдение подтверждает существование закрученного потока воздуха внутри системы. Наличие перегибов пристенных скоростей на рис. 3 свидетельствует о неравномерности всасывания воздуха в щелевое отверстие. Линейное распределение скорости в пристенном слое по участкам воздуховода наблюдается при размерах боковых сторон щели $0,03d$ и $0,15d$, т. е. при соотношении сторон отверстия 1:5. Для этого случая уравнение зависимости пристенной скорости $V_{пр}$ (м/с) в нижней части воздуховода-отсоса от длины его рассматриваемого участка определяется следующим выражением с достоверностью аппроксимации 0,95:

$$V_{пр} = 0,31l/d + 8,98,$$

где l — расстояние от торца воздуховода до рассматриваемого поперечного сечения воздуховода-отсоса, м.

Изменение распределения скорости в пристенном слое и по оси воздуховода-отсоса при соотношении сторон щели 1:5 исследовано при различных расходах воздуха в системе (рис. 4).

Согласно рис. 4 равномерное распределение скорости в пристенном слое сохраняется при изменении расхода воздуха в системе. Также наблюдается линейная зависимость скорости $V_{пр}$ от соотношения l/d . Уравнение линейного распределения для расхода воздуха $194,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ приведено ниже с достоверностью аппроксимации 0,97:

$$V_{пр} = 0,31l/d + 9,52.$$

При расходе воздуха $238,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ $V_{пр}$ также линейно зависит от соотношения l/d с достоверностью аппроксимации 0,98:

$$V_{пр} = 0,22l/d + 8,08.$$

Равномерность распределения скоростей по длине

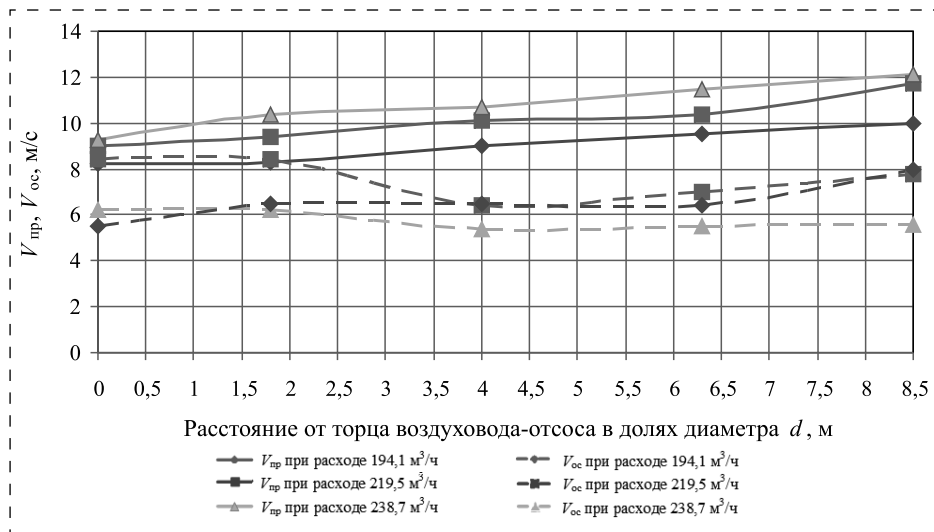


Рис. 4. Зависимость пристенной и осевой скоростей в воздуховоде-отсосе от расстояния от торца отсоса при трапециевидной форме щели с боковыми сторонами $0,03d$ и $0,15d$ (м/с)

воздуховода-отсоса определяет качество всасывания загрязненного воздуха в аспирационную систему. Рассмотренная модификация формы щелевого отверстия воздухозаборного устройства позволит обеспечить равномерное всасывание запыленного воздуха для локализации пылевого загрязнения на погрузо-разгрузочном пункте. Оптимальные размеры боковых сторон

щели трапециевидной формы — $0,03d$ и $0,15d$ при длине воздуховода-отсоса в десять диаметров. Тангенциальное оформление входа во всасывающее устройство повышает эффективность аспирационной системы за счет создания закрученного потока воздуха внутри нее для предотвращения отложений пыли на стенках воздуховода.

Список литературы

1. Государственные доклады: "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году". URL: <http://rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 10.05.2015).
2. Пригородова Т. Н. Борьба с пылеобразованием при погрузо-разгрузочных работах на железнодорожном транспорте // "Эврика!": м-лы семинара аспирантов УрГУПС: сб. науч. тр. / [сост. и науч. ред. Б. С. Сергеев]. — Екатеринбург: УрГУПС, 2015. — Вып. 2 (207). — С. 96—105.
3. Попова Н. П., Пригородова Т. Н. Проблемы локализации пылевых выделений от протяженных источников // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 4 (172). — С. 26—30.
4. Талиев В. Н. Аэродинамика вентиляции: учеб. пособие для вузов. — М.: Стройиздат, 1979. — 182 с.

T. N. Prigorodova, Postgraduate, e-mail: prigorodova-tn@yandex.ru,
Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, Junior Researcher,
Scientific-Research Institute for Labor Protection in Ekaterinburg

The Device for Uniform Absorption of the Polluted Air from the Extended Source of Dusting

In article the question of dust removal of loading-unloading places of the industrial enterprises is considered. Features of dust formation when unloading of the loose raising dust freights are considered. Extended suction give the chance to delete dusty air on all length of a source of dusting. Results of researches of an air duct suction with a trapezoid form of a slot-hole opening are given. The design of the offered device provides uniform absorption on all length of a crack of a suction.

Keywords: dust, loading-unloading places, extended source of dusting, air duct suction, uniform absorption

References

1. Gosudarstvennye doklady: "O sostojanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2013 godu". URL: <http://rospotrebnadzor.ru> (data accessed 10.05.2015).
2. Prigorodova T. N. Bor'ba s pyleobrazovaniem pri pogruzo-razgruzochnyh rabotah na zheleznodorozhnom transporte

"Evrrika!": m-ly seminaru aspirantov UrGUPS: sb. nauch. tr. [Sost. i nauchn. red. B. S. Sergeev]. Ekaterinburg: UrGUPS, 2015. Vyp. 2 (207). P. 96—105.

3. Popova N. P., Prigorodova T. N. Problemy lokalizacii pylevydelenij ot protjazhennyh istochnikov. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2015. № 4 (172). P. 26—30.
4. Taliev V. N. Ajerodinamika ventiljacii: ucheb. posobie dlja vuzov. M.: Strojizdat, 1979. 182 s.

УДК 502.35:504.062

В. Г. Попов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
Ф. И. Сухов, канд. техн. наук, доц., e-mail: philipp@sukhov.org,
Ю. А. Чамова, магистрант, Московский государственный университет путей
сообщения (МИИТ), зам. директора, ООО "Спецтранс", Москва

Выбор стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики организации

В статье рассмотрены проблемы выбора стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики организации в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001—2007. Рассмотрены системные критерии эффективности энерго- и ресурсосбережения. Для определения данных критериев применена методология эксергетического анализа. Приведены основные модели стратегии энерго- и ресурсосбережения в организации.

Ключевые слова: система экологического менеджмента, стратегия энерго- и ресурсосбережения, эксергетический анализ, критерии энерго- и ресурсосбережения, ГОСТ Р ИСО 14001—2007

Экологическая политика системы экологического менеджмента (СЭМ) организации в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001—2007 [1] представляет собой официальное заявление высшего руководства организации об основных намерениях и направлениях деятельности в отношении экологической результативности.

Под организацией [1] понимается компания, корпорация, фирма, предприятие, орган власти или учреждение либо их часть, либо комбинация частей, официально учрежденные или нет, государственные или частные, выполняющие собственные функции и имеющие свой административный аппарат.

В дальнейшем, чтобы избежать двойной интерпретации термина "организация", как "процесса" или как "структуры", вместо термина "организация" будем использовать термин "предприятие".

Экологическая политика СЭМ предприятия (организации) [1], наряду с другими требованиями, должна включать обязательства вести постоянное улучшение СЭМ, предотвращать загрязнение окружающей среды и предусматривать основу для установления экологических целей и задач. Центральным показателем экологической эффективности СЭМ предприятия служит количество используемых сырьевых материалов и энергии [2], поэтому выбор стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики предприятия является необходимым. Этим обуславливается актуальность данной работы.

Энерго- и ресурсосбережение относится к активным методам защиты окружающей среды и

представляют собой совокупность организационно-технических решений по использованию ресурсосберегающих и малоотходных технологий на предприятии.

Сложность и комплексность проблемы энерго- и ресурсосбережения требуют применения системного анализа [3, 4] при выборе стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики предприятия.

Системный анализ рассматривает решение технической проблемы как процесс, заполняющий промежуток между исходным (существующим) состоянием системы и конечным гипотетическим (желательным) состоянием. Этот процесс выступает в виде трех подпроцессов [3—5]: процесса реализации решения, обратной связи и ограничения. Процесс реализации связан с практическим осуществлением решения проблемы. Обратная связь содержит модель гипотетического состояния системы (выхода), систему критериев для проведения проверки соответствия полученного результата модели выхода, модели управленческих решений, модель воздействия с целью сближения существующего и гипотетического состояний системы, выполняет операции проверки соответствия, выработки управленческого решения, формирует процесс ввода решения. Процесс ограничения возбуждается потребителем (покупателем) продукции системы (см. рисунок).

С системной точки зрения энерго- и ресурсосбережение предприятия должно представлять собой некоторую совокупность действий, операций, мероприятий (элементов) с необходимым и

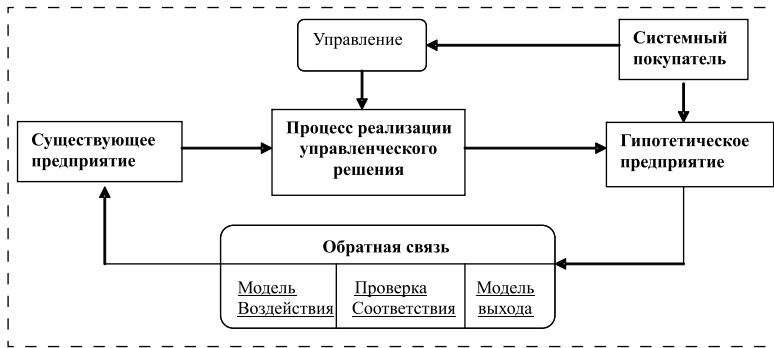


Схема поиска гипотетической (желательной) модели предприятия

достаточным для достижения поставленной цели множеством связей (отношений) между ними. Учитывая социо-технический (человеко-машинный) характер предприятия, в соответствии с методологией системного анализа [3, 4] и требованиями [1] можно выделить следующие виды действий (деятельности), приводящих к достижению поставленной цели:

- **экологическая политика** — выбор стратегии энерго- и ресурсосбережения, т. е. определенные цели;
- **планирование**, т. е. идентификация экологических аспектов, законодательных и других требований, установка целей, задач и программ в области энерго- и ресурсосбережения;
- **внедрение и функционирование**, т. е. определение ресурсов, распределение функциональных обязанностей, ответственности и полномочий в рамках СЭМ, обеспечение компетентности, обучения и осведомленности персонала о работе СЭМ, обеспечение обмена информацией при функционировании СЭМ, управление операциями и документацией в области энерго- и ресурсосбережения, обеспечение готовности к нештатным ситуациям, авариям и ответным действиям на них;
- **контроль**, т. е. разработка, внедрение и поддержка в рабочем состоянии документированных процедур регулярного мониторинга и измерения основных характеристик своих операций, управление записями СЭМ, оценка соответствия и внутренний аудит СЭМ, выявление несоответствия, разработка корректирующих и предупреждающих действий в области энерго- и ресурсосбережения;
- **анализ со стороны руководства**, т. е. решения или действия, связанные с возможными изменениями в экологической политике, целей и задач в области энерго- и ресурсосбережения и других элементах СЭМ предприятия в соответствии с обязательствами в отношении постоянного улучшения.

Рассмотрим системные критерии эффективности энерго- и ресурсосбережения в рамках

экологической политики предприятия. В общем случае предприятие (социо-технический объект) взаимодействует с окружающей средой и метасистемой, затрачивая на входе (потребляя) различные виды ресурсов (энергию, материалы, деньги, труд людей и т.д.) U_i^{BX} на обеспечение своего функционирования. Величина затраченного i -го вида ресурса зависит от переменных состояния объекта, т. е.

$$U_i^{BX} = U_i^{BX} [X_k (C_n, D_m)], \quad (1)$$

где X_k — переменные состояния объекта; C_n — совокупность управляемых переменных; D_m — совокупность неуправляемых переменных.

Введем понятие: эквивалент затраченных объемом ресурсов (за определенный период времени)

$$W_{BX} [X_k (C_n, D_m)] = \sum \alpha_i U_i^{BX} [X_k (C_n, D_m)], \quad (2)$$

где α_i — коэффициенты меры.

В то же время объект производит в соответствии со своим целевым назначением (выход объекта) некоторые "ценности" (теплоту, энергию, продукцию, услуги) $U_{\Pi,i}^{ВЫХ}$ и отходы (выбросы) $U_{В,i}^{ВЫХ}$, которые сами по себе могут иметь "ценность", но для достижения объектом цели они "ценности" не представляют. Все $U_{\Pi,i}^{ВЫХ}$ и $U_{В,i}^{ВЫХ}$ также зависят от переменных состояния объекта.

$$U_{\Pi,i}^{ВЫХ} = U_{\Pi,i}^{ВЫХ} [X_k (C_n, D_m)], \quad (3)$$

$$U_{В,i}^{ВЫХ} = U_{В,i}^{ВЫХ} [X_k (C_n, D_m)]. \quad (4)$$

Введем понятие: эквивалент произведенных объектом полезных "ценностей" (за определенный период времени)

$$W_{ВЫХ}^n [X_k (C_n, D_m)] = \sum \beta_i U_{\Pi,i}^{ВЫХ} [X_k (C_n, D_m)] - \sum \gamma_i U_{В,i}^{ВЫХ} [X_k (C_n, D_m)], \quad (5)$$

где β_i, γ_i — коэффициенты меры.

На функционирование объекта налагаются внутренние ограничения и ограничения внешней среды и метасистемы. В зависимости от этих ограничений с системной точки зрения можно выделить три возможных стратегии, с помощью которой объект (система) эффективно достигает цели, причем каждой стратегии можно поставить в соответствие критерий эффективности (целевую функцию). Назовем условно эти стратегии: "поддержание", "оптимизация", "устойчивое развитие".

При выборе стратегии "поддержание" (ограничение на выход системы) эффективным считается тот объект, который при заданном выходе

на произведенные "ценности" затрачивает минимальные ресурсы (минимизация входа системы). Системный критерий эффективности объекта будет иметь следующий вид

$$P = \min_{C_n} W_{\text{вх}} [X_k(C_n, D_m)] \quad (6)$$

при

$$W_{\text{вых}}^n [X_k(C_n, D_m)] = \text{const.} \quad (7)$$

При выборе стратегии "оптимизация" (ограничения на вход системы) эффективным считается такой объект, который при заданном входе (заданных затрачиваемых ресурсах) обеспечивает получение максимального количества произведенных "ценностей". Соответствующий критерий эффективности объекта будет иметь следующий вид

$$P = \min_{C_n} W_{\text{вых}}^n [X_k(C_n, D_m)] \quad (8)$$

при

$$W_{\text{вх}} [X_k(C_n, D_m)] = \text{const.} \quad (9)$$

При выборе стратегии "устойчивое развитие" (отсутствие внешних ограничений на вход и выход системы) эффективным считается такой объект, который обеспечивает получение максимально возможного количества произведенных "ценностей" за вычетом затраченных ресурсов. Соответствующий критерий эффективности будет иметь следующий вид

$$P = \max_{C_n} \{W_{\text{вых}}^n [X_k(C_n, D_m)] - W_{\text{вх}} [X_k(C_n, D_m)]\}. \quad (10)$$

Для получения сопоставимых критериев эффективности объектов, из формул (6)–(10) можно получить:

коэффициент полезного действия

$$\eta_{\text{п}} = W_{\text{вых}}^n / W_{\text{вх}}, \quad (11)$$

коэффициент удельных "потерь-прибыльности"

$$\eta_{\text{пп}} = (W_{\text{вых}}^n - W_{\text{вх}}) / W_{\text{вх}}, \quad (12)$$

где $\eta_{\text{пп}} < 0$ — потери; $\eta_{\text{пп}} > 0$ —прибыльность.

Если в качестве коэффициентов меры α_j , β_j взять денежную стоимость ресурсов и произведенных "ценностей", а в качестве γ_i — плату за единицу отходов (выбросов), то полученные критерии точно соответствуют трем экономическим критериям:

- критерий "поддержание" — минимум затрат;
- критерий "оптимизация" — максимум дохода;
- критерий "устойчивое развитие" — максимум прибыли.

Другим подходом к определению данных критериев является применение методологии экспертного анализа [6] при оценке эквивалента затраченных объектом ресурсов и эквивалента произведенных объектом полезных "ценностей" (за определенный период времени).

Стратегия "поддержание" направлена на достижение некоторого удовлетворительного, но не обязательно наилучшего уровня энерго- и ресурсосбережения. В рамках этой стратегии можно не только реализовать комплекс социально-организационных и технических мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, но и установить степень влияния уровня организации и структуры производства предприятия на различные статьи расхода ресурсов, т. е. определить задачи оптимизации сферы организационно-технической деятельности предприятия.

Стратегия "оптимизация" представляет собой программу осуществления (в рамках имеющихся технических средств) сбережения теплоты и топлива и других ресурсов на уровне "как можно лучше". Стратегия "оптимизация" может быть осуществлена только после полной реализации стратегии "поддержание". Это говорит о том, что стратегия "поддержание" является частью (подсистемой) более общей стратегии "оптимизация".

Стратегия "оптимизация" предполагает определение задач сферы организационно-технической деятельности предприятия, разработку моделей выбора решения и нахождения оптимальных решений на основе методов исследования операций. Модели выбора решения в задачах оптимизации сферы организационно-технической деятельности организации имеют две компоненты:

- целевую функцию (критерий эффективности функционирования организации);
- ограничения (совокупность внутренних и внешних условий, задающих пределы изменения переменных состояния предприятия).

Методы исследования операций позволяют построить модели выбора и находить оптимальные решения для следующих задач энерго- и ресурсосбережения на предприятии:

- управление запасами топливно-энергетических ресурсов (минимизация издержек при хранении топливно-энергетических ресурсов);
- календарное планирование порядка и сроков выполнения технического обслуживания и ремонта технологического оборудования с целью минимизации затрат энергоресурсов и материальных ресурсов;
- техническое обслуживание (минимизация затрат на профилактический осмотр, ремонт, замену, обновление энерготехнологического оборудования).



В рамках стратегии "оптимизация" может быть поставлена и решена обобщенная задача определения оптимальной структуры предприятия. Эта обобщенная задача состоит из двух основных, взаимосвязанных подзадач — определение состава технических средств хозяйства предприятия (рабочей силы и оборудования) и выбор оптимального, в соответствии с принятым критерием эффективности, способа их использования с учетом возможностей использования внешних ресурсов. Решение подобной задачи напрямую связано с реконструкцией существующих и строительством новых предприятий.

Стратегия "устойчивое развитие" направлена на создание "желаемого будущего", т. е. предприятия с наивысшими возможностями энерго- и ресурсосбережения. Анализ показывает, что использование современных организационных, технологических и технических решений, приближение энергоемкости продукции (работ, услуг) предприятия к лучшим мировым образцам обладают огромным потенциалом энерго- и ресурсосбережения.

Выбор конечных целей в рамках рассмотренных стратегий энерго- и ресурсосбережения требует знания возможных последствий, возникающих при их реализации. Эти последствия часто выходят за рамки желаемого.

Такое положение позволяет считать стратегии "Поддержание" и "Оптимизация" частями (подсистемами) стратегии "устойчивое развитие" и приводит к необходимости определения гипотетической цели последнего. В качестве гипотетической цели выступает идеализированное "желаемое будущее" (гипотетическое предприятие). Эти обстоятельства дают возможность рассматривать подход "устойчивое развитие" как совокупность (систему) взаимосвязанных задач, делая осуществимыми их решения с перспективной ориентацией, обеспечивая при этом в принципе бесконечный процесс совершенствования организации при стремлении к "идеалу".

В качестве цели подхода "устойчивое развитие" выберем гипотетическое (желаемое) предприятие, которое при производстве с минимальным экологическим ущербом единицы конечной продукции (работ, услуг) обеспечит экономически обоснованный и технически достижимый, учитывающий социальные и экономические ограничения, минимальный уровень потребления энергетических и материальных ресурсов.

Данное определение цели стратегии "устойчивое развитие" делает ее совместимой (непротиворечивой)

с целью создания универсальных (полифункциональных) самоорганизующихся технических систем будущего.

На основе современных достижений в области самоорганизующихся систем [7] и энергосберегающих малоотходных технологий [8, 9] можно сформулировать синергетические принципы организации гипотетического предприятия как самоорганизующейся системы:

- *самоорганизация* — возможность изменять свою структуру в зависимости от требований покупателя продукции (работ, услуг) предприятия;
- *полифункциональность* — создание и использование многоцелевых энерготехнологических агрегатов и установок;
- *малооперационность* — максимальная замена, где возможно, дифференцированной структуры технологического процесса на интегрированные производственные энерготехнологические системы;
- *ресурсосбережение* — обеспечение комплексного, наиболее полного извлечения всех полезных компонентов исходного сырья, материалов, отходов производства и их использование на основе замкнутых технологических циклов;
- *энергосбережение* — наличие наиболее низкого, технически достижимого уровня энергопотребления на всех этапах технологического процесса;
- *маловодность* — наличие на отдельных этапах технологического процесса наиболее низкого уровня водопользования;
- *экологическое совершенство* — обеспечение эффективной охраны окружающей среды.

Предприятие, организованное на синергетических принципах, выступает как единственно логичная основа создания предприятия будущего. Поиск и построение количественной модели гипотетического предприятия должны осуществляться методом последовательных приближений на основе эвристических процедур системного анализа.

Выбор стратегии. Как заметил крупнейший французский специалист по экономико-математическим методам П. Массе [10]: "Если отрасль находится накануне технического переворота, то капиталовложения, предназначенные для улучшения старого способа производства, могут иметь более высокую сравнительную эффективность по отношению к варианту, предполагающему бесконечное использование неизменного старого

способа производства, и тем не менее оказаться при этом совершенно невыгодными".

Техническое перевооружение; динамизм адаптивных процессов, происходящих в экономике страны; сохранение дефицита и тенденций удорожания органического топлива; появление жестких ограничений со стороны государства на энергоемкость продукции предприятия и загрязнение окружающей среды; усиливающееся давление со стороны конкурентов — все это заставляет считать стратегию энерго- и ресурсосбережения "устойчивое развитие" наиболее перспективной и выгодной.

Сложность задач, решаемых в рамках стратегии "устойчивое развитие", требует разработки на основе системного анализа специальной программы. Такая программа представляет собой систему всесторонне согласованных экономических, социальных, производственно-технических, организационных и научно-исследовательских мероприятий, направленных на достижение поставленной цели.

Список литературы

1. **ГОСТ Р ИСО 14001—2007** Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
2. **ГОСТ Р ИСО 14004—2007** Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования.
3. **Optner S. L.** Systems analysis for business and industrial problem solving. — New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1965. — 169 p.
4. **Спинодаль В. Н.** Основы системного анализа. — СПб.: Бизнес-пресс, 2009. — 326 с.
5. **Попов В. Г.** О выборе подхода к повышению эффективности энергосбережения в системах технического содержания и ремонта подвижного состава // Вестник ВНИИЖТ. — 1998. — № 1. — С. 34—39.
6. **Попов В. Г., Боровков Ю. Н., Сухов Ф. И.** Оценка энергоэкологической эффективности // Мир транспорта. — 2012. — № 3. — С. 96—101.
7. **Хакен Г.** Синергетика. — М.: Мир, 1985. — 404 с.
8. **Справочный документ** по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. 2009. — 433 с.
9. **Ключников А. Д.** Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 80 с.
10. **Массе П.** Критерии и методы оптимального определения капиталовложений. — М.: Статистика, 1971. — 502 с.

V. G. Popov, Professor, Head of Chair, **Ph. I. Sukhov**, Associate Professor, e-mail: philipp@sukhov.org, **Ju. A. Chamova**, Undergraduate, "Moscow State University of Railway Engineering (МИИТ)", Deputy Director, Spectrans LLC, Moscow

Choice the Strategy of Energy and Resource Saving as Part of Environment Policy

The article considers the problem of choice of strategy of energy and resources saving as part of the environmental policy of the organization in accordance with GOST R ISO 14001—2007. We consider system efficiency criteria for energy and resource saving. For definitions of these criteria applied, the methodology of the exergy analysis. The authors give list of basic strategy models of energy and resources saving in the organization.

Keywords: environmental management system, strategy of energy saving, exergy analysis, criteria of energy saving, GOST R ISO 14001—2007

References

1. **GOST R ISO 14001—2007** Environmental Management Systems. Requirements with Guidance for Use (IDT).
2. **GOST R ISO 14001—2007** Environmental Management Systems. General Guidelines on Principles, Systems and Support Techniques (IDT).
3. **Optner S. L.** Systems Analysis for Business and Industrial Problem solving. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1965. 169.
4. **Spinodal V. N.** Fundamentals of Systems Analysis. St. Petersburg: Business Press publ., 2009. 326 p.
5. **Popov V. G.** How to Improved Efficiency of Energy Saving in Systems Maintenance and Repair Rolling Stock. *Vestnik VNIIZT*. 1998. No 1. P. 34—39.
6. **Popov V. G., Borovkov Y. N., Sukhov P. I.** Assessment of Energy and Environmental Efficiency. *Mir transporta*. 2012. № 3. P. 96—101.
7. **Haken G.** Synergy. Moscow: Mir publ., 1985. 404 p.
8. **Reference Document** on Best Available Techniques for Energy Efficiency. 2009. 433 p.
9. **Kljuchnikov A. D.** Power Engineering Heat Technologies and Energy Efficiency problems. Moscow: Jenergoatomizdat publ., 1984 — 80 p.
10. **Masse P.** Criteria and Methods of Definition of Optimal Investment. Moscow: Statistika publ., 1971. 502 p.

УДК 628.336.561

Г. М. Золотарев, д-р техн. наук, проф., Генеральный директор, e-mail: zolotg@yandex.ru, ЗАО "Экология отходов", Моск. обл., Люберцы,

В. В. Жуков, Исполнительный директор, Национальный Центр эколого-эпидемиологической безопасности, Москва

Как реализовать закон № 458-ФЗ от 29.12.2014 "О внесении изменений в Федеральный закон № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления"

Статья посвящена реализации Федерального закона от 29.12.2014 № 458-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления".

Предложены организационные и технологические решения по эффективной реализации Федерального закона № 458-ФЗ:

Организация раздельного сбора, герметизация отходов и вывоз отходов от жилого массива до места переработки отходов.

Сортировка чистых, сухих отходов и отправка их потребителю.

Термическая переработка грязных, мокрых отходов с применением экологически чистого пиролизного способа.

Ключевые слова: *твердые коммунальные отходы, двухуровневый сбор, герметизация отходов, специальные пакеты, мусоропровод, контейнерная площадка, малотоннажные автомусоровозы, сортировочный комплекс, отправка вторсырья на переработку, пиролизный комплекс, производство электрической и тепловой энергии*

Введение

С 1 января 2016 г. вступает в силу Федеральный закон № 458-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" (№ 89-ФЗ от 24.06.1998). В основу закона положено выделение системы обращения с отходами с уровня муниципальной ответственности на уровень региональной ответственности. Отныне вводится новая статья "вывоз мусора" в платежки жителей наряду с "водоотведением, водоснабжением, теплоснабжением, электроснабжением, газоснабжением". Теперь оплата за услуги по вывозу мусора будет переводиться не управляющим компаниям, а в Единый кассовый расчетный центр. Вводится также понятие "регионального оператора" по обращению с отходами, с которым будут заключаться договора на вывоз мусора, на сортировку мусора и на захоронение отходов.

Несмотря на длительное обсуждение вопросов по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО), в законе № 458-ФЗ от 29.12.2014 не нашла необходимого отражения финансовая сторона вопроса об эффективном использовании платежей,

поступающих в бюджетную систему РФ по результатам государственного экологического надзора федерального и регионального уровней, а также в виде платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Следует отметить, что в настоящее время финансовые средства, поступающие в бюджеты всех уровней в виде штрафных санкций за нарушение требований природоохранного законодательства, направляются не на компенсацию причиненного ущерба и выполнение природоохранных мероприятий, а на погашение дефицитов соответствующих бюджетов. В Федеральном законе от 03.12.2012 г. № 216-ФЗ "О федеральном бюджете на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов" на охрану окружающей среды из федерального бюджета выделяется 0,2 % его расходной части. В связи с этим необходимо закрепить в Бюджетном кодексе РФ их обязательное целевое расходование исключительно на решение экологических проблем, в первую очередь долгосрочных федеральных и региональных экологических программ [1].

Ниже рассмотрены три направления организационных и технологических решений, которые, по мнению авторов, будут способствовать

эффективной реализации Федерального закона № 458-ФЗ.

1. Организация отдельного сбора, герметизация отходов в специальные пакеты на уровне кухни, вывоз отходов от жилого массива на сортировочный комплекс полигона ТКО.

2. Сортировка чистых, сухих отходов на сортировочном комплексе полигона ТКО, отправка вторсырья на специальные предприятия на переработку.

3. Термическая переработка на полигоне ТКО упакованных в специальные пакеты грязных, мокрых отходов с применением экологически чистого пиролизного комплекса, производство и реализация электрической и тепловой энергии.

1. Раздельный сбор, герметизация и вывоз отходов от жилого массива до места переработки отходов

Особенностью предлагаемой технологии является герметизация отходов на уровне кухни. Это позволяет решить вопрос о запахе, сопровождающем отходы, обеспечить безаварийную эксплуатацию мусоропроводов, освободить жителей от необходимости выносить пакеты с мусором на контейнерную площадку, обеспечить экологически чистый сбор, погрузку и разгрузку отходов, т. е. ввести цивилизованные нормы в систему сбора отходов.

Рассмотрим в сопоставлении существующую схему смешанного сбора отходов и рекомендуемую схему отдельного сбора отходов [2].

Схема существующего смешанного сбора, перевозки, сортировки и утилизации ТКО приведена на рис. 1. При существующей схеме смешанного сбора все отходы, образующиеся на кухне, собирают в один пакет. Заполненный пакет (как правило, применяют пищевые пакеты после их использования) выносят на этажную площадку и вбрасывают в люк клапана мусоропровода, вместимость которого 12 л. Из-за увеличения габаритов упаковок пищевых продуктов и пластиковых бутылок вместимость пищевых пакетов магазинов системы "Пятерочка", "Магнит", "Дикси", "Перекресток" составляет 20 л. Если в люк клапана не проходит пакет, его вталкивают. При этом рвется пленка и отходы вываливаются из пакета. Неправильное обращение с мусоропроводом приводит к загрязнению стенок, а иногда к закупорке мусоропровода. Поэтому, в ряде случаев, заваривают люки мусоропровода и пакеты с отходами приходится выносить вручную на контейнерную площадку.

Под мусоропроводом установлена емкость для сбора отходов. Рабочий Управляющей компании очищает емкость с отходами и перевозит отходы на контейнерную площадку, откуда с помощью автомусоровозов отходы вывозят на полигон для захоронения. Все работы, связанные со сбором

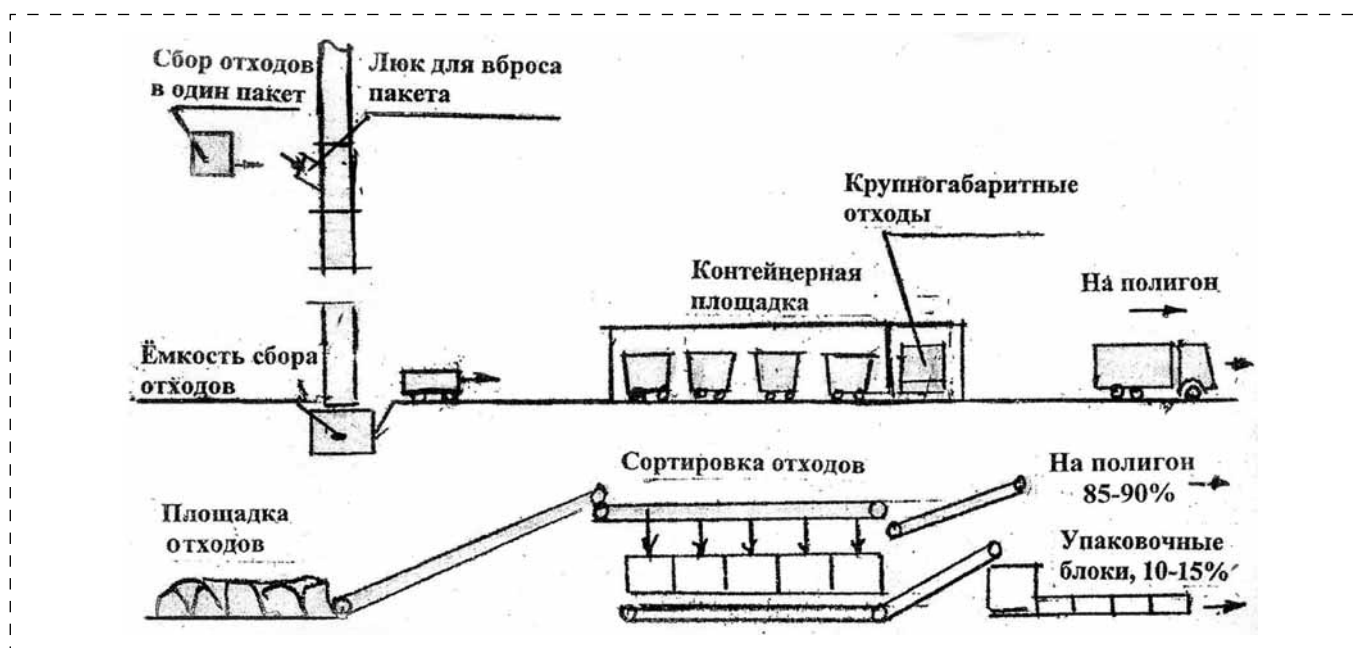


Рис. 1. Схема смешанного сбора, перевозки, сортировки и утилизации твердых коммунальных отходов

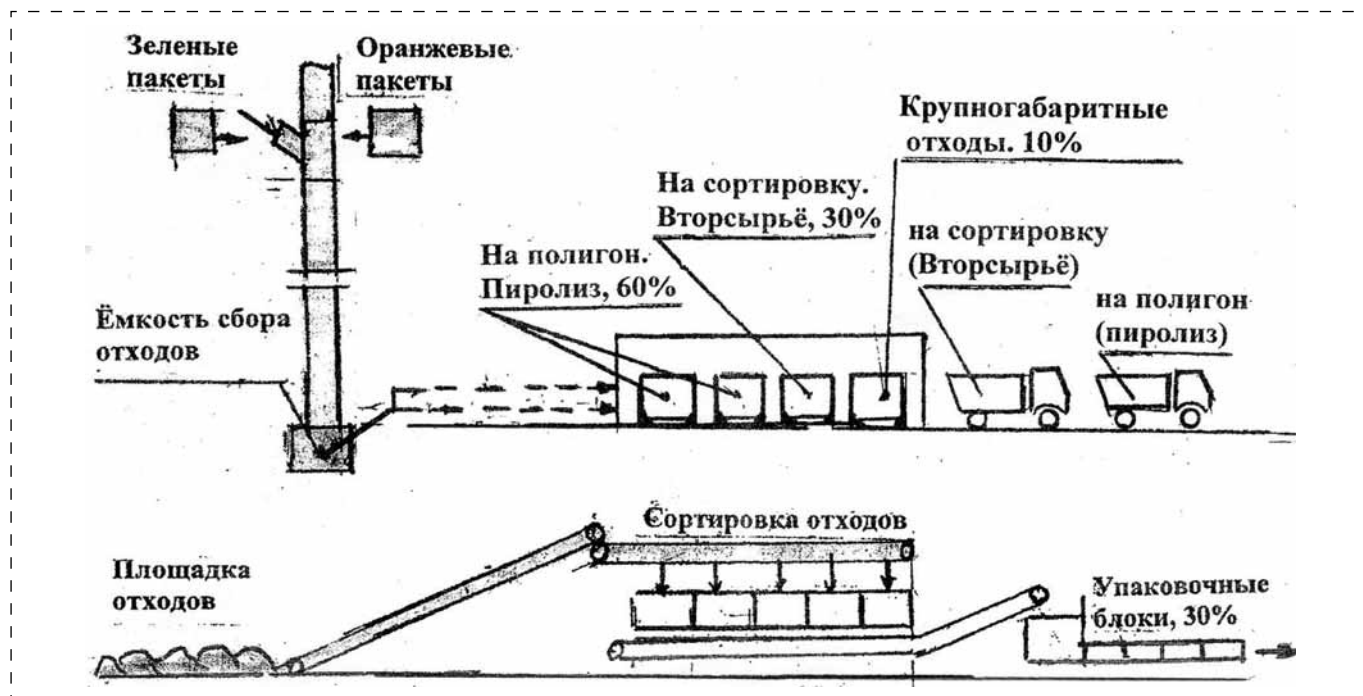


Рис. 2. Схема раздельного сбора, перевозки, сортировки и утилизации твердых коммунальных отходов

отходов, сопровождаются выделением неприятных запахов, поэтому выполняются ранним утром.

В настоящее время большая часть полигонов ТКО оборудована сортировочными станциями. Преобладает ручная сортировка отходов. Отобранные отходы прессуют в упаковочные блоки и отправляют в качестве вторсырья потребителям. Процесс сортировки сопровождается запахом. Отсортировать удастся не более 10 % от всего объема поступающих на полигон отходов.

Схема раздельного сбора, перевозки, сортировки и утилизации ТКО приведена на рис. 2. Рекомендуемая схема сбора отходов предусматривает раздельный сбор отходов в два специальных пакета зеленого и оранжевого цвета, которые бесплатно выдаются Управляющей компанией в каждую квартиру обслуживаемого дома.

Герметичные пакеты из прочной пленки зеленого цвета предназначены для сбора грязных, мокрых отходов. После заполнения пакет герметизируют и вбрасывают в мусоропровод. Стенки мусоропровода остаются чистыми. Исчезает неприятный запах.

Оранжевые пакеты заполняют чистыми, сухими отходами и также вбрасывают в мусоропровод. Зеленые и оранжевые пакеты с отходами собираются в приемной емкости, установленной в подвале под мусоропроводом. Периодически рабочий

Управляющей компании поочередно вынимает зеленые и оранжевые пакеты и отвозит их на контейнерную площадку.

Каждый оранжевый пакет имеет номер квартиры. Рабочий Управляющей компании фиксирует номер пакета и передает сведения в бухгалтерию Управляющей компании. На основании этих данных владельцы оранжевых пакетов получают бонус в виде снижения уплаты за "вывоз мусора".

Контейнерная площадка выполняется из легких металлических конструкций с прозрачной крышей (рис. 3). На контейнерной площадке устанавливают четыре бункера-накопителя. Из них — два бункера-накопителя (по 8 м³) для сбора зеленых пакетов, один бункер-накопитель (8 м³) для оранжевых пакетов, один бункер-накопитель (8 м³) для крупногабаритных отходов. Кроме того, предусмотрена установка контейнера для ртутных ламп и использованных батареек, а также контейнер для электронного мусора.

Для вывозки отходов используют малотоннажные автомусоровозы. Применение крупнотоннажных автомусоровозов в условиях заставленной легковыми автомобилями дворовой территории, неэффективно. Тяжелые машины выворачивают бордюрный камень, повреждают легкие асфальтовые дорожки. В случае если полигон ТКО находится на большом расстоянии от данного жилого

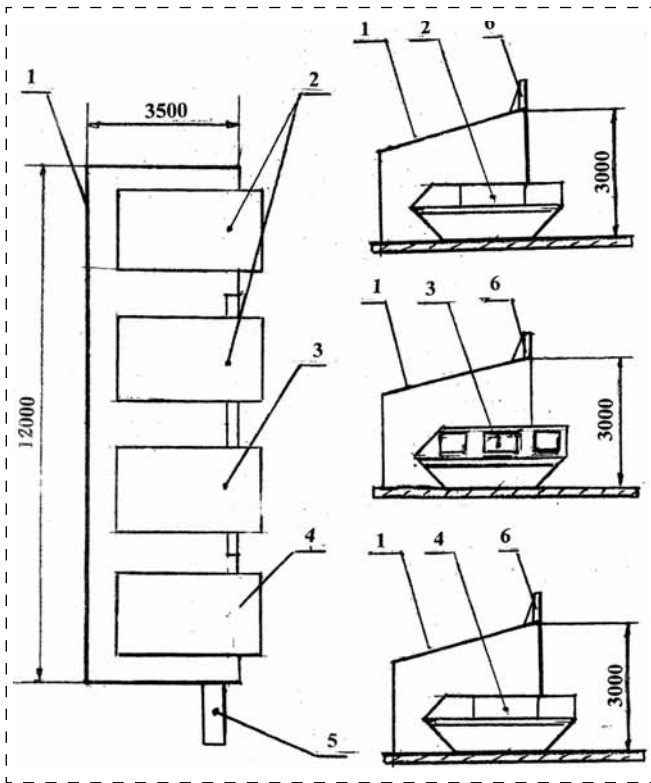


Рис. 3. Контейнерная площадка для раздельного сбора отходов: 1 — металлоконструкция контейнерной площадки; 2 — бункер-накопитель (8 м³) зеленого цвета для грязных отходов; 3 — бункер-накопитель (8 м³) оранжевого цвета для чистых отходов; 4 — бункер-накопитель (8 м³) синего цвета для крупногабаритных отходов; 5 — контейнер для сбора ртутных ламп и батареек; 6 — баннер — светящийся, "бегущая строка"

массива, возможна перегрузка отходов из малотоннажного мусоровоза в крупнотоннажный.

2. Сортировка чистых, сухих отходов и отправка их потребителям вторсырья

При раздельном сборе сортировка отходов осуществляется упрощенным способом. Предусмотрена ручная выборка с плоского полотна тихоходной конвейерной ленты. Примером может послужить сортировочный комплекс ООО "ЗСПВС", который эксплуатируется на полигоне "Торбеево" в Люберецком районе с 2000 г.

Отходы выгружают на приемную площадку, оборудованную заглубленным скребковым конвейером. На перегибе горизонтальной и наклонной части конвейера смонтирован разравнивающий барабан для создания равномерного слоя отходов на конвейерной ленте. Рабочие сортировочного комплекса отбирают вручную тот или иной вид отходов и сбрасывают их в накопительные бункера. По мере заполнения того или иного бункера отходы сдвигают на заглубленный

скребковый конвейер, который в свою очередь подает отходы в гидравлический пресс отгрузочных тюков. Оставшиеся, непригодные для использования в качестве вторсырья отходы отправляют на полигон для захоронения.

Длительная эксплуатация описанного сортировочного комплекса ООО "ЗСПВС" не приводила к поломкам и простоям. Емкость накопительной площадки обеспечивает одноменную работу комплекса с высокой производительностью.

3. Термическая обработка грязных, мокрых отходов с применением экологически чистого пиролизного способа

Термическая обработка грязных, мокрых отходов является наиболее сложным этапом утилизации отходов. В Москве в эксплуатации находятся два мусоросжигательных завода № 3 и № 4. В 2015 г. прекратил свою работу мусоросжигательный завод № 2.

Наиболее современным является мусоросжигательный завод № 3 мощностью 360 тыс. т/год. Установленные на нем два котла мощностью по 22,0 т/ч выбрасывают в атмосферу 81 272 м³/ч горячих газов. И это огромное количество дымовых газов необходимо очистить от диоксинов, фуранов и тому подобных вредных газов. Для этой цели используют активированный уголь, бикарбонат калия, аммиачную воду и другие химикаты. Стоимость очистки выбрасываемых в атмосферу газов превышает стоимость основного технологического процесса сжигания твердых бытовых отходов.

При термической обработке отходов наиболее экологически чистым является процесс пиролиза. Различают высокотемпературный пиролиз при температуре 1500 °С и низкотемпературный при температуре 500 °С. Отличительной особенностью пиролиза является отсутствие воздуха (кислорода) внутри пиролизного реактора. Нагревание отходов при высокотемпературном пиролизе осуществляют за счет плазмы, образуемой электрической дугой. Высокотемпературный пиролиз потребляет большое количество электроэнергии. При этом необходимо часто менять угольные электроды. При низкотемпературном пиролизе нагревание отходов осуществляют за счет конвективного нагрева отходов через металлические стенки камеры пиролизного реактора, нагретые до температуры 500 °С.

Схема запатентованного пиролизного реактора [3], входящего в состав предлагаемого

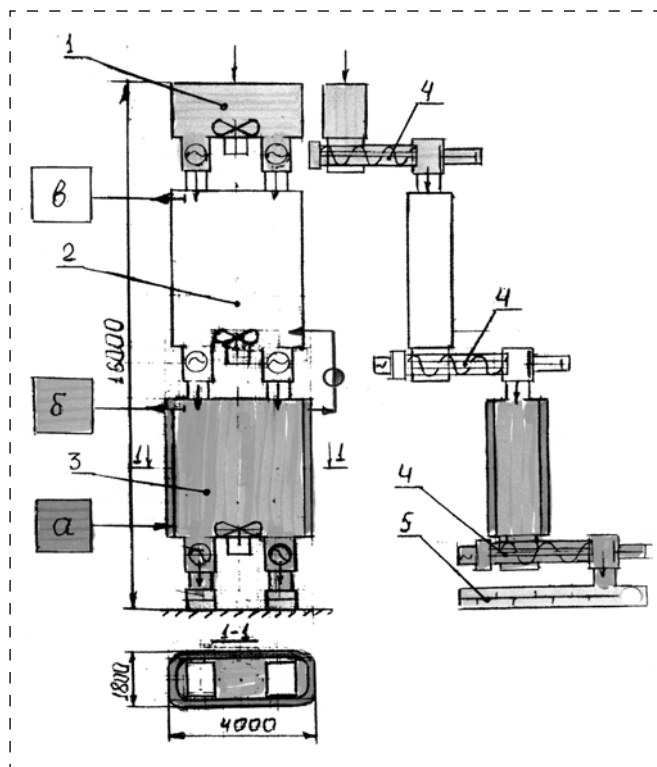


Рис. 4. Схема пиролизного реактора:
a — термический генератор; *б* — блок охлаждения и сепарации; *в* — устройство очистки и утилизации теплоты отходящих газов; *1* — загрузочный бункер; *2* — камера сушки; *3* — камера пиролиза; *4* — шнековый питатель с тарельчатым клапаном; *5* — скребковый конвейер, заполненный водой

к разработке отечественного низкотемпературного пиролизного комплекса, приведена на рис. 4. Отличительными особенностями этой конструкции пиролизного реактора является применение овального металлического корпуса. Это позволяет снизить до минимальной величины расстояние от раскаленной боковой металлической стенки реактора до оси реактора. При этом за счет постоянного перемешивания отходов лопастным активатором удастся существенно уменьшить время термического разложения отходов. Расположение двух выпускных отверстий по краям днища камеры сушки и камеры пиролиза и размещение на верхнем и нижнем основаниях лопастного активатора обеспечивает интенсивное перемешивание отходов, отсутствие их зависаний.

Процесс пиролиза осуществляется по двухстадийной схеме. Вначале осуществляется предварительный нагрев отходов до температуры не ниже 200 °С за счет пропуска отработанных горячих бескислородных газов из внешней полости пиролизной камеры. При этом полностью испаряется влага, содержащаяся в отходах,

концентрация которой может достигать 60 %. Благодаря отсутствию воздуха объем выделяющегося пиролизного газа будет существенно меньше, чем в известной схеме газификации. Пиролизный газ и пиролизную жидкость сжигают в термическом генераторе. Часть горячих дымовых газов используют для нагрева металлического корпуса пиролизного реактора. Большую часть горячих дымовых газов направляют в паровой котел для выработки электрической и тепловой энергии.

Основным продуктом пиролизного комплекса является электрическая и тепловая энергия. Предусмотрено сжигание в паровом котле жидких и газообразных продуктов пиролиза. Сжигание продуктов пиролиза с применением специальных горелок при температуре 1200...1500 °С исключает образование оксидов азота. Таким образом, низкотемпературный пиролиз обеспечивает экологически чистый процесс утилизации отходов.

Выводы

1. Предложенная технология, где впервые рассмотрен вопрос о реализации непрерывной цепочки мероприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами, включает двухуровневый сбор на кухне отходов в герметичные пакеты, эффективную и безаварийную эксплуатацию мусоропроводов, строительство экологически чистых и эстетичных контейнерных площадок, перевозку отходов малотоннажным автотранспортом, сортировку чистых, сухих отходов на сортировочном комплексе, термическую переработку грязных, мокрых отходов на пиролизном комплексе, обработка отходов на котором завершается отправкой потребителям вторсырья и поставкой дешевой электрической и тепловой энергии.

2. Применение прочных зеленых пакетов для грязных, мокрых отходов и оранжевых пакетов для чистых, сухих отходов позволит нормализовать работу мусоропроводов и дисциплинировать поведение жителей по разделению отходов на грязные и чистые.

3. Строительство экологически чистых и эстетичных контейнерных площадок позволяет регулярно вывозить отходы. Кроме твердых коммунальных отходов обеспечивается сбор ртутных ламп, батареек и электронных приборов. Ликвидируется запах. Бездомные собаки, кошки не питаются отходами. Исчезают крысы. Контейнерная

площадка превращается в цивилизованное строение для нужд коммунального хозяйства.

4. Производственная мощность сортировочного комплекса возрастает в 3 раза и достигнет 30 % всего объема отходов. Увеличится срок службы полигонов ТКО.

5. Применение пиролизного комплекса для термохимической переработки грязных, мокрых отходов позволит полностью ликвидировать выбросы в атмосферу вредных газов и ликвидировать фильтрат.

Список литературы

1. **Пронин И. С.** 2013 год — год охраны окружающей среды в России: проблемы, анализ, законодательные инициативы // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 4. Приложение. С. 1—24.
2. **Золотарев Г. М.** Инновационная технология обращения с твердыми коммунальными отходами // Экологический вестник России. — 2015. — № 10. — С. 40—46.
3. **Золотарев Г. М.** Раздельный сбор и переработка мусора. — М.: Сам полиграфист, 2015. — 120 с.

G. M. Zolotarev, Professor, General Director, e-mail: zolotg@yandex.ru,
JSC Ekologiya otkhodov, Moscow Region, Lyubertsy,
V. V. Zhukov, Executive Director, National Center
of Ekologo-Epidemiologichksky Safety, Moscow

How to Realize the Law No. 458-FZ of 29.12.2014 "About Modification of the Federal Law No. 89-FZ "About Production Wastes and Consumption"

Article is devoted to the federal law from 29.12.2014 g. No. 458-FZ "About modification of the Federal law No. 89-FZ "About production wastes and consumption".

Proposes organizational and technological solutions on effective implementation of the Federal law No. 458-FZ: The organization of separate collecting, sealing of waste in especial packages at the level of kitchen, export of waste from the inhabited massif on a sorting complex of the ground of solid municipal waste.

Sorting of pure, dry waste on a sorting complex of the ground, sending salvage to the special enterprises of processing.

Thermal processing on the ground of the wet, dirty waste packed into special packages with application of an environmentally friendly pyrolysis complex, production and realization of electric and thermal energy.

Keywords: solid municipal waste, two-level collecting, sealing of waste, special packages, refuse chute, container platform, low-tonnage autogarbage trucks, sorting complex, sending salvage for processing, pyrolysis complex, production of electric and thermal energy

References

1. **Пронин И. С.** 2013 год — year of environmental protection in Russia: problems, the analysis, legislative initiatives. *Life Safety*. 2014. No. 4. Appendix. P. 1—24.
2. **Zolotarev G. M.** Innovative technology of the address with solid municipal waste. *Ecological Bulletin of Russia*. 2015. No. 10. P. 40—46.
3. **Zolotarev G. M.** Separate collecting and waste recycling". M.: Sam Poligrafist, 2015. 120 p.

УДК 628.54

Б. С. Ксенофонов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru,
Р. А. Таранов, ст. преп., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц.,
А. А. Воропаева, инж., **М. С. Виноградов**, инж., **Е. В. Сенник**, асп.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

Проблемы подтопления селитебных территорий

Рассмотрены причины роста повторяемости и интенсивности выпадения аномальных осадков и последующего подтопления селитебных территорий. Отмечено, что одной из основных причин, по мнению авторов, является глобальное потепление, обусловленное в том числе увеличением содержания парниковых газов в атмосфере. Это подтверждено данными, полученными в научных организациях различных стран мира. Рассмотрена возможность на основе полученных из различных источников сведений прогнозировать на ближайшее время повышение интенсивности выпадения аномальных осадков.

Ключевые слова: глобальное потепление, селитебная территория, подтопление, ливень, интенсивность осадков

Проблема подтопления селитебных территорий становится дежурной для России с ее огромной территорией. Регулярно на территории какого-либо региона России происходит подтопление селитебных территорий. В связи с этим важным становится вопрос, касающийся выяснения причины очередного и последующего подтопления. Обратимся к климатическим изменениям, происходящим на Земле.

Факт глобального потепления отмечается в научной литературе с середины 70-х годов прошлого века. К настоящему времени проведено большое количество исследований и наблюдений за повышением глобальной средней температуры воздуха и океана, широко распространенным таянием снега и льда, повышением глобального среднего уровня моря. Рост температуры наблюдается по всему земному шару, причем он более значителен в высоких северных широтах [1–5]. Отчасти это объясняется повышенным содержанием парниковых газов в атмосфере.

Следует отметить, что в мире существует множество организаций, деятельность которых посвящена изучению климата, оценке и предоставлению мировому сообществу объективной информации о состоянии, тенденциях изменения климата и его потенциальных последствиях. Среди них присутствуют как международные, так и российские организации: Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), органы Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (UNFCCC), Всемирная метеорологическая организация (WMO), Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ (Росгидромет), Институт глобального климата и экологии

Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук" (ИГКЭ Росгидромета и РАН).

В последних международных докладах [1, 2] отмечено, что средняя глобальная приповерхностная температура в 2014 г. была сопоставима с самыми теплыми годами в 165-летней истории инструментальных наблюдений. В 2014 г. средняя глобальная температура была на $0,57 \pm 0,09$ °C ($1,03 \pm 0,16$ °F) выше среднего значения за 1961–1990 гг., составляющего 14 °C (57,2 °F). Она была на 0,08 °C (0,14 °F)

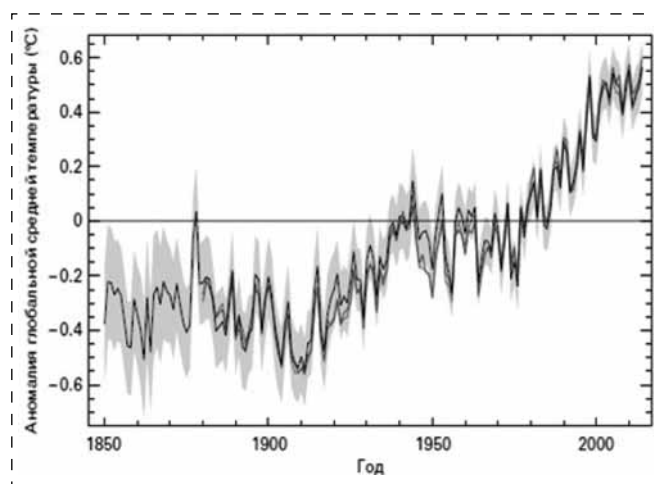


Рис. 1. Годовые аномалии средней глобальной температуры (относительно 1961–1990 гг.) за период 1850–2014 гг.

Кривая линия и затененная зона (отображающие медиану и диапазон неопределенности в 95 % соответственно) получены на основе набора данных HadCRUT.4.3.0.0 (подготовленного Центром им. Гадлея Метеобюро совместно с Отделом исследований климата Университета Восточной Англии) [2]

выше средней аномалии за последние 10 лет (2005—2014 гг.), равной $0,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,89\text{ }^{\circ}\text{F}$) (рис. 1).

Для России 2014 г. не стал исключением. Согласно данным доклада [4] средняя за год температура, в целом для страны, на $1,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ превысила норму 1961—1990 гг. и была лишь восьмой величиной в ряду наблюдений с 1886 г. Однако на множестве станций и в ряде регионов зафиксированы весьма крупные аномалии. Причем экстремально тепло было на всей территории страны с многочисленными историческими максимумами на станциях в марте и апреле. В Восточной Сибири — чрезвычайно теплая зима: вторая после зимы 2007 г. По-прежнему, на всей территории страны, в целом за год и во все сезоны, кроме зимы, продолжается потепление.

Средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха на территории России в 1976—2014 гг.

составила $0,42\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ (рис. 2 — см. 4-ю стр. обложки). Это в 2,5 раза больше скорости роста глобальной температуры за тот же период: $0,17\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, и в 1,5 раза больше средней скорости потепления приземного воздуха над сушей Земного шара: $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ (оценки по данным Университета Восточной Англии).

Тенденции изменений температуры воздуха в РФ приведены на рис. 3 (для РФ в целом) [4]. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961—1990 гг. На всех временных рядах показан линейный тренд за 1976—2014 гг. с 95 %-ной доверительной полосой. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$). Среднегодовые температуры

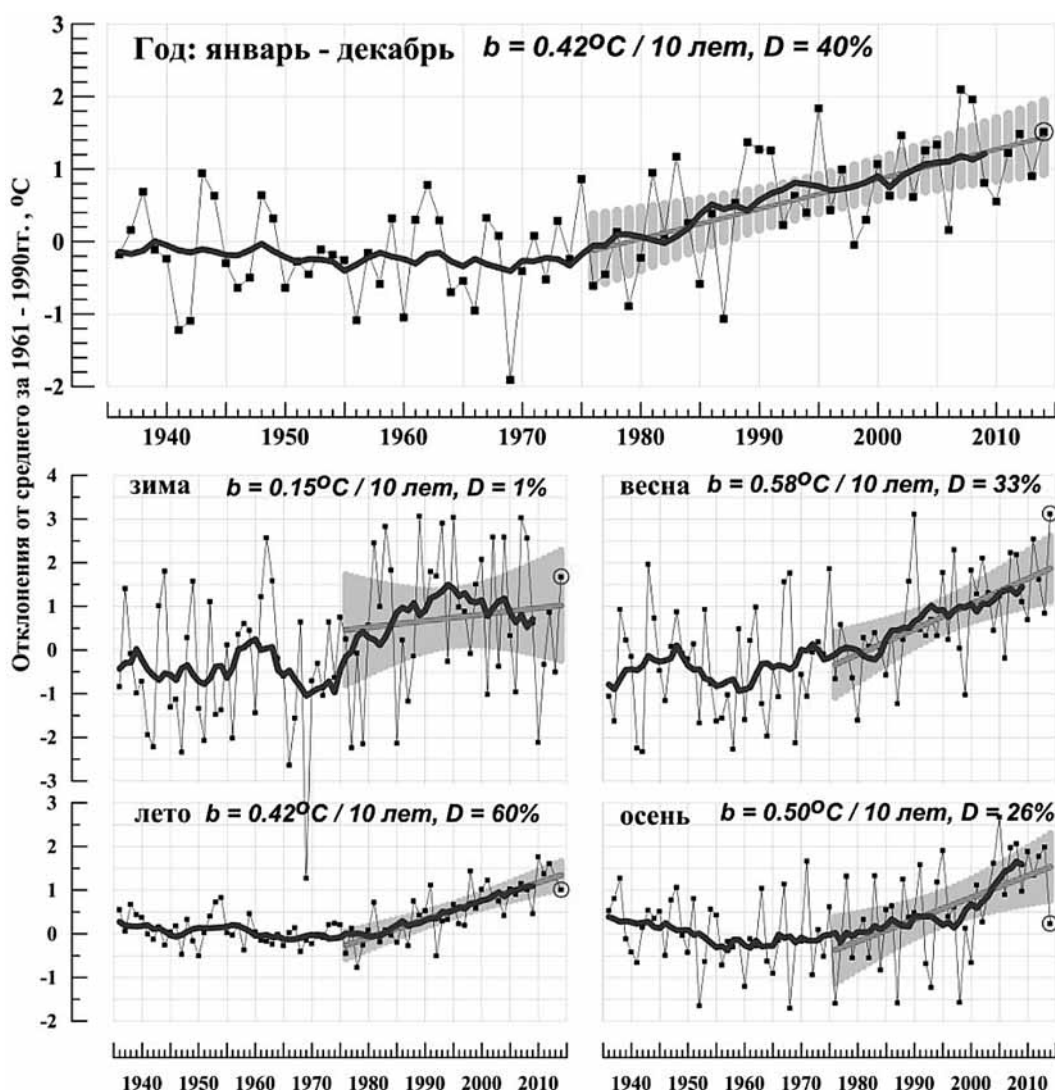


Рис. 3. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936—2014 гг.:

затененные участки — 11-летнее скользящее среднее; b — коэффициент тренда; D — вклад тренда в суммарную дисперсию [4]

растут во всех физико-географических регионах и федеральных округах, в Средней Сибири и Приамурье и Приморье на потепление накладывается колебание с масштабом нескольких десятилетий.

В официальных документах, посвященных изучению изменения климата [1—4], отмечена тесная связь антропогенного усиления парникового эффекта с ростом повторяемости и интенсивности аномально жарких периодов и аномальных осадков, в том числе и муссонных.

На рис. 4 приведены временные ряды аномалий среднегодовых и сезонных осадков для РФ в целом; на рис. 5 (см. 4-ю стр. обложки) — карта географического распределения среднегодовых и сезонных аномалий осадков.

На рис. 4 аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961—1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976—2014 гг.

Проанализировав данные рис. 5, можно отметить тенденцию к увеличению годовых сумм

осадков на большей части территории РФ. Наиболее заметен рост годовых осадков на юге Европейской части России и в различных частях Дальневосточного федерального округа РФ. Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го перцентиля.

При сопоставлении аномалий средней годовой температуры приземного воздуха и годовых сумм осадков на территории РФ в 2014 г. были получены результаты, показанные на рис. 6 (см. 4-ю стр. обложки).

Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го перцентиля. Желтые кружки указывают на локализацию 95 %-ных экстремумов средней годовой температуры приземного воздуха.

Из рис. 6 видно несколько совпадений точек экстремума (на карте показаны оранжевым цветом). Следует отметить, что совпадение зон аномальных температур и выпадения в них интенсивных

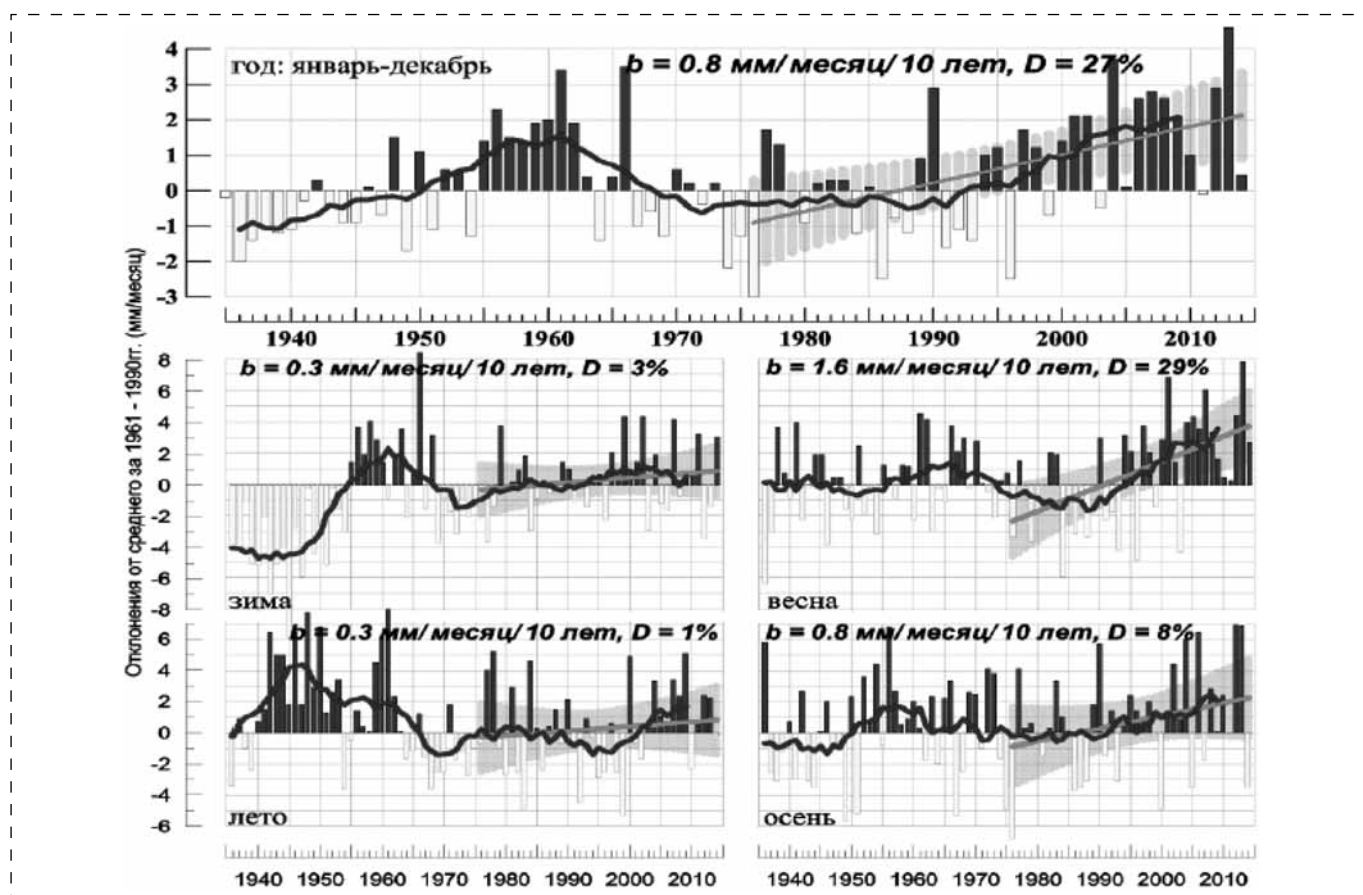


Рис. 4. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936-2014 гг.: b — коэффициент тренда; D — вклад тренда в суммарную дисперсию [4]

осадков не является, по мнению авторов, признаком будущих аномальных явлений в этих зонах. Однако это может свидетельствовать о повышенных рисках аномальных явлений в этих зонах.

Согласно данным [6] первое полугодие 2015 г. на полушарии, так же, как и в России, отмечается как самое теплое в истории метеонаблюдений на Земле. По мнению авторов, это является одной из главных причин роста повторяемости и интенсивности выпадения аномальных осадков и последующего подтопления селитебных территорий. В подтверждение приведем примеры.

На территории РФ в 2015 г. от выпадения аномальных осадков, превышающих месячные нормы, пострадали многие регионы [6—8].

Так, в июне в Липецкой, Тамбовской, Рязанской, Московской, Белгородской, Курской, Воронежской, Владимирской, Ивановской, Тверской, Ярославской областях за сутки и менее вылилось от трети до половины месячной нормы осадков. Были установлены новые суточные максимумы. В ряде городов улицы превратились в бушующие реки, автобусы были затоплены по самые крыши. В Липецкой, Тамбовской, Рязанской, Владимирской областях за месяц выпало более двух норм осадков.

Циклон, обрушившийся на Центральную Россию, сначала бушевал на юге страны. В Сочи за 12 часов выпало почти 180 мм осадков, при месячной норме около 100 мм, а за сутки — 212 мм, что является новым рекордом.

В Краснодарском крае и Республике Адыгея месячные нормы осадков превышены в 1,5 раза. Обильные осадки были также отмечены в Республике Коми, Ненецком автономном округе и Архангельской области. Суммы осадков за месяц составили 1,5...2,0 нормы и более. На Урале в Екатеринбурге за сутки выпало около 70 % месячной нормы осадков, а в Челябинской и Курганской областях суммы осадков за месяц перекрыли нормы в 2 раза и более.

В августе из-за непрекращающихся дождей вследствие тайфуна Гони на территории Уссурийского городского округа Приморского края был объявлен режим чрезвычайной ситуации. Затоплены семь сел, подъем уровня воды в реках достиг критического уровня. Количество выпавших осадков в южных и на юге восточных районов Приморья достигло 80...203 мм (50...110 % от месячной нормы), в западных районах — 70...301 мм (50...240 % нормы) [9].

В мире в 2015 г. от подтопления селитебных территорий, вызванного выпадением аномально сильных ливней, больше всего пострадали Китай,

Индия, США, Канада, Мексика, страны Балканского полуострова, Франция и др. [6—8]. Так, в мае — июле 2015 г. в Канаде, США и Мексике осадков за месяц выпало в 2—4 раза больше нормы, а в наиболее пострадавших районах США — в 6 раз, что привело к многочисленным наводнениям. Пострадали жилые дома и хозяйственные постройки, были разрушены мосты и дороги, погибли люди. При этом необходимо отметить, что в эти месяцы средняя температура воздуха превысила норму в среднем на +2...+5 °С [6].

В Японии при норме около 400 мм, за 29 дней месяца в городе выпало 1242 мм осадков. Прежний рекорд составлял 994,5 мм и был зафиксирован ровно 100 лет назад в 1915 г. [7].

В заключение отметим, что по прогнозной оценке к 2035 г. изменение средней глобальной приземной температуры ожидается в диапазоне 0,3...0,7 °С (средняя степень достоверности) [1]. По мере повышения средней глобальной приземной температуры интенсивность и повторяемость выпадения экстремальных осадков над большей частью суши в средних широтах и над влажными тропическими регионами, весьма вероятно, также увеличится. Эта оценка основывается на многочисленных данных и предполагает отсутствие крупных извержений вулканов или долгосрочных изменений суммарной солнечной радиации [1].

Следует отметить, что причинами подтопления могут быть не только указанные выше, но и возможный прорыв дамб и различных гидротехнических сооружений, а также землетрясения в прибрежных зонах и другие причины.

В целом следует отметить общую тенденцию повышения частоты проявления аномальных явлений, в частности проявления температурных рекордов и выпадения сильных ливней. Это приводит к выводу, что частота выпадения сильных ливней, по мнению авторов, обусловлена главным образом явлениями глобального потепления на Земле, являющегося одной из основных причин роста повторяемости и интенсивности выпадения аномальных осадков и последующего подтопления селитебных территорий.

Такой вывод может быть определенным ориентиром в прогнозах на вероятность выпадения сильных ливней в отдельных регионах нашей страны, который позволит разрабатывать различные мероприятия, способствующие уменьшению или даже предотвращению негативных последствий, приводящих сейчас к большим материальным и людским потерям.



Список литературы

1. **IPCC, 2014:** Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p. // [Электрон. ресурс]. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (дата обращения 25.08.2015).
2. **WMO Statement** on the status of the global climate in 2014 24 p. URL: http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=16898#Vdxk_vntmko (дата обращения 25.08.2015).
3. **United Nations Framework** Convention on Climate Change, 1992 // [Электрон. ресурс]. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (дата обращения 25.08.2015).
4. **Доклад** об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. — Москва, 2015. — 107 с. URL: http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru (дата обращения 25.08.2015).
5. **Груза Г. В., Ранькова Э. Я.** Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. — Обнинск: ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД", 2012. — 194 с.
6. **Основные погодно-климатические особенности** на Северном полушарии Земли в мае 2015 года // [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11199--2015-> (дата обращения 31.08.2015).
7. **Основные** погодно-климатические особенности на Северном полушарии Земли в июне 2015 года // [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11325--2015-> (дата обращения 31.08.2015).
8. **Основные** погодно-климатические особенности на Северном полушарии Земли в июле 2015 года // [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11440--2015-> (дата обращения 31.08.2015).
9. **Тайфун "Гони"** в Приморье: рекорды осадков и тонущие медведи, 2015 // [Электрон. ресурс]. URL: <http://ria.ru/incidents/20150901/1221451188.html#ixzz3kUiLLd00> (дата обращения 01.09.2015).

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru, **R. A. Taranov**, Senior Lecturer, **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **A. A. Voropaeva**, Engineer, **M. S. Vinogradov**, Engineer, **E. V. Senik**, Postgraduate, Bauman State Technical University, Moscow

Problems of Flooding of Residential Areas

In work the reasons of growth of repeatability and intensity of loss of abnormal rainfall and the subsequent flooding of residential area are considered. One of the main reasons, according to authors of work, the global warming caused including increase in the content of greenhouse gases in the atmosphere is. The specified reasons are confirmed by the data obtained in the scientific organizations of various countries of the world. The data received from various sources allow to predict increase of intensity of loss of abnormal rainfall that results in need of their intensive water disposal on the near future.

Keywords: global warming, residential area, flooding, rainfall, precipitation intensity

References

1. **IPCC, 2014:** Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (data accessed 25.08.2015).
2. **WMO Statement** on the status of the global climate in 2014. 24 p. URL: http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=16898#Vdxk_vntmko (data accessed 25.08.2015).
3. **United Nations Framework** Convention on Climate Change, 1992. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (data accessed 25.08.2015).
4. **Доклад** об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. Москва, 2015. 107 p. URL: http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru (data accessed 25.08.2015).
5. **Gruza G. V., Ran'kova Je. Ja.** Nabljudajemye i ozhidaemye izmenenija klimata Rossii: temperatura vozduha. Obninsk: FGBU VNIIGMI-MCD", 2012. 194 p.
6. **Osnovnye pogodno-klimaticheskie osobennosti** na Severnom polusharii Zemli v mae 2015 goda. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11199--2015-> (data accessed 31.08.2015).
7. **Osnovnye pogodno-klimaticheskie osobennosti** na Severnom polusharii Zemli v ijune 2015 goda. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11325--2015-> (data accessed 31.08.2015).
8. **Osnovnye pogodno-klimaticheskie osobennosti** na Severnom polusharii Zemli v ijule 2015 goda. URL: <http://www.meteoinfo.ru/climate/climat-tab13/-2015-/11440--2015-> (data accessed 31.08.2015).
9. **Tajfun "Goni"** v Primor'e: rekordy osadkov i tonushhie medvedi, 2015. URL: <http://ria.ru/incidents/20150901/1221451188.html#ixzz3kUiLLd00> (data accessed 01.09.2015).

УДК 614.8:66-08 (470.41)

А. Г. Динмухаметов, канд. мед. наук, доц., e-mail: gatiph@rambler.ru,
Казанский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Применение методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах химической промышленности Республики Татарстан

Отмечено, что большое количество людей, работающих на объектах химической промышленности, живущих в непосредственной близости от этих предприятий, могут подвергаться значительному риску при возникновении аварий и различных чрезвычайных ситуаций. В прилегающих населенных пунктах или районах города могут возникнуть массовые поражения людей.

Рассмотрены факторы риска аварий и промышленных катастроф на объектах экономики, использующих в своих технологических процессах аварийные химически опасные вещества, возможные механизмы их развития, с учетом формирования величины и структуры санитарных потерь на территории Республики Татарстан. Показано, что это выдвигает необходимость всестороннего анализа возможностей здравоохранения административных территорий по оказанию медицинской помощи пораженным в чрезвычайных ситуациях химической природы.

Ключевые слова: аварийные химически опасные вещества, опасные химические вещества, чрезвычайные ситуации, зоны риска, категоризованные города, потенциально опасные объекты, медико-санитарное прогнозирование, санитарные потери

Развитие химической промышленности обусловило возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами в атмосферу аварийных химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. АХОВ представляют собой опасные химические вещества (ОХВ), применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которых может произойти заражение окружающей среды в концентрациях, поражающих живой организм [1].

Химически опасный объект (ХОО) — это объект, на котором хранятся, перерабатываются, используются или транспортируются ОХВ. При аварии на ХОО или при разрушении его может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды [2].

К химически опасным объектам относятся предприятия оборонной, химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности и ряда других отраслей. По официальным данным, в Российской Федерации 12 % химически опасных объектов относятся к объектам I степени опасности, 7 % — II, 73 % — III и 8 % — IV степени опасности. Аналогичным образом классифицируют города, районы,

национальные округа, области, края и республики Российской Федерации. Из числа субъектов Российской Федерации (область, край, республика) к химически опасным относятся 90 % (в том числе I степени опасности — 20 %, II степени — 30 %, III степени опасности — 40 %). Из городов с населением более 100 тыс. человек химически опасными признаны 90 % (в том числе 61 % входят в число городов I степени опасности, 15 % — II степени, 14 % — III степени опасности).

АХОВ находятся в больших количествах на предприятиях, их производящих или потребляющих. На химически опасных предприятиях они являются исходным сырьем, промежуточными, побочными и конечными продуктами, а также растворителями и средствами обработки. Запасы этих веществ размещаются в хранилищах (до 70...80 %), технологической аппаратуре, транспортных средствах (трубопроводы, цистерны и т. п.). Наиболее распространенными АХОВ являются сжиженный хлор и аммиак. На отдельных ХОО содержатся десятки тысяч тонн сжиженного аммиака и тысячи тонн сжиженного хлора. Кроме того, сотни тысяч тонн АХОВ транспортируются круглосуточно железнодорожным и трубопроводным транспортом.

На территории России в 424 городах и населенных пунктах функционирует более 3600 ХОО,



которые при авариях и катастрофах могут привести к массовым поражениям людей. Из них более 2000 объектов содержат общий запас АХОВ в размере свыше 1 млн т. В зонах возможных очагов химического заражения находятся 300 тыс. км² с населением свыше 60 млн человек.

На ХОО в разгар аварии могут действовать несколько поражающих факторов: пожар, взрыв, химическое загрязнение воздуха и местности и др., а за пределами объекта — загрязнение окружающей среды, что наносит тяжелый ущерб здоровью людей. Основным поражающим фактором является токсическое воздействие АХОВ. Химическое загрязнение местности возникает в результате выброса АХОВ, испарения жидкой фазы вещества и распространения по ветру газообразного, парообразного или аэрозольного облака.

Масштабы возможных последствий химической аварии в значительной степени зависят от типа ХОО, видов АХОВ, их свойств, количества и условий хранения, характера аварии, метеословий и др. Главным поражающим фактором при такой аварии является химическое заражение, глубина зоны которого может достигать десятков километров. Отличительной особенностью, возникающей при аварии, является то, что при высоких концентрациях отравляющих веществ возможно поражение людей в короткие сроки.

Последствия аварий на ХОО представляют собой совокупность результатов воздействия химического заражения на объекты, население и окружающую среду. В результате аварии складывается аварийная химическая обстановка, возникает чрезвычайная ситуация техногенного характера.

Общие закономерности медико-санитарных последствий химических аварий давно сформулированы [3, 4]. Однако в каждом конкретном случае последствия отдельных аварий имеют свои специфические особенности [5]. Подтверждением этого являются результаты анализа ранее произошедших аварий, свидетельствующих о том, что санитарные потери напрямую не всегда связаны с количеством выброшенного вещества. Установлено, что при выбросе 50 т хлора из емкости, находящейся в городе с населением 100 тыс. человек, последствия могут быть более значимыми, чем при выбросе 2000 т хлора из хранилища, находящегося на удалении 3...5 км от города с населением 1,5 млн человек. Контингент тяжелопораженных при авариях с быстродействующими веществами формируется первоначально в непосредственной близости от места аварии, где создаются чрезвычайно высокие концентрации токсических веществ [6, 7]. В других зонах преобладают поражения легкой и средней тяжести.

Через несколько часов после аварии (за счет дальнейшего развития интоксикации) процентное число тяжелопораженных возрастает [8]. Те же закономерности отмечаются и при авариях

с веществами замедленного действия, однако их токсические эффекты будут отсрочены [9, 10].

Проведенный анализ структуры санитарных потерь при ранее произошедших промышленных авариях с различными химическими веществами и данные литературы свидетельствуют, что в среднем от общего числа пораженных у 60...75 % отмечается легкая степень поражения, у 10...25 % — средняя, у 4...10 % тяжелая, летальность составляет 1...5 %. Однако для отдельных аварий с различными веществами в конкретных условиях реальные санитарные потери могут отличаться от средних величин [11, 12].

При химических авариях с быстродействующими веществами помощь пораженным более эффективна, если она оказана в течение первых 2 ч [3]. Поэтому необходимо организовать медицинскую помощь в непосредственной близости от очага аварии [13, 14]. В развитых странах принята концепция максимального приближения первичных звеньев медицинской службы к аварийно-опасным производствам [15]. Медицинская помощь на месте должна быть оказана в наиболее полном объеме, иначе значительно снижается эффективность лечения на последующих этапах.

Потери населения в очаге химического поражения зависят от плотности населения на территории очага, токсичности АХОВ, своевременности оповещения об угрозе поражения, степени пораженности населения. Для оперативных расчетов принимается, что потери незащищенного населения в пределах очага поражения могут составить: смертельные поражения — до 35 % в зависимости от сроков пребывания в очаге; поражения тяжелой и средней тяжести (с выходом из строя не менее чем на 2...3 недели и нуждающимся в госпитализации) — до 40 % и более, также в зависимости от времени экспозиции АХОВ; легкопораженные — 25 %. Эти цифры получены с помощью Методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте, 1989.

Опыт показывает, что самостоятельно из зоны катастрофы могут выйти до 50 % пострадавших, остальные 50 % нуждаются в выносе или выходе с посторонней помощью. Во врачебной помощи нуждаются все пострадавшие. Она должна быть оказана незамедлительно. В полном объеме первая врачебная помощь должна быть оказана в течение 2 ч. При задержке оказания первой врачебной помощи и транспортировке в стационар на 2...3 ч безвозвратные потери на этом этапе могут возрасти до 40 %, а при задержке на 3...4 ч до 60...70 %. Состояние остальных пострадавших значительно ухудшается, поэтому целесообразно приближение всех видов медицинской помощи по жизненным показаниям к границам очага аварии [15].

Следует отметить, что ссылки на материалы, опубликованные в конце 1990-х начале 2000-х годов, обусловлены тем, что в настоящее время ничего более нового по проблемам аварий на объектах химической промышленности не появилось.

Развитие промышленности Республики Татарстан, обеспечивая решение экономических задач, одновременно порождает негативные явления, связанные с безопасностью здоровья человека и окружающей его среды. Территория республики имеет мощный экономический потенциал, развитую промышленную и социальную инфраструктуру. На территории республики по данным МЧС России расположено 293 потенциально опасных предприятия, в том числе химически опасных — 121, пожаро- и взрывоопасных — 172; на территории республики проходят нефте-, газо- и продуктопроводы протяженностью 2400 км с ежесуточной пропускной способностью 611 тыс. т, транзитом транспортируется 34 вида АХОВ.

Большая часть промышленного производства находится в городах Казань, Альметьевск, Бугульма, Зеленодольск, Набережные Челны, Нижнекамск, Лениногорск, Чистополь. Среди предприятий, находящихся вне этих городов, следует отметить предприятия энергетики (Заинская и Урусинская ГРЭС) и предприятия перерабатывающей промышленности, размещенные в основном в районных центрах. Это прежде всего мощные производственно-технические комплексы, использующие в своих технологиях АХОВ и имеющие большие запасы взрывчатых, горючих веществ. Среди химически опасных предприятий особое место занимают объекты, использующие в производстве хлор, аммиак.

Для обеспечения потребностей предприятий в указанных веществах ежедневно железнодорожным и автомобильным транспортом перевозятся сотни баллонов и других емкостей с АХОВ. При крупных промышленных авариях, пожарах, стихийных бедствиях и катастрофах могут произойти разрушения производственных зданий, оборудования и технологических линий, складов, емкостей, трубопроводов и т. п. В результате этого большие количества АХОВ могут попасть в окружающую среду, распространиться по территории не только производственных площадей, но и за ее границы. В прилегающих населенных пунктах или районах города могут возникнуть массовые поражения людей.

В связи с этим были изучены особенности размещения потенциально опасных производств, использующих в своих технологических процессах АХОВ: аммиак, хлор. В результате проведенной работы установлено, что на территории Республики Татарстан расположены восемь перечисленных выше категорированных городов республики с находящимися на их территории промышленными предприятиями, предназначенными для

переработки, транспортировки, хранения АХОВ, относящихся в основном к раздражающим, удушающим и цитотоксическим соединениям.

Возможным источником химического заражения территории республики могут явиться также аварии на железнодорожных магистралях Казань — Зеленодольск — Буинск — Ульяновск, Казань — Арск-Агрыз, Бугульма — Лениногорск — Набережные Челны, по которым постоянно осуществляется перевозка опасных грузов, в том числе АХОВ: аммиака, окиси этилена, хлора и др.

Изучение и систематизация техногенных зон риска чрезвычайных ситуаций (категорированные города Республики Татарстан) с потенциально опасными объектами, использующими в своих технологиях АХОВ, обычно проводились на основе методических указаний № 2000/218 "Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации", утвержденных Министерством здравоохранения РФ 9 февраля 2001 г., базирующихся на теории распространения АХОВ в воздухе.

Основными выходными критериями в упомянутых методических указаниях являются:

- значение глубин и площадей зон поражения людей АХОВ;
- количество пораженных различной степени тяжести (динамика во времени);
- обеспеченность медицинскими силами и средствами в процентах и требуемое количество для ликвидации последствий.

В отличие от других существующих методик используемая позволяет по каждому АХОВ произвести расчеты санитарных потерь, что значительно упрощает методологию прогноза и не влияет на его качество.

В данном исследовании за основу прогнозирования взят экспресс-метод для проведения расчетов, так как данный метод может быть использован в практической работе службы медицины катастроф всех уровней как при гипотетических, так и при реальных химических авариях в чрезвычайных ситуациях химического характера, с учетом влияющих на них факторов. Чем привлекает данный экспресс-метод? Он прост и доступен к использованию в сложной оперативной обстановке медицинскому работнику любого уровня подготовки.

Расчеты проводились по формуле:

$$R = \frac{S \times \Delta}{2},$$

где R — количество пораженного населения, человек; S — площадь заражения, км²; Δ — средняя плотность населения, человек/км².

Данные о площади заражения S , глубине распространения зон заражения для конкретного



химического вещества при расчете взят из материалов тактического прогноза отдела химической и радиационной защиты МЧС Республики Татарстан.

С целью определения достоверности полученного результата проведена проверка его на основе Методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (регистрационный номер № РД 5204253-90 от 21.05.90 г.). Разница результатов, полученных по этим методикам, составила 0,07 %.

Порядок расчета, предлагаемый в методике "Аварийно химически опасные вещества (АХОВ). Методика прогнозирования", 2000 г. еще более громоздок и подходит больше не к вопросу разработки медико-санитарного прогноза как основы планирования, а для уточнения оперативно-тактической обстановки в процессе проведения мероприятий по ликвидации последствий ЧС химического характера.

Использование методических указаний № 2000/218 2001 года "Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации" требует определенной теоретической и методической подготовки.

Структура санитарных потерь по тяжести поражения рассчитывалась на основе "Методических рекомендаций по оценке последствий вероятных чрезвычайных ситуаций мирного времени и готовности органов здравоохранения к их ликвидации", разработанных НИИ скорой помощи имени И. И. Джанелидзе и кафедры медицины катастроф Ленинградского государственного института дальнейшего усовершенствования врачей имени С. М. Кирова и утвержденных 27.06.1991 г. [16]. Согласно этим рекомендациям, санитарные потери незащищенного населения в пределах очага поражения могут составить: смертельные поражения до 35 %; в зависимости от сроков пребывания в очаге поражения тяжелые и средней тяжести с выходом из строя не менее чем на 2...3 недели и нуждающиеся в госпитализации — до 40 % и более; также в соответствии со временем экспозиции

АХОВ, легкопораженные — 25 %. Те же результаты дает "Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте" (1989 г.).

Наибольшую опасность для населения при авариях на химически опасных объектах промышленности представляют АХОВ, поражающие органы дыхания. К таким АХОВ относятся: аммиак, хлор, которые вызывают ингаляционное поражение слизистых оболочек, их раздражение и воспалительно-некротические изменения. Патологический процесс может развиваться быстро и бурно при контакте с одними веществами, а с другими группами АХОВ может быть скрытый период (период мнимого благополучия). Пострадавшие чувствуют себя вполне удовлетворительно, но через несколько часов до суток, развивается острый токсический отек легких.

С учетом того, что хлор является одним из самых распространенных АХОВ на химически опасных объектах Республики Татарстан, разработан медико-санитарный прогноз чрезвычайных ситуаций для потенциально опасных объектов, использующих хлор в своих технологиях (см. таблицу).

Несмотря на то что для прогностических расчетов используют емкости с АХОВ в несколько раз меньше действительных (технология хранения), при чрезвычайных ситуациях с участием хлора как поражающего фактора санитарные потери достаточно велики.

Проведенные исследования по данному вопросу позволили сделать определенные выводы: здравоохранение административных территорий Республики Татарстан при традиционном подходе к организации системы лечебно-эвакуационных мероприятий, при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций химической природы, не может в полном объеме и в оптимальное время оказать медицинскую помощь пострадавшему населению.

Чрезвычайность ситуации для здравоохранения при широкомасштабных катастрофах состоит

Расчетные показатели санитарных потерь при возможных авариях с хлором по зонам риска Республики Татарстан среди взрослого населения

Зоны риска чрезвычайных ситуаций	Количество АХОВ, т	Зона загрязнения, км ²	Всего пораженных, человек	В том числе со степенью поражения		
				тяжелой	средней	легкой
Казань	0,8	4,52	6247	625	1562	3748
Альметьевск	0,8	4,52	7830	783	1958	4698
Бугульма	0,05	2,54	3423	342	856	2054
Зеленодольск	0,05	2,54	4204	420	1051	2522
Лениногорск	0,05	2,54	1946	195	487	1168
Набережные Челны	0,96	5,42	7929	793	1982	4757
Нижнекамск	1,0	5,65	7265	727	1816	4359
Чистополь	0,05	2,54	4303	430	1075	2582

в том, что потребность населения в медицинской помощи значительно превосходит возможности здравоохранения территории в ее удовлетворении. Результаты исследования однозначно подтверждают необходимость организационно-функциональной перестройки и совершенствования работы территориального здравоохранения в чрезвычайных ситуациях химического генеза. Решение проблемы в данном случае зависит как от объединения усилий внутри министерства здравоохранения на территориальном и республиканском уровнях, так и от организации взаимодействия его с другими министерствами и ведомствами, привлекаемыми к ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций.

Организационно-функциональная основа взаимодействия в данном случае является продуктом сгруппированных определенным образом сил и средств, делающих данную систему конкретной по возможности выполнения задач на любом этапе организации и проведения лечебно-эвакуационных мероприятий в чрезвычайных ситуациях.

Список литературы

- ГОСТ Р 22.9.05—95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей. Общие технические требования.
- ГОСТ Р 22.0.05—94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
- Аксенов В. А., Лужников Е. А., Мусийчук Ю. И. Система организации медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях, обусловленных химическими факторами // Медицина катастроф. — 1992. — № 1. — С. 72—77.
- De Pauw C. The Integration of the Regional Hospital in Belgian disaster planning: Bomo Practical Aspects // 8-th World Congress on Emergency and Disaster Medicine. — Stockholm, Sweden, 1993. — V. 32. — P. 47—56.
- Рябочкин, В. М., Назаренко Г. И. Медицина катастроф: Учебное пособие. — М.: Издание ИНИ Лтд, 1996. — 272 с.
- Простакишин Г. П., Ивашина Л. И., Шашина Т. А., Осин О. М. Токсикологические показатели оценки опасности химических аварий // Спасение, защита, безопасность — новое в науке, технике, технологии. — 1995. — С. 171.
- Timperman U., Andre A. Organisation del, intervention medico legal en cas de catastrophes sur leterritoire national et ae etranger // Arch. Beiges Med. Soc. — 1981. — V. 39. — P. 175—181.
- Кондрашов В. А. Вопросы профилактики отравлений и гигиенического регламентирования уровня токсических химических веществ, опасных при поступлении в организм человека через кожу, в условиях аварий и катастроф // Медицина катастроф. — 1997. — № 3 (19). — С. 154—160.
- Голиков С. Н., Ливанов Т. А., Мусийчук Ю. И. Организация медицинской помощи при технологических, химических катастрофах // Военно-медицинский журнал. — 1990. — № 8. — С. 52—53.
- Лужников Е. А., Гольдфарб Ю. С., Маткевич В. А. Клиника и лечение новых форм острых бытовых отравлений // Информационное письмо. — 1994. — С. 6.
- Гончаров С. Ф., Простакишин Г. П., Воронцов И. В., Гольдфарб Ю. С., Смирнов И. А., Божко Ю. В., Назарова И. А. Особенности химических аварий и организация медицинской помощи пораженным // Медицина катастроф. — 1997 — № 3 (19). — С. 9—20.
- Кудало Л. М., Мусийчук Ю. И., Янно Л. В. Медицинские проблемы аварийных ситуаций в химической промышленности // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. — 1999. — Т. XXXV. — № 4. — С. 453—456.
- Каратай Ш. С. Теоретические и практические основы организации территориальной службы медицины катастроф. // Дис. ... д-ра мед. наук. — Казань, 1996. — 245 с.
- Филатов Б. И., Простакишин Г. П., Шкодич П. Е. Общие принципы организации системы медико-санитарной помощи при химических авариях // Медицина катастроф. — 1992. — № 2. — С. 29—33.
- Cummin D. D., Lee M. S., Stein-Spenser L., Lee T. E., Clusha F. C., Aks S. E. Abstr. N. Amer. Congr. Clin Toxicol. Annu. Meet. La Jolla, Sept. 28, Oct. 4, 1999. // J. Toxicol., Clin. Toxicol. — 1999. — N 5. — P. 660.
- Нагнибеда А. Н., Фаршатов М. Н., Кирилюк И. Г. и др. Методические рекомендации. — СПб.: Ленинградский институт скорой и неотложной помощи, 1991. — 33 с.

A. G. Dinmukhametov, Associate Professor, e-mail: gatiph@rambler.ru,
Kazan State Medical University

Using the Methods of the Forecasting Exceeding Situation on Object of Chemical Industry of the Republic Tatarstan

Considerable quantity of people working on objects of the chemicals industry, living in immediate proximity to these enterprises can undergo to a great risk at occurrence of failures. In adjoining settlements or city districts there can be mass defeats of people.

The Factors of the risk damage and industrial catastrophes on object of the economy, using in their own technological process emergency dangerous chemical material, possible mechanisms of their development, with account of the shaping the value and structures of the sanitary losses on territory of the Republic Tatarstan, bring forth need of the all-round analysis of the possibilities of the public health administrative territory on rendering medical help struck in exceeding situation of the chemical nature.

Keywords: emergency dangerous chemicals, dangerous chemical material, emergency situations, areas of risk, categorized cities, critical infrastructures, medic and sanitary prognostication, casualties



References

1. **GOST R 22.9.05—95** Bezopasnost' v chrezvychajnykh situacijah. Kompleksy sredstv individual'noj zashhity spasatelej. Obshhie tehicheskie trebovanija.
2. **GOST R 22.0.05—94** Bezopasnost' v chrezvychajnykh situacijah. Tehnogennye chrezvychajnye situacii. Terminy i opredelenija.
3. **Aksenov V. A., Luzhnikov E. A., Musijchuk Ju. I.** Sistema organizacii medicinskoj pomoshhi pri chrezvychajnykh situacijah obuslovlennykh himicheskimi faktorami. *Medicina katastrof*. 1992. No. 1. P. 72—77.
4. **De Pauw C.** The Integration of the Regional Hospital in Belgian disaster planning: Bomo Practical Aspects. *8-th World Congress on Emergency and Disaster Medicine*. Stockholm, Sweden, 1993. V. 32. P. 47—56.
5. **Rjabochkin V. M., Nazarenko G. I.** Medicina katastrof: Uchebnoe posobie. M.: Izdanie INI Ltd, 1996. 272 p.
6. **Prostakishin G. P., Ivashina L. I., Shashina T. A., Osin O. M.** Toksikologicheskie pokazateli ocenki opasnosti himicheskikh avarij. *Spasenie, zashhita, bezopasnost' — novoe v nauke, tehnike, tehnologii*. M., 1995. P. 171.
7. **Timperman U., Andre A.** Organisation del, intervention medico legal en cas de catastrophes sur le territoire national et a l'etranger. *Arch. Beiges Med. Soc.* 1981. V. 39. P. 175—181.
8. **Kondrashov V. A.** Voprosy profilaktiki otravlenij i gigienicheskogo reglamentirovanija urovnja toksicheskikh himicheskikh veshhestv, opasnykh pri postuplenii v organizm cheloveka cherez kozhu, v uslovijah avarij i katastrof. *Medicina katastrof*. 1997. No. 3 (19). P. 154—160.
9. **Golikov S. N., Livanov T. A., Musijchuk Ju. I.** Organizacija medicinskoj pomoshhi pri tehnologicheskikh, himicheskikh katastrofah. *Voenno-medicinskij zhurnal*. 1990. No. 8. P. 52—53.
10. **Luzhnikov E. A., Gol'dfarb Ju. S., Matkevich V. A.** Klinika i lechenie novykh form ostryh bytovykh otravlenij. *Informacionnoe pis'mo*. 1994. P. 6.
11. **Goncharov S. F., Prostakishin G. P., Voroncov I. V., Gol'dfarb Ju. S., Smirnov I. A., Bozhko Ju. V., Nazarova I. A.** Osobennosti himicheskikh avarij i organizacija medicinskoj pomoshhi porazhennym. *Medicina katastrof*. 1997. No. 3 (19). P. 9—20.
12. **Kucalo L. M., Musijchuk Ju. I., Janno L. V.** Medicinskie problemy avarijnykh situacij v himicheskoi promyshlennosti. *Zhurnal Vsesojuznogo himicheskogo obshhestva im. D. I. Mendeleeva*. 1999. V. XXXV. No. 4. P. 453—456.
13. **Karataj Sh. S.** Teoreticheskie i prakticheskie osnovy organizacii territorial'noj sluzhby mediciny katastrof. *Dissertacija doktora med. nauk*. Kazan', 1996. 245 p.
14. **Filatov B. I., Prostakishin G. P., Shkodich P. E.** Obshhie principy organizacii sistemy mediko-sanitarnoj pomoshhi pri himicheskikh avarijah. *Medicina katastrof*. 1992. No. 2. P. 29—33.
15. **Cummin D. D., Lee M. S., Stein-Spenser L., Lee T. E., Clusha F. C., Aks S. E.** Abstr. N. Amer. Congr. Clin Toxicol. Annu. Meet. La Jolla, Sept. 28, Oct. 4, 1999. *J. Toxicol., Clin. Toxicol.* 1999. No. 5. P. 660.
16. **Nagnibeda A. N., Farshatov M. N., Kiriljuk I. G., Vetrov I. D., Verbinec M. I.** Metodicheskie rekomendacii. SPb.: Leningradskij institut skoroi i neotlozhnoj pomoshhi, 1991. 33 p.

УДК 504.3.054

Т. Л. Щекатурина, д-р хим. наук, проф., e-mail: shek232@mail.ru,
Ю. Н. Яковчук, аспирант, Институт ядерной энергии и промышленности
Севастопольского государственного университета

Динамическое загрязнение воздушного бассейна Балаклавского района Севастополя

Представлены данные исследований углеводородного загрязнения атмосферного воздуха в районах расположения наиболее крупных предприятий и автозаправочных станций Балаклавского района Севастополя. Дана их количественная характеристика и динамика загрязнений с 2010 по 2013 г. Показано их увеличение в летний период, а также рост к 2013 г.

Ключевые слова: углеводородное загрязнение, предельные углеводороды, атмосферный воздух, автозаправочная станция, пробы атмосферного воздуха

Балаклавский район занимает свыше 60 % площади Севастопольского региона [1]. Здесь расположено свыше 70 предприятий, организаций, учреждений. Ведущие отрасли — горнодобывающая, строительная, винодельческая. Крупнейшие предприятия — Балаклавское рудоуправление им. Горького, ЗАО Севастопольский завод стройматериалов, Севастопольская ТЭЦ, Инкерманский завод марочных вин, Гослесхоз, Балаклавский судоремонтный завод "Металлист". Эти предприятия

способствуют углеводородному загрязнению атмосферного воздуха. Сильное загрязнение происходит и от большого количества автотранспорта и автозаправочных станций.

Легкая фракция нефти — наиболее подвижная ее часть. Метановые углеводороды легкой фракции, присутствующие в загрязненных почвах, водной и воздушной сферах, растворимы в воде и оказывают наркотическое и токсическое действие на живые организмы [2]. При большом

содержании метана в воздухе отмечается резкое падение парциального давления и содержания кислорода. В результате длительного контакта с углеводородами у рабочих развиваются вегетативные нарушения: появляется бессонница, головная боль, покраснение кожи, снижается обоняние, повышается утомляемость. Концентрация паров нефти от 100 мг/дм³ опасна для жизни даже при вдыхании в течение 5 мин [2].

Целью исследований являлся анализ загрязнения атмосферного воздуха предельными углеводородами от воздействия работы предприятий и автозаправочных станций Балаклавского района за четыре года (2010—2013 гг.). Задача исследования заключалась в следующем:

- получение в исследованных пробах количественных характеристик углеводородного загрязнения атмосферного воздуха наиболее крупными предприятиями района;
- получение в исследуемых пробах количественных характеристик углеводородного загрязнения атмосферного воздуха вблизи автозаправочных станций;
- проведение сравнительного анализа воздушного бассейна Балаклавского района в теплый и холодный периоды.

Материалы и методы исследования

Для исследования углеводородного загрязнения атмосферного воздуха отбирались пробы в районах расположения предприятий и автозаправочных станций Балаклавского района с 2010 по 2013 г. Был использован метод газожидкостной

хроматографии для определения суммарного содержания углеводородов, включающих нормальные алканы в диапазоне C₁—C₁₀, хроматограф "Кристаллюкс-4000М" с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), кварцевой колонкой 30м SE-30 (сорбент-диметилполисилоксан 95 %). Определение количественных характеристик разделенных компонентов осуществляли при помощи ПИД [3].

Результаты исследований

Результаты анализа атмосферного воздуха в районах размещения наиболее крупных предприятий Балаклавского района представлены в таблице, из данных которой видно, что концентрация углеводородов колеблется от 0,53 до 1,33 мг/м³ в холодный период и от 0,82 до 1,49 мг/м³ в теплый период. При этом наибольшее количество углеводородов в атмосферный воздух поступает от нефтебазы Черноморского Флота за весь исследуемый период с 2010 по 2013 г. Это может быть связано и с географическим месторасположением этой базы, так как она находится в низине у гор, где ветра не такие сильные, а также с перевалкой нефти и нефтепродуктов.

ООО Балаклавское рудоуправление тоже значительно загрязняет атмосферу. Этому способствуют применяемые в ее деятельности мощные средства техники, такие как бульдозеры, автогрейдеры, экскаваторы. В работе предприятия применяется железнодорожное сообщение с тепловозами. Почти аналогичное загрязнение углеводородами атмосферного воздуха определено

Концентрации углеводородов в пробах атмосферного воздуха за 2010—2013 гг.

№ пп	Название предприятия	2010		2011		2012		2013	
		C ₁ —C ₁₀ , мг/м ³		C ₁ —C ₁₀ , мг/м ³		C ₁ —C ₁₀ , мг/м ³		C ₁ —C ₁₀ , мг/м ³	
		Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период
1	ООО Балаклавское рудоуправление им. Горького	1,11 ± 0,28	1,32 ± 0,33	1,25 ± 0,31	1,39 ± 0,34	1,05 ± 0,26	1,27 ± 0,31	1,18 ± 0,29	1,46 ± 0,36
2	Балаклавский судоремонтный завод "Металлист"	1,20 ± 0,3	1,28 ± 0,3	1,01 ± 0,25	1,27 ± 0,32	1,07 ± 0,27	1,31 ± 0,35	1,14 ± 0,28	1,32 ± 0,33
3	ООО "Крым-вторцвет"	0,75 ± 0,19	0,91 ± 0,23	0,68 ± 0,17	0,94 ± 0,24	0,72 ± 0,18	0,90 ± 0,22	0,75 ± 0,19	1,05 ± 0,26
4	Полигон твердых бытовых отходов в Первомайской балке	0,94 ± 0,23	1,18 ± 0,29	1,03 ± 0,26	1,24 ± 0,31	0,99 ± 0,25	1,29 ± 0,32	1,0 ± 0,25	1,30 ± 0,33
5	Инкерманский завод марочных вин	0,65 ± 0,16	0,92 ± 0,23	0,73 ± 0,18	0,99 ± 0,25	0,65 ± 0,16	1,0 ± 0,25	0,71 ± 0,17	1,24 ± 0,31
6	Нефтебаза Черноморского флота	1,33 ± 0,34	1,36 ± 0,34	1,29 ± 0,32	1,38 ± 0,34	1,15 ± 0,28	1,39 ± 0,35	1,20 ± 0,3	1,49 ± 0,37
7	ООО "Золотая балка"	0,69 ± 0,17	0,82 ± 0,2	0,53 ± 0,13	1,0 ± 0,25	0,60 ± 0,15	0,98 ± 0,24	0,62 ± 0,15	1,1 ± 0,27



в районе судоремонтного завода "Металлист", на котором ремонтируют дизель-генераторы.

Самые низкие концентрации наблюдались в атмосфере винзавода ООО "Золотая Балка". Это связано со спецификой его работы. Кроме того, предприятие располагается вдали от крупных автомобильных дорог и на хорошо проветриваемом участке.

Нужно отметить, что содержание углеводородов в атмосферном воздухе в районе расположения исследованных предприятий в теплый период на 21,7 % выше, чем в холодный. При общем потеплении уменьшается разность температур между выбросами и окружающим воздухом, что приводит к меньшему вертикальному подъему примесей и увеличению их влияния на приземный слой атмосферы. Такие условия чаще создаются в июне — сентябре. А также малое количество осадков в теплый период не способствует очищению атмосферного воздуха. Повышенная температура воздуха усиливает неблагоприятное действие углеводородов [2].

Если сравнить концентрации углеводородов по годам, то следует отметить, что наиболее высокое содержание отмечалось в теплый период 2013 г. По метеорологическим данным лето 2013 г. оказалось самым жарким.

Еще одним источником углеводородного загрязнения являются автомобили и автозаправочные станции (АЗС). Химический состав выбросов автомобильного транспорта зависит от вида и качества топлива, способа его сжигания в двигателе и его технического состояния [4]. Отработавшие газы двигателя внутреннего сгорания содержат около 200 компонентов. Период их существования

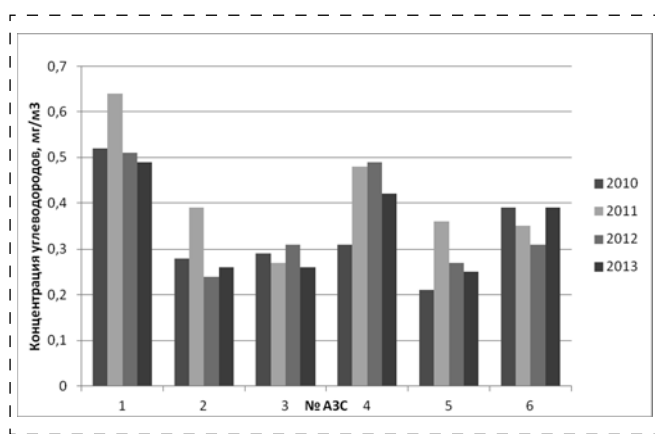


Рис. 1. Концентрации углеводородов в атмосферном воздухе в холодный период за 2010—2013 гг. (слева — направо) в районах расположения АЗС:

АЗС № 1 — "ОККО", ул. Симферопольское шоссе, 18; АЗС № 2 — ГУП "ГЗК", ул. Сапунгорская, 28; АЗС № 3 — "Лукойл", ул. Чернореченская, 144; АЗС № 4 — "ТНК", ул. Симферопольское шоссе, 3; АЗС № 5 — "УТЭК № 33", ул. Шоссе Южнобережное, 9; АЗС № 6 — "Альвир", ул. Новикова, 51б

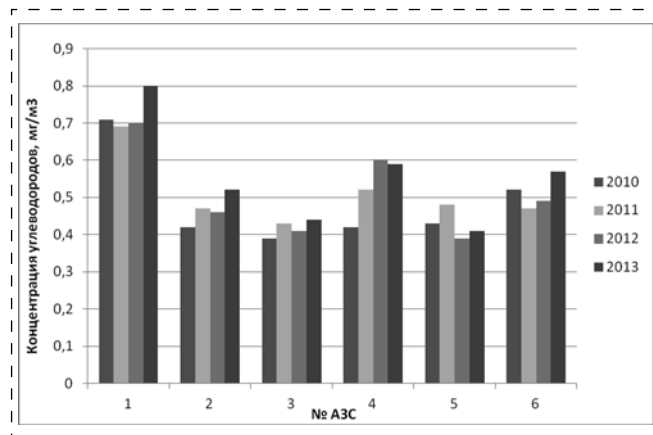


Рис. 2. Концентрации углеводородов в атмосферном воздухе в теплый период 2010—2013 гг. (слева — направо) в районах расположения АЗС (номера АЗС см. на рис. 1)

длится от нескольких минут до 4...5 лет [4]. Данные по загрязнению атмосферного воздуха в районах расположения АЗС представлены на рис. 1 и 2.

На рис. 1 приведены данные по углеводородному загрязнению атмосферного воздуха в районах расположения АЗС в холодный период 2010—2013 гг. Характерно высокое содержание углеводородов в районе АЗС № 1. Она расположена в балке и вблизи пешеходного перехода и светофора. Для этих мест характерно замедленное движение автомобилей, что является наиболее неблагоприятным режимом работы, так как малые скорости и "холостой ход" двигателя способствуют выбросу в атмосферу загрязняющих веществ в количествах, значительно превышающих выброс на нагрузочных режимах.

Несколько меньше содержание углеводородов в атмосферном воздухе отмечено в районах расположения АЗС № 4 и 6. Атмосферный воздух в районах расположения АЗС № 2, 3, 5 содержит сравнительно низкие концентрации углеводородов. Использование более качественного оборудования, обеспечивающего большую герметизацию при заправке топливом автомобилей, значительно снижает концентрацию загрязняющих веществ [4]. В данном случае это влияние может быть связано с их расположением на более интенсивно проветриваемых участках Балаклавского района.

Данные по загрязнению атмосферного воздуха вблизи АЗС Балаклавского района в теплый период приведены на рис. 2

В теплый период отмечается та же динамика в изменении концентрации углеводородов в атмосферном воздухе в районе расположения исследуемых АЗС. Высокое содержание углеводородов в холодный период вблизи АЗС № 1, 4 и 6 характерно и для теплого периода и для районов вблизи

АЗС с более низким содержанием углеводородов (АЗС № 2, 3, 5). Однако содержание углеводородов в пробах атмосферного воздуха в теплый период в среднем на 29,4 % больше, чем в холодный. В период с мая по сентябрь увеличивается количество автомобилей на дорогах, так как это время отдыха туристов.

Наблюдение за динамикой концентрации углеводородов в исследованных пробах показывает увеличение их концентрации от 2010 к 2013 г. Это обстоятельство можно объяснить ростом населения, а следовательно и транспортных средств в городе.

Исследования показали, что количество углеводородов в диапазоне C_1 — C_{10} в атмосферном воздухе в районах расположения доминирующих источников загрязнения, таких как предприятия и АЗС Балаклавского района Севастополя различно и определяется как спецификой данного предприятия, так и местом его расположения. Показано, что загрязнение воздуха углеводородами связано со временем года. В частности, в теплый период количество загрязнений в атмосферном воздухе в районах расположения

предприятий увеличивается на 21,7 %, АЗС — на 29,4 % по сравнению с холодным периодом. Динамика углеводородного загрязнения показала его рост к 2013 г. в районах расположения АЗС. Таким образом, состояние воздушного бассейна зависит не только от количества выбросов загрязняющих веществ и их химического состава, но от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

Список литературы

1. **Прималенный А. А., Котов А. П.** и др. Программа озеленения города Севастополя с дендрологическими исследованиями / Под ред. А. А. Прималенного. — Севастополь: НПЦ "ЭКОСИ—Гидрофизика", 2011. — 43 с.
2. **Исидоров В. А.** Органическая химия атмосферы / Под ред. Б. В. Иоффе. — Л.: Химия, 1985. — 264 с.
3. **Мальшева А. Г., Зиновьева Н. П., Кучеренко А. И.** Сборник методических указаний МУК 4.1.591-96-4.1.645—96, 4.1.662—97, 4.1.666—97. — М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. — 454 с.
4. **Луканин В. Н., Буслаев А. П., Трошиминко Ю. В.** Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов. — М.: ИНФРА, 2007. — 408 с.

T. L. Schekaturina, Professor, e-mail: shek232@mail.ru, **J. N. Yakovchuk**, Postgraduate, Institute of Nuclear Energy and Industry of the Sevastopol State University

Dynamic Air Pollution Balaklava District of Sevastopol

This paper presents research data of the hydrocarbon pollution of atmospheric air of most major companies and petrol stations in the Balaklava district of Sevastopol. Given their quantitative characteristics and dynamics of pollution from 2010 to 2013. Shows an increase in summer and increase by 2013.

Keywords: hydrocarbon pollution, saturated hydrocarbon, air, a gas station, ambient air sample

References

1. **Primalennyj A. A., Kotov A. P.** i dr. Programma ozelenenija goroda Sevastopolja s dendrologičeskimi issledovanijami / Pod red. A. A. Primalennogo. Sevastopol': NPC "JeKOSI—Gidrofizika", 2011. 43 p.
2. **Isidorov V. A.** Organicheskaja himija atmosfery / Pod red. B. V. Ioffe. L.: Himija, 1985. 264 p.
3. **Malysheva A. G., Zinov'eva N. P., Kucherenko A. I.** Sbornik metodicheskikh ukazanij MUK 4.1.591-96-4.1.645—96, 4.1.662—97, 4.1.666—97. M.: Informacionno-izdatel'skij centr Minzdrava Rossii, 1997. 454 p.
4. **Lukanin V. N., Buslaev A. P., Troshiminko Ju. V.** Avtotransportnye potoki i okružhajushhaja sreda: učebnoe posobie dlja vuzov. M.: INFRA, 2007. 408 p.

УДК 614.2:614.8:617

К. А. Шаповалов, д-р мед. наук, проф., нач. отдела, e-mail: stampdu@rambler.ru, Республиканский медицинский информационно-аналитический центр, Сыктывкар,
Л. А. Шаповалова, врач высшей квалификационной категории, Консультативно-диагностический центр Республики Коми, Сыктывкар

Основы дидактики темы "Закрытые повреждения" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов

Для подготовки населения к оказанию первой (доврачебной экстренной) помощи в условиях чрезвычайных ситуаций предложены алгоритмы современной дидактики учебной темы "Закрытые повреждения: Ушибы. Растяжения и разрывы связок. Вывихи. Травматический токсикоз. Позиционный синдром. Асфиксия. Утопление". Выделены следующие учебные вопросы: 1) Понятие о закрытых и открытых повреждениях. Классификация внешних повреждающих факторов; 2) Ушибы. Определение. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 3) Растяжения и разрывы связок. Определение. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 4) Вывихи. Определение. Признаки. Первая помощь; 5) Травматический токсикоз. Определение. Периоды и формы. Первая (доврачебная экстренная) помощь. Позиционный синдром; 6) Асфиксия. Определение. Причины. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 7) Утопление. Определение. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь в зависимости от наличия сознания, сердцебиения и самостоятельного дыхания, а также утопления в речной или морской воде.

Ключевые слова: ушибы, растяжения и разрывы связок, вывихи, травматический токсикоз, позиционный синдром, асфиксия, утопление, первая (доврачебная экстренная) помощь, чрезвычайные ситуации, дидактика

При рассмотрении темы "Закрытые повреждения" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" целесообразно выделить рассмотренные ниже учебные вопросы.

1. Повреждения бывают *закрытыми* и *открытыми*. К закрытым относятся те из них, при которых не нарушается целостность кожи и слизистых оболочек (ушибы мягких тканей, растяжение связок, большинство вывихов и переломов). При открытых повреждениях в той или иной степени нарушается целостность наружных покровов (раны, открытые вывихи и переломы, ожоги).

В зависимости от характеристики внешних воздействующих на человека факторов повреждения бывают:

— механические, возникающие при воздействии механической силы (например, при падении, ударе, воздействии взрывной волны);

— физические, возникающие при воздействии высокой или низкой температуры (например, ожоги, отморожения), электрического тока, проникающей радиации;

— химические, возникающие при воздействии на ткани различных химических веществ: кислот, щелочей, отравляющих веществ [1—4].

2. Ушибом называют *закрытое повреждение тканей и органов без значительных анатомических нарушений*. Прямой, короткий, сильный удар движущимся твердым предметом или падение вызывают повреждение мелких кровеносных и лимфатических сосудов, волокон мягких тканей, нередко с размождением отдельных тканевых элементов. Кожа — обычно без видимых изменений. Тяжесть возникающих при ушибе изменений определяется силой нанесенного удара, массой и формой предмета, длительностью действия повреждающего фактора.

Признаки:

1. Боль бывает различной силы в зависимости от количества нервных образований, подвергающихся воздействию. Ушибы некоторых частей тела (живота, яичек, кончиков пальцев рук и др.) могут вызывать очень сильную боль.

2. Ограниченная или разлитая припухлость (отек) возникает вследствие разрыва мелких кровеносных сосудов, пропитывания мягких тканей кровью, нарушения оттока лимфы и развития асептического воспаления.

3. Кровоподтеки. Кровь может скапливаться в виде гематомы или изливаться в полости. На месте ушиба, обычно на вторые сутки, кожа становится синей (синяк). В дальнейшем, в связи с распадом гемоглобина, цвет ее изменяется на зеленоватый, желтый, постепенно кожа приобретает обычную окраску.

4. Нарушение функции в виде ограничения движений ушибленной конечности.

Ушибы жизненно важных органов могут сопровождаться общими нарушениями, потерей сознания, расстройством деятельности сердца и дыхания, явлениями коллапса и даже травматического шока.

Первая (доврачебная экстренная) помощь сводится к осмотру места повреждения и выявлению признаков ушиба, наложению давящей повязки, прикладыванию холода (холодный компресс, пузырь со льдом) на место ушиба на 2 часа с заменой через каждые 15...20 мин, что способствует уменьшению кровоизлияния. При обширных ушибах производят транспортную иммобилизацию, при необходимости вводят обезболивающее средство.

В тяжелых случаях и при повреждении обеих нижних конечностей потребуется вынос пострадавшего. С лечебной целью при ушибах со второго дня назначают тепловые процедуры (согревающие компрессы, теплые водные ванны, массаж, лечебную физкультуру, физиопроцедуры и постепенную функциональную нагрузку).

3. Растяжение и разрыв связок *возникают при движении в суставе, превышающем предел его физиологической возможности.*

Признаки растяжения и разрыва связок, мышц и сухожилий аналогичны ушибам, однако для повреждения связок и мышц, особенно их разрывов, характерны более острая, резкая местная боль и более выраженное нарушение функции конечности в виде ограничения ее движений. При значительных повреждениях могут наблюдаться кровоизлияния в полость соседнего сустава (гемартроз) и отрыв связки вместе с фрагментом кости. Чаще всего наблюдаются повреждения связок голеностопного, коленного и лучезапястного суставов.

Первая (доврачебная экстренная) помощь заключается в осмотре места повреждения,

выявлении признаков растяжения и разрыва связок, создании покоя, наложении давящей повязки, иммобилизации с помощью подручных средств или транспортных шин, применение холода на 2 часа на область травм. При сильной боли назначают средства для ее снижения или в область максимальной болезненности вводят 5...10 мл 1 %-ного раствора новокаина, производят при необходимости иммобилизацию стандартными шинами.

Через 5...7 дней применяют тепловые процедуры, массаж, лечебную физкультуру. При необходимости отсасывают кровь из гематомы и полости сустава. При полном разрыве связок, мышц и сухожилий применяют оперативное вмешательство с последующим ранним проведением лечебной физкультуры и физиотерапевтического лечения.

4. Вывихом *называют ненормальное и стойкое смещение суставных поверхностей костей, сопровождающееся в большинстве случаев разрывом суставной капсулы, нарушением целостности околосуставных мягких тканей, сосудов и нервов.* Различают полный вывих и частичный (подвывих). Вывихи подразделяют также на врожденные и приобретенные, а последние — на травматические и патологические (при заболеваниях, которые вызывают разрушение суставных поверхностей костей).

Признаки:

1. Боль.

2. Вынужденное положение конечности (например, при вывихе в плечевом суставе рука согнута в локтевом суставе и отведена).

3. Нарушение функции сустава — активные движения невозможны, пассивные — резко ограничены и пружинящие.

4. Изменение конфигурации сустава, при некоторых вывихах плеча отмечается относительное удлинение конечности.

Первая (доврачебная экстренная) помощь. Осматривают место повреждения и выявляют признаки вывиха. Производят иммобилизацию поврежденной конечности с помощью подручных средств или стандартных шин. При вывихах в суставах верхней конечности руку пострадавшего подвешивают на косынке или фиксируют к туловищу в том положении, которое она занимает. В случае вывихов в суставах нижней конечности пострадавшего укладывают на носилки, не изменяя положение конечности. Под колени и стопы подкладывают валики из одежды. Рекомендуются ввести обезболивающие препараты и при возможности применить холод на область сустава.

Лечение вывихов заключается в их вправлении и функциональной иммобилизации. Вправление вывиха является *исключительно врачебной*



манипуляцией, поэтому пострадавших необходимо срочно доставить в стационар.

После вправления вывиха с первых дней начинают производить массаж мышц пострадавшей конечности, назначают лечебную физкультуру, тепловые физиотерапевтические процедуры (горячие водяные или суховоздушные ванны) [5—7].

5. Травматическим токсикозом (синдромом длительного сдавления) называют патологический процесс, возникающий в результате длительного сдавления мягких тканей землей, обломками разрушенного здания, тяжелыми предметами.

Травматический токсикоз описывают под различными названиями: синдром длительного сдавления, болезнь сдавления, синдром освобождения, *crash*-синдром.

В клинической картине травматического токсикоза различают три периода: ранний, промежуточный и поздний.

1. Ранний период возникает спустя 6...8 ч после освобождения от сдавления и выражается в развитии явлений, подобных травматическому шоку, нарастании отека и обширных кровоизлияний в поврежденных конечностях. На коже образуются пузыри с прозрачным или кровянистым содержимым, исчезает пульсация на периферических сосудах. Резко ухудшается общее состояние, температура тела повышается до +38...+39 °С, появляется рвота, развивается общая заторможенность, падает артериальное давление. Появляются признаки поражения почек: уменьшается количество выделяемой мочи, а в тяжелых случаях развивается анурия — повышение остаточного азота в крови. Продолжительность раннего периода 1...2 дня. Часть пораженных погибает при нарастающих явлениях острой недостаточности почек и кровообращения. При сочетании травматического токсикоза с лучевой болезнью отмечается высокий процент смертельных исходов.

2. Промежуточный период. На первый план выступают явления острой недостаточности почек вследствие тяжелой интоксикации. У пострадавших уменьшается количество мочи, нарастает азотемия.

3. Поздний (восстановительный) период характеризуется преимущественно местными проявлениями синдрома сдавления. Уменьшается отек поврежденной конечности, стихает боль, однако полного восстановления функции конечности не наблюдается, так как возникают травматический неврит, атрофия мышечной ткани, контрактура суставов, трофические язвы, гнойные осложнения.

Различают четыре клинические формы травматического токсикоза:

— легкую (возникает при сдавлении конечности, не превышающем по длительности 4 ч);

— среднюю (сдавление части тела или конечности в течение не более 6 ч — незначительные

нарушения функции почек и небольшая плазмопотеря);

— тяжелую (при сдавлении всей конечности в течение 8 ч — резко выражена недостаточность почек, большая плазмопотеря и сгущение крови);

— крайне тяжелую (возникает при сдавлении двух конечностей в течение 6 ч, смертельный исход наступает в течение первых 3 суток вследствие быстроразвивающейся острой недостаточности почек и кровообращения).

Первая (доврачебная экстренная) помощь.

1. Осматривают места повреждений и выявляют признаки травматического токсикоза. Освобождают пострадавшего от сдавления и туго бинтуют конечности для предупреждения отека (при полном разрушении конечности на нее накладывают жгут).

2. Накладывают на раны асептические повязки.

3. Обязательная иммобилизация конечности с помощью подручных средств, шин.

4. Конечность как можно раньше обложить холодом (льдом, снегом, холодной водой) для предупреждения распада тканей и гиперкалиемии.

5. Дают обильное питье.

6. Введение наркотических анальгетиков из шприц-тюбика.

7. Из очага поражения пострадавших эвакуируют в положении лежа с приподнятой пораженной частью тела.

8. Срочная эвакуация в лечебное учреждение.

В больницах особое внимание обращают на своевременную полноценную хирургическую обработку пораженной конечности, профилактику осложнений со стороны раны и легких.

Позиционный синдром сдавления является разновидностью синдрома длительного сдавления. Особенность его в том, что отсутствует первоначальное повреждение мягких тканей. Вынужденное пребывание человека в течение 8...10 ч и более в неудобной позе вызывает нарушение кровообращения, приводящее к ишемии тканей и интоксикации организма. Первая помощь такая же, как и при синдроме длительного сдавления [8—13].

6. Асфиксией называют состояние нарастающего удушья, приводящее к недостатку кислорода в крови и тканях (*гипоксии*) и к накоплению в них углекислого газа (*гиперкапнии*). Под асфиксией понимают нарушение легочной вентиляции, возникающее в результате непроходимости верхних дыхательных путей и трахеи, а также при сдавлении легкого.

Причины:

— сдавление верхних дыхательных путей извне при повешении, удавлении (странгуляционная асфиксия), травмах шеи;

— попадание инородных твердых или жидких тел в верхние дыхательные пути и трахею, что приводит к их частичной или полной непроходимости (механическая обтурационная асфиксия);

— западение языка у лежащего на спине больного или пораженного, находящегося в коматозном состоянии;

— патологические процессы в области гортани и трахеи (отек, гематома, ожог, опухоль, ларингоспазм);

— скопление в плевральной полости воздуха (напряженный пневмоторакс); разрыв диафрагмы с перемещением в плевральную полость органов брюшной полости;

— травматическое сдавление грудной клетки, живота, а иногда и всего туловища твердыми или сыпучими телами (травматическая асфиксия);

— острые нарушения дыхательных мышц при травме верхних отделов спинного мозга;

— некоторые интоксикации (остаточное действие миорелаксантов, ботулизм, отравления);

— судорожные синдромы (столбняк, эпилептический статус);

— другие заболевания (миастенический криз, полиомиелит).

Механическая асфиксия сопровождается острым расстройством легочного дыхания, нарушением кровообращения и функции мозга. В течение нескольких минут асфиксическое состояние заканчивается смертью. Общая продолжительность асфиксии составляет 5...6 мин. Возникает острое кислородное голодание сердечной мышцы, что ослабляет сердечные сокращения. Отток крови из легких нарушается, переполняются кровью вены лица, нарушается отток крови из всех других органов.

Классификация асфиксий по механизму возникновения.

1. Асфиксия от сдавления:

а) странгуляционная (повешение, сдавление петлей, сдавление руками);

б) компрессионная (сдавление груди и живота);

в) от сдавливания груди и живота сыпучими и массивными предметами;

г) в толпе, при массовой давке.

2. Асфиксия от закрытия:

а) обтурационная (закрытие рта и носа, закрытие дыхательных путей крупными инородными телами);

б) аспирационная (вдыхание сыпучих веществ, жидкостей);

в) асфиксия новорожденных;

г) утопление.

3. Асфиксия в ограниченном замкнутом пространстве.

4. Асфиксия токсическая (отравления, ботулизм).

Виды асфиксии: 1) дислокационная; 2) обтурационная; 3) странгуляционная; 4) компрессионная; 5) аспирационная

Признаки асфиксии:

— резкое затруднение дыхания;

— синюшность и одутловатость лица, шеи и верхней части груди;

— множественные мелкие точечные кровоизлияния на коже головы, лица, шеи и слизистых оболочек рта, конъюнктиве и склерах глаз.

Повешение или странгуляционная асфиксия — сдавление шеи петлей под воздействием тяжести всего тела или частей его. В зависимости от положения петли на шее наступает полное или частичное прекращение доступа воздуха в легкие, сдавление сосудов шеи, сдавление нервных стволов шеи. Сдавление сонных артерий приводит к острому кислородному голоданию мозга. В результате сдавления яремных вен нарушается отток крови из полости черепа. За считанные секунды головной мозг настолько переполняется кровью, что уже через 3...4 мин развивается отек. Это приводит к потере сознания, судорогам, непроизвольным мочеиспусканию и дефекации. Поскольку при повешении очень быстро развивается беспомощное состояние, освободиться самостоятельно из петли после того, как она затянулась, невозможно.

Цель первой (доврачебной экстренной) помощи — обеспечить проходимость дыхательных путей. Необходимо немедленно освободить шею пострадавшего от сдавливающей петли. Уменьшить сдавливание шеи, подняв и поддерживая пострадавшего, чтобы снять вес с шеи. Разрезать веревку под узлом. Далее освобождайте ротовую полость от слизи, пены, придайте голове положение максимального затылочного разгибания (если нет признаков повреждения спинного мозга).

В стадии судорог при сохраненном самостоятельном дыхании и сердцебиении пострадавшего необходимо сразу повернуть на бок.

Чтобы не допустить дополнительных травм и западания языка, достаточно даже при очень выраженных судорогах прижать туловище к полу и слегка придерживать голову. Судороги продолжаются не более 5...6 мин. Отек головного мозга, вызванный пережатием сосудов шеи, достаточно быстро самостоятельно купируется после устранения причины.

При наличии признаков клинической смерти в результате повешения необходима сердечно-легочная реанимация. Важно помнить, что во время повешения часто повреждается шейный отдел позвоночника: происходит смещение первого шейного позвонка и перелом отростка второго позвонка, которым травмируются важнейшие



центры продолговатого мозга. Это приводит к мгновенной смерти в результате не асфиксии, а травмы спинного мозга.

Закрытие дыхательных путей инородными телами. Асфиксия от закрытия дыхательных путей может наступить в результате "застревания" компактных инородных предметов в голосовой щели, в полости гортани, в трахее или в бронхах. При этом, кроме препятствования, возникают рефлекторные воздействия, приводящие к задержке дыхания. Чаще несчастные случаи удушья инородными телами встречаются у детей, которые берут в рот различные инородные предметы. Такие ситуации могут возникнуть и у взрослых при отсутствии внимания во время приема пищи.

Причины нарушений легочной вентиляции определяют комплекс неотложных мероприятий. При наличии непроходимости необходимо срочно восстановить проходимость дыхательных путей, освобождая их от слизи, крови, рвотных масс. Оказание помощи начинают с дренажа в наклонном положении тела. Для удаления инородного тела из области голосовой щели пользуются двумя приемами — резким толчком в эпигастральную область в направлении диафрагмы или сжатием нижних отделов грудной клетки.

Если человек без сознания, то удаляют инородное тело пальцами из полости рта, затем производят резкий толчок в эпигастральную область. Маленьких детей наклоняют вперед, слегка запрокидывают голову и ударом ладони освобождают дыхательные пути от застрявшего инородного тела. В случае благоприятного исхода суицида необходимо тактичное отношение к пострадавшему и предотвращение повторных попыток самоубийства. Необходима госпитализация в специализированное лечебное заведение. Это — главная задача первой помощи [14—16].

Первая (доврачебная экстренная) помощь при асфиксии предусматривает устранение вызвавших ее причин и восстановление функции дыхания и кровообращения. Непосредственно на месте производят удаление из носоглотки инородных тел, слизи, рвотных масс или освобождение от петли, сдавливающей шею, или производят трахеостомию при повреждении гортани. Остальные мероприятия соответствуют стандартному восстановлению дыхания (искусственное дыхание — "рот ко рту") и восстановление сердечной деятельности (закрытый массаж сердца). Одновременно производят мероприятия по уменьшению возможного отека головного мозга (холод к голове).

7. Утопление — это такой вид механической асфиксии, при котором происходит закрытие дыхательных путей любой жидкостью. Кроме воды (пресной или соленой), средой утопления может

быть жидкая грязь, нефть, краска, масла, различные жидкости в чанах на производстве (пиво, патока).

При утоплении воздух не поступает в легкие — возникает удушье. Вследствие голодания головного мозга человек теряет сознание, наступает смерть.

Механизм наступления смерти при утоплении может быть двояким:

- асфиксия в результате заполнения легких водой ("синяя" асфиксия);
- асфиксия в результате рефлекторного спазма гортани ("белая" асфиксия).

Соответственно различают два вида утопления. Истинное утопление или так называемый синий тип ("синяя" асфиксия), при котором вода заполняет легкие, и белый тип ("белая" асфиксия), когда вода не проникает в легкие.

"Синий" тип утопления наблюдается чаще. В этом случае вода попадает в дыхательные пути, закупоривая легкие. Кожные покровы синего цвета ("синяя" смерть, "синяя" асфиксия). Утопающий не сразу погружается в воду, а пытается удержаться на ее поверхности, затрачивая при этом немало энергии. При вдохе он заглатывает большое количество воды, которая переполняет желудок. Это затрудняет дыхание и увеличивает массу тела. После окончательного погружения в воду человек рефлекторно задерживает дыхание, а затем, не в силах сдерживать его, делает вдох, при этом вода попадает в легкие, дыхание прекращается. После остановки дыхания деятельность сердца продолжается до 15 мин. Развивается кислородное голодание — гипоксия. Синюшный оттенок кожи обусловлен резкой гипоксией. "Синяя" асфиксия является более тяжелой формой удушья и с трудом поддается реанимации.

"Белый" тип утопления бывает у тех, кто не пытается бороться за свою жизнь и быстро идет ко дну. При этом варианте спазм гортани возникает вследствие попадания воды на голосовые связки, которые рефлекторно смыкаются, наступает удушье, хотя вода и не проникает в легкие. Через 5...6 мин после прекращения дыхания наступает остановка сердца. У таких пострадавших цвет кожных покровов резко бледный ("белая" асфиксия). Такая ситуация чаще наблюдается во время катастроф, когда человек погружается в воду в состоянии панического страха. При соприкосновении с холодной водой и раздражении глотки и гортани наступает внезапная остановка дыхания и сердца. Вода в легкие при этом не попадает. "Белый" тип утопления возможен и в том случае, если у человека, находящегося в воде, начался эпилептический припадок или произошла травма головы в момент ныряния. Попавшая

в гортань вода вызывает рефлекторное смыкание голосовой щели, и дыхательные пути оказываются непроходимыми для воды.

При "белой" асфиксии, если немедленно оказать медицинскую помощь, высока возможность оживления.

Выделяют также "синкопальный" ("обморочный") тип утопления или внезапную смерть в воде.

В клиническом развитии утопления выделяют три периода:

1. Терминальная пауза.
2. Агония.
3. Клиническая смерть.

По-разному происходит утопление в пресной речной и соленой морской воде. Пресная речная вода, попадая в дыхательные пути, быстро всасывается в легкие и проникает в кровяное русло, вызывая гемолиз. Соленая морская вода, напротив, обладая другими осмотическими свойствами, не всасывается в кровь, задерживаясь в дыхательных путях и вызывая приток жидкости из крови в альвеолы и бронхи.

В связи с этим мероприятия по оживлению должны быть разными. В частности, утонувшим в пресной речной воде и при клинической картине "белой" смерти производят быстрый туалет полости рта и глотки, после чего незамедлительно начинают искусственное дыхание и наружный непрямой массаж сердца. Всякие попытки "вылить воду" из легких, как правило, бесполезны, бессмысленны и чреваты потерей драгоценных секунд. В то же время у утонувших в морской воде необходимо быстро освободить дыхательные пути от воды и пены, используя с этой целью марлю и другие подручные материалы. Хороший эффект дают кратковременный поворот пострадавшего лицом вниз и опускание головы. Можно также на несколько секунд перевернуть пострадавшего и положить его с опущенной головой животом на бедро оказывающего помощь. При проведении всех этих мероприятий не следует забывать, что массаж и искусственное дыхание можно прекратить лишь на несколько секунд.

При утоплении:

- дыхательная и сердечная деятельность резко падает или может полностью отсутствовать;
- часто отсутствует сознание;
- кожа и видимые слизистые оболочки бледные или синюшные;
- из полости рта и носа может выделяться в большом количестве пенная кровянистая жидкость.

Алкогольное опьянение, переполнение желудка пищей, перегревание на солнце — частые спутники неожиданной смерти в воде. Иногда наблюдается внезапная смерть в воде молодых

здоровых людей, даже спортсменов. Наступление смерти в таких случаях связывают с влиянием предшествовавшей большой физической нагрузки, перегреванием, скрыто протекающими инфекционными заболеваниями (грипп, ангина) [17—18].

Наступление смертельного исхода также связывают с травмирующим действием перепада давления в придаточных полостях головы при быстром погружении на большую глубину. Кроме того, не следует забывать о травматизме в воде при нырянии, когда человек получает повреждение о предметы, находящиеся на дне.

Сразу же начинайте искусственное дыхание, а если остановилось сердце, то и закрытый массаж сердца. Стоя на одном колене, уложите пострадавшего на свое согнутое колено так, чтобы на него опиралась нижняя часть грудной клетки, а верхняя часть туловища и голова свешивались вниз.

Затем одной рукой откройте ему рот, а другой похлопайте по спине или плавно надавите на ребра со стороны спины. Повторите эту процедуру до прекращения бурного вытекания воды. Делать это нужно в течение 30 с. Не следует терять много времени на освобождение дыхательных путей от воды — полностью этого достичь невозможно.

Затем переверните пострадавшего на спину и уложите на твердую поверхность. Бинтом или носовым платком очистите полость рта от песка и ила. Теперь можно начинать делать искусственное дыхание и закрытый массаж сердца. По возможности постараться растереть все тело сухой одеждой, уксусом, водкой и согреть пострадавшего. Одновременно проводят реанимацию способом "рот ко рту". Если из дыхательных путей пострадавшего выделяются остатки воды, надо повернуть голову в сторону и приподнять противоположное плечо, после стекания воды можно продолжать искусственное дыхание.

Ни в коем случае нельзя прекращать вентиляцию легких при появлении первых редких самостоятельных дыхательных движений у пострадавшего, если сознание еще не восстановилось.

После оживления пострадавшего завертывают в одеяло, теплые вещи, обкладывают грелками и делают массаж конечностей. Если пострадавший не терял сознания или находился после извлечения из воды в состоянии легкого обморока, то достаточно дать вдохнуть нашатырный спирт и согреть.

Первая (доврачебная экстренная) помощь. После извлечения утонувшего из воды необходимо срочно принять меры по его оживлению.

1. *Пострадавший в сознании.* Необходимо:

- снять с него мокрую одежду, вытереть до суха, переодеть в сухое белье;



— согреть (закутать в одеяло);
— дать горячее питье (чай, кофе), спирт в небольшом количестве.

2. *Пострадавший без сознания, но есть пульс и самостоятельное дыхание:*

— уложить пострадавшего на носилки с опущенным головным концом;

— снять мокрую одежду или расстегнуть ее, если она стесняет дыхание;

— дать вдыхать нашатырный спирт на ватке и растереть ею височные области лица пострадавшего;

— производить массаж (растирание) тела и конечностей по направлению к сердцу;

— по возможности сделать инъекции сердечных средств (кофеин, кордиамин по 0,1 мл и др.).

3. *При терминальном состоянии.* Прежде всего, быстро очищают полость рта и носа от песка, водорослей, рвотных масс, а легкие и желудок от воды. Для этого пострадавшего укладывают грудью на колено оказывающего помощь, голову опускают вниз и энергично сдавливают грудную клетку, инородные тела изо рта извлекают пальцами.

Реанимационные мероприятия состоят из проведения искусственной вентиляции легких способом рот ко рту и закрытого массажа сердца. При остановке сердца и прекращении дыхания искусственную вентиляцию легких и закрытый массаж сердца необходимо проводить до тех пор, пока не восстановится хорошая самостоятельная деятельность сердца и дыхание или же появятся признаки биологической смерти (трупные пятна, трупное окоченение).

После восстановления деятельности сердца и дыхания пострадавшего направляют в сопровождении медицинских работников в лечебное учреждение, где он госпитализируется в палаты интенсивной терапии. Здесь продолжают реанимационные мероприятия и симптоматическое лечение. Принимают меры по предупреждению осложнений со стороны легких и почек.

Пострадавшие с закрытыми повреждениями нередко находятся в состоянии алкогольного или иного токсического опьянения, что значительно затрудняет оказание первой помощи и усложняет прогноз в отношении жизни пациентов.

Список литературы

1. **Шаповалов К. А.** Организация травматологической помощи плавающему составу северного бассейна: монография. — Архангельск: Архангельский государственный медицинский институт, 1993. — 274 с. (Рукопись депонирована в ГЦМБ, № Д-23691 от 23.09.1993).
2. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Закрытые повреждения. Ушибы. Растяжения и разрывы связок. Вывихи.

- Травматический токсикоз. Позиционный синдром. Асфиксия. Утопление: лекция. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 1995. — 4 с.
3. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Виды закрытых повреждений. Ушибы. Растяжения и разрывы связок. Вывихи. Травматический токсикоз. Позиционный синдром. Асфиксия. Утопление: лекция. — Сыктывкар: Коми республиканский институт развития образования, 2015. — 14 с.
 4. **Shapovalov K. A.** Contingent of industrial workers: features of a traumatism of floating structure and complex actions for its prevention. — Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. — 21 p.
 5. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Подготовка населения к оказанию само-, взаим- и первой медицинской помощи при закрытых повреждениях, переломах и травматическом шоке в условиях чрезвычайных ситуаций // Жизнь и безопасность. — 2007. — № 1—2. — С. 103—112.
 6. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Health of the nation and the use of toxic and narcotic substances. The complex approach to modern didactics. — Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. — 35 p.
 7. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency Medicine. Education of the civilian population to provide a self-, interaction-module and first aid for closed injuries, fractures and traumatic shock-relativistic. — Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. — 16 p.
 8. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаим- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. 4-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар: КРАГСИУ, 2004. — 188 с.
 9. **Shapovalov K. A.** Injuries of floating crew of Northern water pool in a state of alcohol intoxication // International Maritime Health. — 2013. — V. 64. — No. 1. — P. 41—50.
 10. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency treatment for injuries of floating crew on ships of northern pool // 18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013 — Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8627. URL: <https://www.xcdsystem.com/WCDEM13/abstract/abstract.cfm?CFID=8064765&CFTOKEN=67796645&jsessionid=d4308c48908ce4805e5b176c5234336a7e43j> (дата обращения 27.04.2015).
 11. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Alcohol and injuries: causes and consequences // OA Alcohol (an OA Publishing London Journal). — 2013. Jun 01. No. 1 (1). — 10 p.
 12. **Shapovalov K. A.** Injuries of the floating crew of the fishing fleet // People and the Sea. VII: "Maritime Futures": International Conference. 26—28th of June 2013. Amsterdam: Abstracts. URL: http://www.marecentre.nl/people_and_the_sea_7/documents/MARE_Programme_Book.pdf, p. 116 (дата обращения 27.04.2015).
 13. **Shapovalov K. A.** Traumatism of floating crew of the river fleet // OA Alcohol (an OA Publishing London Journal). — 2013. — Jul. 01. — No. 1 (2). — 12 p.
 14. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** The Author's Program of Subject "First Aid for Traumas in Accidents and Natural Disasters" for Non-medical Faculties of Humanities and Technical Universities // 19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 634. URL: <http://abstracts.webges.com/wcdem2015> (дата обращения 27.04.2015).

15. **Карась А. О.** Первая помощь при различных видах асфиксии [Электронный ресурс]. URL: <http://intmedical.ru/publications/2-ya-gkb/pervaya-pomoshh-pri-razlichnykh-vidakh-asfiksii.html> (дата обращения 27.04.2015).
16. **Асфиксия** и утопление: первая помощь [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webohrannik.ru/pervajapomoch/asfiksiya-i-utoplenie-pervaya-pomoshh.htm> (дата обращения 27.05.2015).
17. **Shapovalov K. A.** Medical and Social Aspects of Occupational Traumatism of Floating Crew on Water Transport Ships in Alcoholic Intoxication // 2nd Asian Clinical Congress. 3-5.04.2014. Kyoto: Abstracts. URL: <http://www.jccmed.com/2014acc> (дата обращения 27.04.2015).
18. **Shapovalov K. A.** Professional Traumatism of Floating Crew of Transport, Fishing and River Fleets of the Northern Watershed. Abstracts // The 2nd International conference "Oceanography—2014", 21st—23rd of July, 2014. Vegas, Nevada, USA. URL: <http://www.omicsgroup.com/conferences/oceanography-2014/> (дата обращения 27.04.2015).

К. А. Shapovalov, Professor, Head of Department, e-mail: stampdu@rambler.ru, Republican medical information-analytical center, Syktyvkar,

L. A. Shapovalova, Doctor, Advisory-diagnostic center of Republic Komi, Syktyvkar

Basics of Didactics of Theme "Closed Damages" of Training Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Traumas Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Life Safety" for Humanitarian and Technical Universities

For preparation of the population for rendering of the first (pre-medical emergency) assistance in the conditions of emergency situations algorithms of modern didactics of an educational theme "Closed damages: Bruises. Sprains. Torn Ligaments. Dislocations. Traumatic Toxicosis. Position Syndrome. Asphyxia. Drowning". Following educational questions are allocated: 1) Definition of closed and open injuries. Classification of external damaging factors; 2) Bruises. Definition. Signs. The first (pre-medical emergency) assistance; 3) Sprains and torn ligaments. Definition. Signs. The first (pre-medical emergency) assistance; 4) Dislocations. Definition. Signs. The first (pre-medical emergency) assistance; 5) Traumatic toxicosis. Definition. Periods and shapes. The first (pre-medical emergency) assistance. Position syndrome; 6) Asphyxia. Definition. Reasons. Signs. The first (pre-medical emergency) assistance; 7) Drowning. Definition. Signs. The first (pre-medical emergency) assistance depending on the availability of consciousness, heart and spontaneous breathing and drowning in the river or sea water.

Keywords: bruises, sprains and torn ligaments, dislocations, traumatic toxicosis, syndrome positional, asphyxia, drowning, first (pre-medical emergency) assistance, didactics

References

1. **Shapovalov K. A.** Organizaciya travmatologicheskoy pomoshchi plavayushchemu sostavu severnogo bassejna: monografiya. Arhangel'sk: Arhangel'skij gosudarstvennyj medicinskij institut, 1993. 274 p. (Rukopis' deponirovana v GCMB, № D-23691 ot 23.09.1993).
2. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Zakrytye povrezhdeniya. Ushiby. Rastyazheniya i razryvy svyazok. Vyvihi. Travmaticheskij toksikoz. Pozicionnyj sindrom. Asfiksiya. Utoplenie: lekciya. Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 1995. 4 p.
3. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Vidy zakrytyh povrezhdenij. Ushiby. Rastyazheniya i razryvy svyazok. Vyvihi. Travmaticheskij toksikoz. Pozicionnyj sindrom. Asfiksiya. Utoplenie: lekciya. Syktyvkar: Komi respublikanskij institut razvitiya obrazovaniya, 2015. 14 p.
4. **Shapovalov K. A.** Contingent of industrial workers: features of a traumatism of floating structure and complex actions for its prevention. Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. 21 p.
5. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Podgotovka naseleniya k okazaniyu samo-, vzaimo- i pervoj medicinskoj pomoshchi pri zakrytyh povrezhdeniyah, perelomah i travmaticheskom shoke v usloviyah chrezvychajnyh situacij. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2007. No. 1—2. P. 103—112.
6. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Health of the nation and the use of toxic and narcotic substances. The complex approach to modern didactics. Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. 35 p.
7. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency Medicine. Education of the civilian population to provide a self-, interaction-module and first aid for closed injuries, fractures and traumatic shock-relativistic. Geneva: World Health Organization (Pubrights, Oct 11), 2007. 16 p.
8. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Bezopasnost' i zashchita naseleniya v chrezvychajnyh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaya medicinskaya pomoshch' pri travmah i neschastnyh



- sluchayah: uchebnoe posobie. 4-e izd., pererab. i dopoln. Syktyvkar: KRAGSiU, 2004. 188 p.
9. **Shapovalov K. A.** Injuries of floating crew of Northern water pool in a state of alcohol intoxication. *International Maritime Health*. 2013. V. 64. No. 1. P. 41—50.
 10. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency treatment for injuries of floating crew on ships of northern pool. *18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013*. Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8627. URL: <https://www.xcdsystem.com/WCDEM13/abstract/abstract.cfm?CFID=8064765&CFTOKEN=67796645&jsessionid=d4308c48908ce4805e5b176c5234336a7e43> (data accessed 27.04.2015).
 11. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Alcohol and injuries: causes and consequences. *OA Alcohol (an OA Publishing London Journal)*. 2013. Jun 01. No. 1 (1). P. 10.
 12. **Shapovalov K. A.** Injuries of the floating crew of the fishing fleet. *People and the Sea. VII: "Maritime Futures": International Conference. 26-28th of June 2013*. Amsterdam: Abstracts. URL: http://www.marecentre.nl/people_and_the_sea_7/documents/MARE_Programme_Book.pdf, p. 116 (data accessed 27.04.2015).
 13. **Shapovalov K. A.** Traumatism of floating crew of the river fleet. *OA Alcohol (an OA Publishing London Journal)*. 2013. Jul 01. No. 1 (2). 12 p.
 14. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** The Author's Program of Subject "First Aid for Traumas in Accidents and Natural Disasters" for Non-medical Faculties of Humanities and Technical Universities. *19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa*. Abstracts No. 634. URL: <http://abstracts.webges.com/wcdem2015> (data accessed 27.04.2015).
 15. **Karas' A. O.** Pervaya pomoshch' pri razlichnyh vidah asfiksii. URL: <http://intmedical.ru/publications/2-ya-gkb/pervaya-pomoshh-pri-razlichnyix-vidax-asfiksii.html> (data accessed 27.04.2015).
 16. **Asfiksija i utopenie: pervaja pomoshh.** URL: <http://www.web-ohrannik.ru/pervajapomoch/asfiksiya-i-utopenie-pervaya-pomoshh.htm> (data accessed 27.04.2015).
 17. **Shapovalov K. A.** Medical and Social Aspects of Occupational Traumatism of Floating Crew on Water Transport Ships in Alcoholic Intoxication. *2nd Asian Clinical Congress. 3-5.04.2014. Kyoto*. Abstracts. URL: <http://www.jccmed.com/2014acc> (data accessed 27.05.2015).
 18. **Shapovalov K. A.** Professional Traumatism of Floating Crew of Transport, Fishing and River Fleets of the Northern Watershed. Abstracts. *The 2nd International conference "Oceanography—2014", 21st—23rd of July, 2014. Vegas, Nevada, USA*. URL: <http://www.omicsgroup.com/conferences/oceanography-2014/> (data accessed 27.04.2015).

Информация

XVI Международный форум ЭКОЛОГИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА 6—8 апреля 2016 г.

Санкт-Петербург, Конгрессно-выставочный центр ЭКСПОФОРУМ, Павильон Н

Тематические разделы форума:

Управление отходами: технологии и оборудование; Рациональное водопользование, очистка сточных вод, водоподготовка, водоотведение, водоснабжение; Экологическая реабилитация территорий и водных объектов; Экологический мониторинг; Информационное обеспечение природоохранной деятельности; Экологические технологии в строительстве; Аллея "Зеленых технологий"

Контакты: www.ecology.expoforum.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

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

Сдано в набор 02.12.15. Подписано в печать 20.01.16. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ216. 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