



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

3(135)
2012

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ГРИГОРЬЕВ С. Н.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
КОТЕЛЬНИКОВ В. С.
ПАВЛИХИН Г. П.
СОКОЛОВ Э. М.
СОРОКИН Ю. Г.
ТЕТЕРИН И. М.
ТИШКОВ К. Н.
УШАКОВ И. Б.
ФЕДОРОВ М. П.
ЧЕРЕШНЕВ В. А.
АНТОНОВ Б. И.
(директор издательства)

Главный редактор
РУСАК О. Н.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь
ПРОНИН И. С.

Редакционная коллегия:

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

- Хусаинова Р. Г. Вклад М. В. Ломоносова в развитие охраны труда в России 2
Отений Я. Н., Выходец В. И., Выходец С. В. Прогнозирование уровня звука на рабочем
месте металлорежущих станков 4
Тушин А. М. Перспективы гармонизации российских и мировых стандартов оценки
профессиональных рисков. 7

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дудников Ю. В., Гумеров А. Г., Азметов Х. А. Обеспечение безопасности подземных
трубопроводов на участках действия наземной нагрузки 13
Старжинский В. Н., Гагарин Д. Р. Акустическая эффективность встроенных
звукоизолирующих кожухов продольно-фрезерных деревообрабатывающих станков. 17

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Орлова Ю. А. Информационное обеспечение автоматизированных биогазовых станций 24

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дубровская О. Г., Евстигнеев В. В., Кулагин В. А. Проблемы биообращения в оборотных
системах замкнутых циклов водопользования и пути их решения. 26
Мещеряков С. В., Песцов К. К., Шмаль Г. И., Иванова Е. А. О необходимости
комплексного подхода к переработке нефтяных отходов 31
Свергузова Ж. А., Ельников Д. А., Свергузова С. В. Очистка сточных вод от красителей
"Оранжевый R" и "Метиленовый голубой" отходом сахарного производства. 34

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Архипов Д. В. Влияние мелкодисперсных ледовых осколков на поверхности морских
акваторий на пространственные изменения нефтяного slicka. 37

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Брынько Ю. В., Симанкин А. Ф. К вопросу об очистке от стронция стабильного
подземных жестких вод Тульского региона. 39
Потемкин В. Л., Потемкина Т. Г. Атмосферный перенос примесей: экологический аспект
(на примере Байкальского региона) 43
Магай М. П., Ташпулатова Г. А. Безопасность труда на некоторых радиотехнических
объектах республики Узбекистан 46
Латипова Т. Х., Баситханова Э. Э., Олимов Ф. Т., Очилов Г. А., Байимбетов Г. Д.
Производственный травматизм в условиях города Ташкента 48

ИНФОРМАЦИЯ

- Навстречу "зеленой" экономике: путь к устойчивому развитию и искоренению бедности 49
Уроки Олимпиады 2011 года по техноферной безопасности 52
Съезд экологов России (Москва. 15—16 ноября 2011 г.) 53
Первый форум по экологической безопасности и геронтологии (КНР. 15—18 ноября 2011 г.). 55

Приложение. Медицинская экология. Медицина безопасности жизнедеятельности

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

УДК 37(091)

Р. Г. Хусаинова, асп., Санкт-Петербургский государственный горный университет
E-mail: rghusainova@mail.ru

Вклад М. В. Ломоносова в развитие охраны труда в России



*"Соединяя необыкновенную силу воли
с необыкновенною силою понятия,
Ломоносов обнял все отрасли просвещения.
Жажда науки была сильнейшею страстию
сей души, исполненной страстей.
Историк, ритор, механик, химик,
минералог, художник и стихотворец,
он все испытал и все проник"*

А. С. Пушкин

В статье рассматривается вклад великого отечественного ученого — М. В. Ломоносова в развитие охраны труда в России, особенно подчеркивается новизна его подходов и решений различных проблем, теоретических и практических, по сравнению с предшественниками, что характеризует его как русского энциклопедиста и новатора XVIII века.

Ключевые слова: М. В. Ломоносов, развитие охраны труда, горная промышленность

Khusainova R. G. The contribution of M. V. Lomonosov to the development of occupational safety in Russia

This article is devoted the contribution of the great domestic scientist — M. V. Lomonosov in the development of occupational safety in Russia. Especially, the novelty of his approaches and solutions to various problems as theoretical and practical is emphasized in comparison with predecessors. It characterizes him as a Russian person of encyclopaedic knowledge and the innovator of the XVIII century.

Keywords: M. V. Lomonosov, the development of occupational safety, mining industry

История развития охраны труда неразрывно связана с именем великого ученого-энциклопедиста М. В. Ломоносова. Будучи сыном простого крестьянина, он сумел добиться всемирного признания и по сей день неоспоримо считается отцом российской науки [1].

М. В. Ломоносов — один из первых, кто начинает рассматривать вопросы безопасности труда "горных

людей" (горняков). В своем первом трактате "Первые основания горной науки, или Горная Книжица", переименованном впоследствии в "Первые основания металлургии или рудных дел" Ломоносов большое внимание уделяет вопросам гигиены и безопасности труда, организации труда и отдыха, надежности крепления, обеспечения рабочей одеждой и др.

Изданный в 1763 г. тиражом в 1225 экземпляров (что огромно для той эпохи) трактат привлек к себе повышенное внимание специалистов в области горного дела, рассматривающих его как практическое руководство. Некоторые разделы его сочинения изложены (и даже озаглавлены) буквально в таких терминах, как "осторожность горных людей", "надежды рудокопов", "надежды от положения жил" и т. д., что подчеркивает заинтересованность ученого к проблемам безопасного труда [2].

Создавая свое произведение в тот жесткий феодальный период, Ломоносов выступил инициатором внедрения "техники" охраны труда. В разделе "Рудокопные инструменты" он описал "платья" горняков, выдвинув как неперемное условие следующую мысль: одежда рабочего должна соответствовать условиям труда. Он писал о том, какими должны быть рукава, чтобы "мокрота и грязь не проходила", о необходимости таких головных уборов, чтобы "земля и грязь в волосы не вбивалась".

Описывая устройства шахт, Ломоносов считал необходимым принять меры, чтобы люди не могли "упасть в толь глубокую яму", чтобы рабочие имели защищенное от непогоды место, где могли бы отдохнуть при выходе из устья шахты. Изучая устройство лестниц в шахтах, он настаивал на выполнении у вер-

хнего конца каждой лестницы *"маленьких лавочек, чтобы работник выходящей отдохнуть мог"*.

Помимо основного текста монографии объемом 223 страницы, к работе были сделаны два прибавления общим объемом 193 страницы, которые можно рассматривать и как дополнение к основному тексту, и как самостоятельные оригинальные труды.

В первом приложении *"О вольном движении воздуха"* рассматриваются вопросы возникновения естественной тяги в рудниках. Ломоносов обосновывает это явление разностью удельных весов воздуха в соединяющих между собой шахтных стволах, приводя для объяснения вскрытие месторождений штольной и шурфом. Впоследствии великий ученый отмечает, что это явление описано в курсе горного искусства автора XVI века Георгия Агриколы, однако первое научное объяснение естественной тяги "согласно с аэрометрическими и гидростатическими основаниями" было дано, несомненно, М. В. Ломоносовым [3].

Ломоносов писал, что *"первейшая причина "болезней" есть воздух. Ибо искусство показывает довольно, что при влажной к дождю склонной и туманной погоде тело тяжело и дряхло бывает, от безмерно студеной нервы очень вредятся; и иные сим подобные неспособности случаются. Потом едение и питание, которое немочи причиною быть может, ежели кто оного чрез меру примет..."*. Роли воздуха в происхождении болезней Ломоносов касался неоднократно. Он указывал на присутствие в рудниках удушливых и воспламеняющих газов, а также на вредность пыли, вызывающей заболевания рабочих.

Для облегчения труда работников Ломоносов считал необходимым создать искусственную вентиляцию, ученый трудился над созданием различных приспособлений для безопасного труда. Рассказывая об известных в то время установках, применявшихся для вентиляции рудников, Ломоносов писал: *"В сем случае бесполезною почитаю машину, о которой славной французский физик и математик Мариот упоминает, хотя оной я нигде при горных местах в употреблении не видал, ни в металлургических книгах описанной"* [4].

Несомненно, азы горного дела ученый постиг во время пятилетнего обучения в Германии. Но ведь там Ломоносов лишь видел разные установки для добычи и переработки руд, печи для выплавки металлов, т. е. мог посмотреть то, что показывают во время экскурсий на промышленные предприятия. Он не привез оттуда ни чертежей, ни расчетов конструкций различных промышленных устройств. Все это ему приходилось создавать самому. "Он и есть наш институт!" — говорил о гении Ломоносове великий русский поэт А. С. Пушкин.

Великий ученый создал за два столетия до наших дней теорию движения газов в рудниках и пламенных печах как одно из звеньев системы мер, необходимых для того, чтобы удалять из подземных глубин газы и пыль, "человеческому здравью вредительные".

Описание области труда, даваемое Ломоносовым, оказывается подчас изумительно скрупулезным и

многоохватным. Он принимает в расчет и внутреннюю — психологическую сторону труда, и внешние средства, инструменты, производственные условия. Складывается впечатление, что он читал современные нам работы по эргономике. Поучительно, что причину необходимости работ по улучшению условий труда Ломоносов усматривает в первую очередь не в выгоде, а в заботе о здоровье и безопасности людей. Предлагая учитывать закономерности "вольного движения воздуха в рудниках", Ломоносов замечает, что расположение шахт и штолен *"по выше показанным правилам"* приведет к тому, что *"работникам легче и хозяевам убыточнее"*. — Выгода на втором месте по отношению к мысли о работнике.

Зная практический мир труда как немногие из его современников, Михаил Ломоносов проследил и многие его законы так же, как испытывал он основы физики и химии, горного и стекольного дела, грамматики и стихосложения. Отнюдь не забывал отец российской науки и о том, что в наши дни принято обозначать "человеческим фактором". Это тем более ценно, что писалось все это в условиях сословно-классового общества.

Уже из приведенных выше высказываний Ломоносова ясно, что он четко выделял психологическую — субъективную — сторону труда. Перечислим те особенности психологии труда, о которых сказано в работах Ломоносова. Во-первых, труд невозможен без смысла, мотивации, стимулирования. Проектируя крупное предприятие (например, освоение "Сибирского океана" или "исправление" Санкт-Петербургской Императорской Академии Наук), Ломоносов детально разрабатывает систему стимулирования занятых соответствующими делами людей, в частности, способов их *"ободрения"*, *"утешения"* и т. д.

В научных сочинениях, публичных выступлениях, заметках, "мнениях" и разработках Ломоносов неизменно ярко рисует ценностные представления, которые как бы призваны задать мотивационную основу той или иной полезной деятельности. В результате возникает целая система "смыслов" труда. Это и "умножение счастья человеческого рода", и "слава и польза ("вечное удовольствие") отечества", и преодоление тягостных состояний (*"умаление скуки"*), "облегчение работ", "отвращение препятствий", в том числе благодаря использованию приспособлений, *"махин"*, удобство и безопасность труда, экономическая выгода, удовольствие ("увеселение") от нахождения истины, страсть *"насыщать свой дух приятностью самого дела"* и многое другое.

Условия и средства труда нельзя создавать, не учитывая особенности психологии людей. Требования человека к профессии отличаются в работах Ломоносова весьма тонкой нюансировкой в зависимости от специфики деятельности. Вот как обнаруживается указанное обстоятельство, например, в проектах, связанных с освоением Северного морского пути. Ломоносов пишет: *"Приготовляясь к сему важному предприятию, должно рассуждать четыре главные вещи"*



особливо: 1) суда, 2) людей, 3) запас, 4) инструменты". Что касается людей, то читаем, в частности следующее: "Правление сего мореплавания поручить офицеру от флота искусному, бывалому, особливо в Северном море, у которого есть осторожная смелость и благородное честолюбие".

Затем указано, какими знаниями и каким специфическим опытом должны располагать разные участники похода: "...на всяком судне по два или три человека, знающих брать астрономические наблюдения для длины и ширины, в чем их свидетельствовать в Морском кадетском корпусе и в Академии наук", "...взять на каждое судно около десяти человек лучших торосовщиков из города Архангельского, с Мезени и из других мест поморских, которые для ловли тюленей на торос ходят, употребляя помянутые торосовые карбаски или лодки по воде греблю, а по льду тягою, а особливо которые бывали в зимовьях и в заносах и привыкли терпеть стужу и нужду. Притом и таких иметь, которые мастера ходить на лыжах, бывали на Новой Земле и лавливали зимою белых медведей" (так сказать, "тест" на пригодность к предстоящей работе). Далее Ломоносов говорит о необходимости знания некоторыми членами экспедиции языков местных народов, особенно чукотского, и добавляет: "При сем всем смотреть сколько можно, чтобы выбирать людей,

которые бы мало причины имели назад оглядываться и попечение иметь об оставшихся домашних" [3].

Круг интересов М. В. Ломоносова не ограничивается только горной наукой и ее техническими приложениями. Он настолько широк, что можно считать — с уходом Ломоносова закончилась эпоха ученых-энциклопедистов. На основе ключевых идей, предложенных великим ученым по вопросам безопасности труда, составлена и действует наша нормативная система охраны труда.

И в заключение хотелось бы привести высказывание — призыв самого Михаила Васильевича: "Сами свой разум употребляйте. Меня за Аристотеля, Картезия, Невтона не почитайте. Если же вы мне их имя дадите, то знайте, что вы холопы; а моя слава падет и с вашею".

Список литературы

1. **Дягилев Ф. М.** М. В. Ломоносов — Великий сын России. Из истории физики и жизни ее творцов. — М.: Просвещение, 1996. — С. 255.
2. **Гаврилова Л. М., Афанасьев В. Г., Севастьянов Ф. Л.** Развитие горного дела в эпоху Екатерины II. — СПб.: Галарт, 2000. — С. 165.
3. **Мустель П. И.** История развития охраны труда в горном деле России. Учебное пособие. — Ленинград: изд. ЛГИ, 1974. — С. 106.
4. **Загорский Ф. Н.** Краткие очерки из истории техники безопасности в России. Т. 1. — Л.: ЛИОТ, 1955. — С. 63.

УДК 628.517.2

Я. Н. Отений, д-р техн. наук, зав. кафедрой, **В. И. Выходец**, канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (филиал) Камышинский технологический институт, **С. В. Выходец**, инж., ЗАО "Камышинский стеклотарный завод" E-mail: v.i.v@inbox.ru

Прогнозирование уровня звука на рабочем месте металлорежущих станков

Рассмотрен метод прогнозирования эквивалентного уровня звука на рабочем месте металлорежущих станков. Приведен пример его использования. Применение данного метода позволяет определить необходимость мероприятий защиты от шума, если известен технологический процесс изготовления детали.

Ключевые слова: прогнозирование, эквивалентный уровень звука, металлорежущий станок, технологический процесс изготовления детали

Oteny J. N., Vykhodets V. I., Vykhodets S. V. Prognostication of level of noise on work-place of machine-tools

The method of prognostication of equal of level of noise on work-place of machine-tools is suggested. The

example of given method allow to define the necessity of arrangement of defense from noise, if technological process of manufacture of the detail is known.

Keywords: prognostication, equal of level of noise, machine-tool, technological process of manufacture of the detail

Прогнозирование уровня звука, воздействующего на оператора металлорежущего станка, имеет большое значение, так как это связано с вредным влиянием шума на здоровье людей. Практически шум промышленного оборудования контролируют различными шумомерами и в случае превышения санитарных норм применяются противозумные мероприятия. Если же в технических условиях на тот

или иной механизм указано, что уровни звукового давления и эквивалентный уровень звука ниже регламентируемых норм, то шум, как правило, не контролируют. Металлорежущие станки относятся к оборудованию, у которого величина шума, воздействующего на оператора, близка к нормируемому пределу и в течение смены может превысить его, а может и нет. Прогнозирование уровня звука позволяет предотвратить получение оператором станка дозы шума, превышающей норму.

Как правило, в цехе машиностроительного предприятия совместно со станками располагается и другое разнообразное оборудование. Учесть все источники, которые вносят вклад в общий шум на рабочем месте оператора станка, заранее практически невозможно, так как время действия многих из них составляет случайную величину. Но основную долю вносит тот станок, который обслуживает оператор, плюс рядом стоящие станки. Поэтому один из вариантов прогноза — рассчитать в начале смены время работы станков исходя из производственного задания. Далее по значениям шумовых характеристик, приведенных в технических условиях на станки, можно оценить эквивалентный уровень звука, воздействующего на оператора за смену.

Приведенная методика оценки эквивалентного уровня звука дает приблизительные результаты, так как при обработке разных деталей шум, излучаемый станком, разный, что не учитывается в технических условиях на станок. Разница связана с тем, что уровень звука металлорежущих станков определяется режимами резания, которые меняются от детали к детали, и динамическими характеристиками упругой системы, в которую также входит обрабатываемая деталь и инструмент. При резании уровень звука возрастает на 2...3 дБА из-за увеличения нагрузки на приводы главного и вспомогательного движений и уровней колебаний упругой системы [1]. На фрезерных станках [2], технологические нагрузки которых изменяются в широких пределах, соответствующие изменения уровней звукового давления и уровней звука достигает 20 дБ (на одном и том же станке) при различных режимах обработки. По данным того же источника при неизменных значениях скорости резания, подачи и глубине резания уровни шума при фрезеровании чугуна на 2...3 дБ ниже (в интервале частот 1000...8000 Гц), чем при обработке стали.

Для более точного прогноза шума, воздействующего на оператора за смену, предлагается оценивать эквивалентный уровень звука конкретного станка при обработке конкретной детали. Это можно выполнить следующим образом.

В число основных этапов разработки технологических процессов изготовления деталей [4] обязательно входят этапы — разработка технологических операций с выбором режимов резания и нормирование технологического процесса. При нормировании труда технолог рассчитывает для каждой детали штучное и подготовительно-заключительное время. Штучное время является суммой основного, вспо-

могательного, времени обслуживания рабочего места и отдыха. Основное время образуется из времени рабочих ходов при обработке заготовки и зависит от длины обрабатываемых поверхностей, частоты вращения шпинделя n , подачи s , глубины резания t , времени врезания и перебега инструмента. Во время вспомогательных перемещений заготовка не обрабатывается, но станок включен и некоторые его исполнительные механизмы перемещаются.

Так как во время отдельного рабочего или вспомогательного хода все факторы, влияющие на уровень звука станка, остаются неизменными, неизменны и уровни звука. Определять эти уровни звука каждый раз при смене детали или партии деталей на станке не обязательно. Легче один раз провести аттестацию станка, исследовав его шум при разных n , s , t и материале заготовки, сформировав, таким образом, базу данных для каждого станка. Как правило, существуют функциональные зависимости между уровнями звука и режимами резания. Их можно использовать совместно с последовательностью рабочих и вспомогательных ходов при обработке конкретной детали. Но, в общем случае, можно использовать и таблицы без функциональных зависимостей.

После этого для каждой детали берем рассчитанные технологической службой периоды времени рабочих и вспомогательных ходов с указанием частоты вращения шпинделя, подачи и глубины резания, а также времени обслуживания рабочего места и времени на отдых и личные надобности. Каждый из упомянутых периодов времени назовем базисным периодом и присвоим им порядковые номера $i = 1...n$. Далее находим эквивалентный уровень звука, воздействующий на оператора в течение штучного времени при изготовлении одной детали, по формуле

$$L_{\text{экв.шт}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n f_i 10^{0,1 L_i} \right), \quad (1)$$

где $f_i = (T_i / T_{\text{шт}})$ — доля i -го базисного периода в штучное время работы оператора за станком при изготовлении одной детали; T_i — i -й базисный период, мин; $T_{\text{шт}}$ — штучное время, мин; L_i — средний уровень звука в i -м базисном периоде, дБА.

Эквивалентный уровень звука за время T , затрачиваемое на изготовление одной детали, определяем по следующей формуле

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left(\frac{T_{\text{шт}}}{T} 10^{0,1 L_{\text{экв.шт}}} + \frac{T_{\text{пз}}}{NT} 10^{0,1 L_{\text{экв.пз}}} \right), \quad (2)$$

где $L_{\text{экв.пз}}$ — эквивалентный уровень звука, воздействующий на оператора в течение подготовительно-заключительного времени, дБА; $T_{\text{пз}}$ — подготовительно-заключительное время; N — количество одинаковых деталей, которые планируется изготовить за смену.

Шум в подготовительно-заключительное время создается оборудованием, работающим в этом же цехе, что и рассматриваемый станок. Его величина



Действия оператора станка при выполнении задания	Глубина резания, мм	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Подача, мм/мин	Время <i>i</i> -го действия оператора <i>T</i> , мин	Уровень звука, воздействующий на оператора, <i>L</i> при выполнении <i>i</i> -го действия оператора, дБА
Установка заготовки	0	0	0	$T_1 = 0,16$	$L_1 = 70$
Установка по лимбу	0	0	0	$T_2 = 0,16$	$L_2 = 70$
Переход 2	2	1200	384	$T_3 = 0,14$	$L_3 = 89$
Установка по лимбу	0	1200	0	$T_4 = 0,14$	$L_4 = 87$
Переход 3	2	1200	384	$T_5 = 0,11$	$L_5 = 89$
Установка по лимбу	0	315	0	$T_6 = 0,14$	$L_6 = 82$
Переход 4	3	315	25,6	$T_7 = 0,78$	$L_7 = 85$
Обслуживание рабочего места	0	0	0	$T_8 = 0,07$	$L_8 = 70$
Отдых и личные надобности	0	0	0	$T_9 = 0,065$	$L_9 = 67$
Подготовка к работе и окончание работы	0	0	0	$T_{пз} = 0,3$	$L_{экр.пз} = 70$

является случайной и требует отдельных исследований на каждом конкретном производстве. В случаях, если $L_{экр.пз} < 70$ дБА им можно пренебречь.

К величине уровня звука, рассчитанного по формуле (2), необходимо добавить величину звука уровня, излучаемого соседними металлорежущими станками, определяемую по аналогичной методике и уменьшающуюся в зависимости от расстояния. Лучшее величину снижения определить экспериментально. Таким образом, прогнозируемый эквивалентный уровень звука $L_{пр}$ на рабочем месте металлорежущего станка можно определить следующим образом:

$$L_{пр} = 10 \lg \left(10^{0,1 L_{экр}} + \sum_{i=1}^k 10^{0,1 L_{экр i}} \right), \quad (3)$$

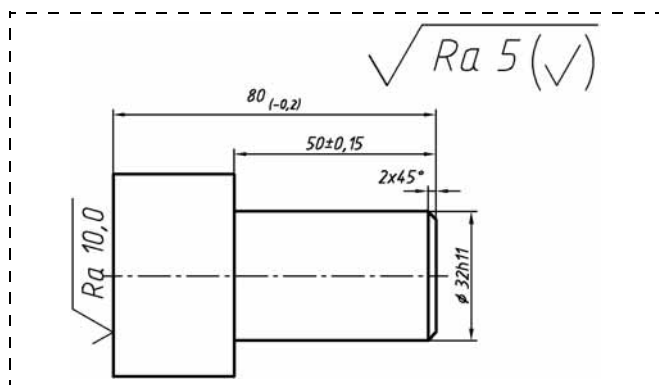
где k — число соседних станков, величина излучаемого шума от которых на рабочем месте прогнозируемого станка составляет не менее 70 дБА; $L_{экр i}$ — эквивалентный уровень звука i -го соседнего станка, дБА.

Рассмотрим данную методику прогнозирования на простом примере обработки детали с рассчитанными нормами времени токарной операции [3].

На токарном станке производят обтачивание оси (см. рисунок). Материал детали — сталь 50, заготовка — прокат калиброванный диаметром 36 мм, $\sigma_B = 700$ МПа. Количество деталей, изготавливаемых за одну смену, $N = 200$ шт.

Содержание операции:

1) подать пруток до упора и закрепить;



Эскиз оси

2) точить диаметр в размер 32h11 на длину 50 мм;

3) точить фаску 2×45 ;

4) отрезать деталь от прутка в размер 80 мм.

Станок 1К62. Резец проходной упорный 12×20 мм; $\phi = 90^\circ$, $\phi_1 = 15^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $r = 1$ мм; материал пластины — твердый сплав Т15К6; резец проходной 12×20 мм; $\phi = 45^\circ$; материал пластины — твердый сплав Т15К6; резец отрезной 12×20 мм, ширина режущей кромки $B = 3$ мм; материал режущей части — сталь Р6М5. Рядом расположен станок, эквивалентный уровень звука от которого на рабочем месте расчетного станка составляет 72 дБА.

Значения рассчитанных параметров режимов резания, нормирования и шума, воздействующего на оператора станка, представлены в таблице. Значения уровня звука от станка измерены авторами на рабочем месте оператора.

Из данных таблицы определяем: общее время на изготовление детали $T = 2,065$ мин, штучное время $T_{шт} = 1,765$ мин, подготовительно-заключительное время на одну деталь $T_{пз} = 0,3$ мин.

По формулам (1, 2, 3) получаем с точностью ± 1 дБА: $L_{экр.шт} = 85$ дБА, $L_{Аэкр} = 84$ дБА, $L_{пр} = 84$ дБА. Таким образом, в данном случае эквивалентный уровень звука, воздействующий на оператора металлорежущего станка в течение смены, не превышает допустимую норму для постоянных рабочих мест в производственных помещениях, равную 85 дБА. Но, в то же время, уровень звука граничит с допустимым и более 80 дБА — базового уровня с нулевым риском потери слуха [1]. Поэтому желательно рекомендовать рабочему использовать индивидуальные средства защиты от шума.

Список литературы

1. **Борьба** с шумом на производстве: Справочник / Е. Я. Юдин, Л. А. Борисов, И. В. Горенштейн и др.; Под общ. ред. Е. Я. Юдина — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.
2. **Месхи Б. Ч., Чукарин А. Н.** Виброакустические характеристики широкоуниверсальных станков // Известия вузов. Машиностроение. — 2004. — № 3. — С. 45—51.
3. **Техническое** нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие, Компьютерная версия. / И. М. Морозов, И. И. Гузев, С. А. Фадюшин. — Челябинск: изд., ЮУрГУ, 2003. — 65 с.
4. **Р 50-54-93—88.** Рекомендации. Классификация, разработка и применение технологических процессов.

УДК 613.6;614.8

А. М. Тушин, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., Уральский межрегиональный филиал ФГБУ "ВНИИ охраны и экономики труда" Минздравсоцразвития России, г. Екатеринбург
E-mail: atoushin@gmail.com

Перспективы гармонизации российских и мировых стандартов оценки профессиональных рисков

На примере предложенной процедуры идентификации и оценки профессиональных рисков показано, что гармонизация Российских и международных стандартов обеспечивает техническую прогрессивность и более глубокое понимание существа процесса управления рисками в сфере здоровья и безопасности.

Ключевые слова: охрана труда, оценка рисков, процедура, международные стандарты, гармонизация

Tushin A. M. *Prospects for the harmonization of Russian and international standards for Health and Safety risks assessment*

On the example of the proposed procedure for the identification and assessment of occupational risks it is shown that the harmonization of Russian and international standards, provides technical progressiveness and a deeper understanding of the process of risk management in the field of health and safety.

Keywords: occupational safety and health, procedure, risks assessment, international standards, harmonization

Между государствами — членами Европейского Союза, а также на международном уровне существует консенсус, что достойный труд является одним из факторов развития и что его реализация требует устойчивой, последовательной и комплексной политики и активного участия социальных партнеров и широких слоев гражданского общества. Продвижение достойного труда в равной степени одобрено и в странах с развивающейся экономикой, а также международными и многосторонними организациями.

Международная организация труда (МОТ) в своей основной Декларации о социальной справедливости в целях объективной глобализации в июне 2008 г. призвала страны к постепенному увеличению охвата ратификацией документов, относящихся к каждому из четырех принципов достойного труда (занятости, прав в сфере труда, социального диалога и социальной защиты) [1]. В Декларации подчеркивается гло-

бальный и комплексный подход и признание, что названные цели "неразделимы, взаимосвязаны и дополняют друг друга", обеспечивая роль международных трудовых стандартов в качестве полезного средства достижения этих целей. Этот тезис дает четкий сигнал, что глобализация и политика обеспечения достойного труда требуют ратификации и применения мировых стандартов во всех странах мира.

Обращая внимание на социальное обеспечение, безопасность, охрану здоровья и условий труда, следует заметить, что не существует международного стандарта или единого стратегического подхода к этим вопросам, а в разных странах есть, скорее, запрос, чтобы усилия в этих областях политики сделать устойчивыми с учетом национальных условий.

Еще в 2006 г. Россия приступила к участию в Проекте сближения нормативной правовой базы по охране труда и безопасности Европейского Союза и Российской Федерации [2]. Общая цель Проекта заключалась в оказании содействия Министерству здравоохранения и социального развития Российской Федерации в сближении российской законодательства с законодательством Европейского Союза и других стран.

Согласно Проекту предусматривалось осуществление:

- анализа основных положений российского законодательства;
- сопоставления и разработки предложений по гармонизации;
- подготовки предложений по пересмотру законодательных актов;
- подготовки заключения о соответствии российского законодательства Директивам ЕС.

Целью компонента Проекта "Аттестация рабочих мест по условиям труда" являлось сближение законодательства и практики по аттестации рабочих мест в Российской Федерации с законодательством Европейского Союза и международными стандартами в области оценки рисков и управления рисками. Для достижения этой цели Проект предусматривал среди прочего:

- анализ оценки рисков и управления рисками в Европейском Союзе, эквивалентных аттестации рабочих мест в Российской Федерации;



— разработку рекомендаций по аттестации рабочих мест (АРМ) в части гармонизации с законодательством Европейского Союза.

Международными экспертами было рекомендовано "...определить процедуру оценки риска, как предварительный этап аттестации рабочих мест, выработать минимальные критерии оценки рисков".

Определение термина "гармонизация" применительно к стандартам содержится в ИСО/МЭК Руководстве 2:2004: "Гармонизированные стандарты (эквивалентные стандарты) — стандарты, относящиеся к одному и тому же объекту и утвержденные различными органами, занимающимися стандартизацией, которые обеспечивают взаимозаменяемость продукции, процессов и услуг и взаимное понимание результатов испытаний или информации, представляемой в соответствии с этими стандартами" [3].

Для того, чтобы управление рисками повреждения здоровья работников было эффективным, должна быть принята доступная и понятная всем участникам трудовых отношений система оценки профессиональных рисков.

Реализация системы управления охраной труда на основе анализа профессиональных рисков предусматривает подготовку ряда нормативных правовых актов, обеспечивающих создание и внедрение элементов новой системы управления профессиональными рисками.

Основная проблема при практической оценке профессионального риска — отсутствие единой методики, которая была бы доступна инженеру и давала реальный результат.

На уровне федерального законодательства в 2010—2011 гг.: приняты поправки в Трудовой кодекс РФ, вводящие понятия профессионального риска и управления профессиональными рисками [4]; ратифицирована Конвенция МОТ об основах, содействующих безопасности и гигиене труда (Конвенция № 187) [5]; введен в действие для добровольного применения национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.010—2009 [6].

В соответствии со статьей 3 Конвенции "Каждое государство-член содействует основополагающим принципам, таким как: оценка профессиональных рисков или опасностей; борьба с профессиональными рисками или опасностями в месте их возникновения; развитие национальной культуры профилактики в области безопасности и гигиены труда, которая включает информацию, консультации и подготовку" [5]. В пункте 6 Рекомендации [7] установлено, что государства — члены МОТ должны содействовать применению системного подхода к управлению вопросами охраны труда, изложенному в

Руководстве по системам управления охраной труда (МОТ-СУОТ-2001/ILO-OSH 2001) [8]. Введенный в действие в качестве национального стандарта РФ ГОСТ 12.0.230—2007 (идентичный ILO-OSH 2001) [9] позволяет использовать международный опыт обеспечения охраны труда в организациях России, а также реализовать положения Трудового кодекса РФ [4] и Конвенции МОТ № 187 [5] о применении документа ILO-OSH 2001 [8].

Руководство по системам управления охраной труда разработано Международной Организацией Труда в соответствии с общепризнанными международными принципами и формулирует обязанности и ответственность работодателя по обеспечению безопасности и охраны здоровья работников и установлению структур и процессов, которые оценивают и регулируют опасности и риски охраны труда. Руководство рекомендует разрабатывать национальные и специальные руководства, отражающие специфические условия и нужды организаций или групп организаций, учитывая в частности: размер организаций (крупные, средние и малые) и их инфраструктуру, а также типы опасностей и степень рисков.

Важность принятия стандартных форм и процедур и выбора общего критерия обеспечения соизмеримости информации, т. е. ее гармонизации, не может быть переоценена. Введенный в действие стандарт ГОСТ Р 12.0.010—2009 является первой попыткой разработки национального стандарта в области оценки профессиональных рисков [6]. В стандарте использована еще не устоявшаяся терминология, в частности, для самого понятия оценки рисков. Предложенные методики представляются чрезмерно усложненными и малопригодными для практики.

Для расчета показателя риска рекомендуется использовать методы многомерного статистического анализа и теории функций преобразования (отображения) показателей отклонения контролируемых параметров на пространство рисков. При построении функций рекомендуется учитывать состояние здоровья, заболеваемость, биологический возраст, смертность, "недожитие" и т. д., как все это учитывать не сообщается. Использование предлагаемой методики для повседневной оценки профессиональных рисков представляется проблематичным.

Методики экспертной оценки показателя риска, рекомендуемые к использованию в условиях недостатка статистических данных, описаны недостаточно, а ссылки на их источники отсутствуют. Кроме того, в названном стандарте предлагается суммировать показатели риска по различным опасностям на рабочем месте. Данная операция имеет, по мне-

нию автора, мало смысла, так как управление возможно лишь для рисков от конкретных опасностей, а не от их суммы. Стандарт не отвечает также и названному определению гармонизации.

Руководствуясь стратегией интеграции системы управления охраной труда со стандартами других систем менеджмента: ISO 9000 "Система менеджмента качества" и ISO 14000 "Стандарты для систем экологического менеджмента", целесообразным представляется дальнейшее развитие СУОТ на основе британских стандартов серии OHSAS 18000.

Стандарты BS OHSAS 18001:2007 и BS OHSAS 18002:2008 являются международными стандартами профессионального здоровья и безопасности и используются в 80 странах [10, 11]. Хотя эти стандарты и не были приняты в качестве стандартов ISO, на их основе были разработаны национальные стандарты для органов по сертификации в 43 странах.

Стандарты серии OHSAS 18000 разработаны для организаций всех типов и размеров и с применением в различных географических, культурных и социальных условиях.

Первый стандарт OHSAS 18001:2007, устанавливая требования к СУОТ, позволяет организациям управлять рисками и улучшать деятельность в сфере охраны труда. Второй стандарт OHSAS 18002 дает рекомендации по реализации OHSAS 18001. Документы OHSAS сопоставимы с Руководством ILO-OSH:2001. Наряду с общностью идеологии этих документов существуют и некоторые отличия в требованиях. Так, Руководство ILO-OSH в отличие от OHSAS 18001 не требует, чтобы корректирующие или превентивные действия были проанализированы с помощью процесса оценки рисков до их внедрения. В документах имеются также различия в трактовке терминов, относящихся к оценке рисков.

Стандарт BS OHSAS 18001:2007 определяет набор требований к поддающимся проверке (аудиту) системам управления охраной труда. Российские предприятия с участием иностранного капитала и представляющие свою продукцию на мировом рынке, сертифицируют организацию работ по охране труда чаще всего по стандарту BS OHSAS 18001:2007 [10].

Третий британский стандарт BS 18004:2008 дополняет требования, изложенные в стандартах BS OHSAS 18001:2007 и BS OHSAS 18002:2007 и содержит более подробную информацию о ключевых элементах эффективного достижения здоровья и безопасности на работе [12]. Он содержит руководство для построения системы управления охраной труда, которое может быть использовано как самостоятельный документ или в качестве части программы сертификации по BS OHSAS 18001:2007. Стандарт предусматривает возмож-

ность интеграции СУОТ в общую систему управления организацией и дополнительно содержит рекомендации по:

- интеграции системы менеджмента OHSAS 18001:2007 в систему менеджмента деловых рисков организации;
- постановке целей;
- оценке и управлению рисками, включая примеры категорий вреда и контрольный перечень опасностей;
- профессиональному здоровью (гигиене труда);
- участию работников;
- аварийной готовности и реагированию;
- расследованию инцидентов.

Многие организации находят преимущества от такого интеграционного подхода к созданию системы управления, в том числе управлению профессиональными рисками. Основные преимущества определяются как:

- сокращение конфликтов между различными системами управления;
- охрана труда становится неотъемлемой частью оперативных мероприятий организации;
- сокращение бюрократии;
- повышение эффективности аудита профессиональной безопасности, связанной с деятельностью организации.

В результате работы международной группы экспертов в 2009 г. принята серия новых стандартов ISO 31000 по менеджменту рисков. Стандарт ISO 31000:2009 и связанный с ним словарь по менеджменту рисков ISO Guide 73:2009 предлагают способ осмысления многочисленных противоречий и неясностей, которые существуют между различными подходами и определениями, относящимися к теме менеджмента рисков, в том числе к понятию оценки рисков [13, 14]. Другой стандарт этой серии — ISO/IEC 31010:2009 отражает современный передовой опыт в выборе и использовании методов оценки риска [15].

Место оценки рисков в процессе управления рисками

Безопасность рабочих и их здоровье защищены в Европе подходом, основанным на оценке и управлении риском. Процесс управления рисками следует начать с определения того, что необходимо достичь, и попытки понять внешние и внутренние факторы, которые могут влиять на успехи организации в достижении своих целей. Этот шаг называется "создание контекста" и является необходимым предварительным условием идентификации рисков. Создание контекста — это определение внешних и внутренних параметров, которые будут приниматься во внимание при управлении рисками,

а также установка пределов и критериев риска для политики управления рисками. Важная часть создания контекста заключается в определении причастных сторон и понимании, как привлечь их и учесть их цели при определении критериев риска. Анализ причастных сторон часто рассматривается как часть шага "взаимодействия и консультирования", деятельности, которая продолжается в течение всего процесса управления рисками. Контекст является одной из самых сложных областей.

В соответствии с ISO/IEC 31010:2009 оценка риска — попытка ответить на следующие фундаментальные вопросы [15]:

- какие события могут произойти и почему (по группам идентификации риска)?
- какова вероятность возникновения этих событий в будущем?
- каковы возможные последствия?
- существуют ли факторы, которые снижают вероятность риска или смягчают последствия риска?

Риски могут быть оценены на уровне организации, на уровне департаментов, проектов, отдельных видов деятельности или специфических рисков. В различных контекстах могут потребоваться различные инструменты и методы. Оценка риска обеспечивает понимание рисков, их причин, последствий и их вероятностей. Она вносит вклад в решения по следующим вопросам:

- должна ли осуществляться деятельность;
- как максимально использовать возможности;
- нуждаются ли риски в обработке;
- как сделать выбор между вариантами с различными рисками;
- какова приоритетность вариантов обработки рисков;
- как выбрать наиболее подходящую стратегию обработки рисков, которая снизит недопустимые риски до приемлемого уровня.

Место, которое занимает оценка рисков в общем процессе управления рисками, показано на рис. 1 [15].

После завершения оценки риска обработка заключается в выборе: 1) одного или нескольких подходящих вариантов для изменения вероятности

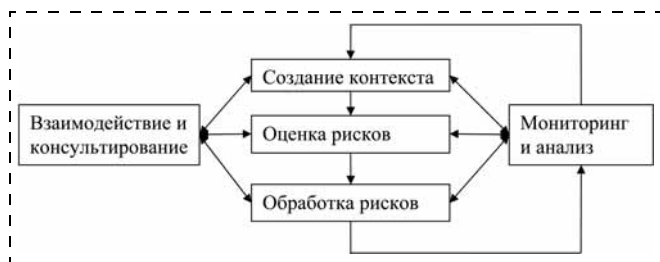


Рис. 1. Оценка рисков как компонент процесса управления рисками

возникновения или 2) последствий события, связанного с риском, или реализации обоих этих вариантов.

Это сопровождается циклическим процессом переоценки нового уровня риска с целью определения его допустимости на основе ранее установленных критериев с тем, чтобы решить, требуется ли дальнейшая обработка [10].

Основные термины

Приведем основные термины, относящиеся к оценке рисков, в соответствии со стандартом ISO 31000:2009 [13].

Риск — влияние неопределенности на цели.

Примечания:

1. Риск часто выражается через сочетание последствий события (в том числе изменений в обстоятельствах) и связанной с ними вероятности возникновения.

2. Неопределенность — это наличие даже частичного дефицита информации, связанной с пониманием или знаниями о событии, его последствиях или вероятности.

Оценка риска — общий процесс идентификации риска, анализа риска, критериев риска, оценивания риска.

Идентификация риска — процесс поиска, распознавания и описания риска.

Анализ риска — процесс понимания природы риска и определения уровня риска.

Критерии риска — правила, в отношении которых происходит оценивание риска.

Примечания:

1. Критерии риска основываются на целях организации, и внешнем и внутреннем контексте.

2. Критерии риска могут быть получены из стандартов, законов, политики и других требований.

Оценивание риска — процесс сопоставления результатов анализа риска с критериями риска для определения, является ли риск и/или его величина приемлемым или допустимым.

Примечание: Оценивание риска помогает при обработке риска.

Обработка риска — процесс изменения риска.

Примечания:

1. Обработка риска может включать в себя:

- уклонение от риска, приняв решение не начинать или не продолжать деятельность, которая приводит к риску;
- принятие или повышение риска для расширения возможностей;
- удаление источника риска;

- изменение вероятности риска;
- изменение последствий риска;
- обмен рисками с другой стороной или сторонами;
- сохранение (удержание) риска при обоснованном решении.

2. Обработка риска, в случае негативных последствий, называется "смягчение риска", "устранение риска", "предупреждение риска" и "уменьшение риска".

3. Обработка риска может создать новые риски или изменить существующие риски.

Применение алгоритма и понятийного аппарата, заложенного в стандарты серии ISO 31000 к методике оценки профессиональных рисков в соответствии со стандартами серии BS OHSAS 18000, позволяет исключить разноречивые трактовки основных понятий и процессов, касающихся оценки рисков, и применить к системе управления профессиональными рисками тот же подход, который применяется в организациях для других систем менеджмента.

В соответствии с этим составлен приведенный ниже алгоритм оценки профессиональных рисков. Алгоритм не заменяет методику и не отражает всех сопровождающих ее подробностей. Подробности представлены в соответствующих стандартах.

Алгоритм процедуры оценки рисков

Исходя из принятой терминологии, оценка рисков включает три основных шага:

- идентификация опасностей (рисков);
- анализ рисков каждой опасности — оценка тяжести последствий, вероятности вреда и определение уровня риска;
- оценивание рисков — принятие решения о его приемлемости или допустимости.

Для эффективной оценки профессиональных рисков, включая подготовительный этап, организациям необходимо:

- классифицировать рабочую деятельность: подготовить список видов рабочей деятельности, включив в него помещения с пристройками, оборудование, людей, мероприятия, и собрать информацию о них;
- идентифицировать опасности: идентифицировать все значительные опасности, связанные с каждым видом деятельности. Рассмотреть, кто может пострадать и как;
- определить риск: сделать субъективную оценку риска, связанного с каждой опасностью, предположив, что запланированные/существующие средства управления осуществлены. Эксперты должны также рассматривать эффективность средств управления и последствия их отказа;



Рис. 2. Процесс оценки рисков в соответствии с ISO 31000:2009 [13]

- оценить, адекватны ли запланированные/существующие меры предосторожности для удержания риска под контролем и соответствия требованиям закона.

Результаты оценки рисков должны быть документированы.

Схема описанного процесса оценки рисков [13] представлена на рис. 2.

Рекомендации по выбору метода оценки риска приведены в ISO/IEC 31010:2009 и BS 31100 [15, 16]. Каждый из методов подробно описан с учетом характера оценки и руководством их применимости для определенных ситуаций.

Определение критериев риска

Организация должна определить критерии, которые будут использоваться для оценивания значимости рисков. Критерии должны отражать ценности организации, ее цели и ресурсы. Некоторые критерии могут быть получены в виде законодательных и нормативных требований и других требований, которые организация обязалась выполнять. Критерии риска должны быть согласованы с политикой управления рисками организации, которая определена в начале любого процесса управления рисками, и постоянно пересматриваться. При определении критериев риска рассматриваемые факторы должны включать следующее:

- характер и виды причин и последствий, которые могут возникнуть, и способы их измерения;
- как будет определена вероятность риска;
- временные рамки вероятности и/или последствий риска;



- как следует определять уровень риска;
- мнения причастных сторон;
- уровень, при котором риск считается приемлемым или допустимым;
- должны ли быть приняты во внимание комбинации нескольких рисков и, если да, то как и какие комбинации должны быть рассмотрены.

Первыми критериями допустимости профессионального риска являются требования действующих нормативных правовых актов и стандартов. В случае если отсутствуют соответствующие правовые нормы и другие регламентирующие документы в конкретных областях, рекомендуется установить собственные критерии допустимости профессионального риска с учетом мнения экспертов по охране труда, собственного опыта и мнения сотрудников.

Оценка рисков

Все составляющие процесса оценки рисков, такие как идентификация рисков, анализ рисков и оценивание рисков, подробно описаны в стандарте BS 18004:2008 [12]. В этом стандарте дано практическое руководство по оценке профессиональных рисков с акцентом на менеджмент рисков.

Вышеописанный подход к оценке рисков является концептуальной моделью, которая пытается отразить озабоченность общества и получить лучшую "отдачу" от усилий по улучшению здоровья и безопасности и основания для большей последовательности в регулировании. Подход должен обеспечить, чтобы на практике риски контролировались до такой степени, при которой остаточный риск был снижен до допустимого диапазона так, чтобы обеспечить здоровье, безопасность и благосостояние, насколько это обоснованно и практически осуществимо.

Принятие рассмотренных документов в качестве Российских национальных стандартов позволит конкретизировать процедуру и сократить значительное количество интерпретаций существа дела, связанного с менеджментом рисков.

Практическим подтверждением полезности рассмотренных вопросов является опыт управления профессиональными рисками на одном из Уральских предприятий на основе стандарта предприятия, основанного на требованиях стандартов серий ISO 9000, ISO 14000 и BS OHSAS 18001:2007 [10].

Список литературы

1. **ILO Declaration on Social Justice for a Fair Globalization.** Geneva, 10 June 2008. — 25 pp. [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@cabinet/documents/publication/wcms_099766.pdf (21.11.11).
2. **Проект** сближения нормативной правовой базы по охране труда и безопасности Европейского Союза и Российской Федерации / Официальный портал правительства Ростовской области — Архив — 2006 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://www.donland.ru/Default.aspx?pageid=82605> (22.11.11).
3. **ИСО/МЭК Руководство 2:2004** Стандартизация и смежные виды деятельности. Общий словарь — Женева 20. 2004. — 76 с. [Электронный ресурс] Режим доступа URL: http://www.iso.org/iso/iso_iec_guide_2_2004.pdf (28.11.11).
4. **О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации.** Федеральный закон от 18 июля 2011 г. № 238-ФЗ. Принят Государственной Думой 5 июля 2011 года, одобрен Советом Федерации 13 июля 2011 года. [Электронный ресурс] — ГАРАНТ Информационно-правовой портал (04.08.2011).
5. **Конвенция** Международной организации труда № 187 об основах, содействующих безопасности и гигиене труда (Женева, 15 июня 2006 г.) [Электронный ресурс] — ГАРАНТ Информационно-правовой портал (19.01.2011).
6. **Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.0.010—2009.** ССБТ Системы управления охраной труда Определение опасностей и оценка рисков [Электронный ресурс] — ГАРАНТ Информационно-правовой портал (15.03.2011).
7. **Рекомендация** Международной Организации Труда от 15 июня 2006 г. № 197 об основах, содействующих безопасности и гигиене труда [Электронный ресурс] — ГАРАНТ Информационно-правовой портал (19.01.2011).
8. **Руководство** по системам управления охраной труда (MOT — СУОТ 2001) / (ILO — OSH 2001). — Женева: MOT, 2003. — 28 с. [Электронный ресурс] Режим доступа URL: http://ilo.ru/OSH/docs/all/ILOOSH2001_ru.pdf (07.07.11).
9. **Межгосударственный стандарт** ГОСТ 12.0.230—2007 "Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 июля 2007 г. № 169-ст). [Электронный ресурс] — ГАРАНТ Информационно-правовой портал (19.01.2011).
10. **BS OHSAS 18001:2007** Occupational health and safety management systems - Requirements / BSI British Standards. 2007. — 34 p.
11. **BS OHSAS 18002:2008** Occupational health and safety management systems — Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007 // OHSAS Project Group 2008. — 71 p.
12. **British Standard BS 18004:2008** Guide to achieving effective occupational health and safety performance. BSI British Standards, November 2008. — 150 p.
13. **International Standard ISO 31000:2009(E)** First edition 2009—11—15 Risk management — Principles and guidelines. ISO 2009. — 36 p.
14. **ISO GUIDE 73:2009 (E/F)** Risk management — Vocabulary First edition 2009. Published in Switzerland 2009. — 24 p.
15. **International Standard ISO/IEC/FDIS 31010:2009 (E)** Risk management — Risk assessment techniques. IEC 2009. — 92 p.
16. **BS 31100 DPC** Code of practice for risk management / Draft for Public Comment. Date: 01 June 2007. Origin: National. — 44 p. [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://www.scribd.com/doc/7246993/BS31100Draft> (03.05.11).

УДК 622.692.4-192

Ю. В. Дудников, канд. техн. наук, руководитель, Росприроднадзор по Республике Башкортостан, **А. Г. Гумеров**, д-р техн. наук, генеральный директор, **Х. А. Азметов**, д-р техн. наук, зав. отделом, Институт проблем транспорта энергоресурсов Республики Башкортостан, г. Уфа
E-mail: ipter@anrb.ru

Обеспечение безопасности подземных трубопроводов на участках действия наземной нагрузки

Приведены расчетные формулы, позволяющие определить напряжения и оценить прочность подземного трубопровода в условиях действия наземной нагрузки. На основе оценки прочности принимаются технические решения, позволяющие обеспечивать безопасность подземных трубопроводов на участках действия наземной нагрузки.

Ключевые слова: безопасность подземных трубопроводов, наземная нагрузка, напряжение, прочность, глубина заложения трубопровода, расчетная формула

Dudnikov Yu. V., Gumerov A. G., Azmetov Kh. A. Provision of the underground pipeline safety in the areas of surface load

Having got the rated formulas allowing defining the tension and estimating the strength of underground pipeline in conditions of functioning of overland loading. According to the strength of estimation is taken technical decisions allowing to provide safety of underground pipelines on the sections of overland loading.

Keywords: safety of underground pipelines, overland loading, strength of pipelines depth, rated formulas

Основными требованиями, предъявляемыми к подземным трубопроводам, являются высокая надежность, экологическая безопасность и эффективность эксплуатации. Вместе с тем, в результате антропогенной деятельности и изменения ситуации в местах прокладки подземных трубопроводов принятые в годы его сооружения конструктивные решения зачастую не отвечают современным требованиям безопасности. Специфика указанных изменений обусловлена, прежде всего, значительными дополнительными нагрузками на подземный трубопровод от транспортной техники и всевозможного тяжелого наземного оборудования.

Аварии на магистральных подземных трубопроводах по причине действия наземной нагрузки

рассматриваются обычно совместно с другими аналогичными причинами как внешнее воздействие. Анализ аварий показывает, что по причине внешних воздействий на магистральном трубопроводном транспорте происходит порядка 35 % аварий от общего их количества. Значительную долю от этого количества составляют аварии по причине действия высоких наземных нагрузок.

Под действием наземной нагрузки в зоне ее влияния подземный трубопровод изгибается, что приводит к появлению в стенке труб продольных напряжений, в ряде случаев превышающих нормативные значения. Высокие напряжения повышают вероятность возникновения аварий с потерей герметичности трубопровода и выходом перекачиваемого продукта (например, нефти, нефтепродукта) в окружающую среду с тяжелыми экологическими последствиями и пожароопасностью. Поэтому меры по обеспечению прочности трубопровода непосредственно связаны с охраной окружающей среды и безопасностью.

Трубопроводы являются линейно-протяженными сооружениями. Диаметры трубопроводов достигают 1420 мм. По трубопроводам перекачиваются жидкие и газообразные продукты, в том числе продукты, вредные для окружающей среды. В ряде трубопроводов внутреннее давление продукта достигает 10 МПа и более. Температура перекачиваемого продукта может иметь разные значения, достигающие в ряде случаев 80 °С. Основной конструктивной схемой укладки трубопроводов является подземная. Трубопроводы прокладываются в самых разнообразных топографических, геологических, гидрогеологических и климатических условиях. Они пересекают значительное число железных и автомобильных дорог. Трубопроводы укладываются также под проездами, на территориях промышленных предприятий.

В последние годы интенсивно развивается сеть трубопроводов газоснабжения в сельских населенных пунктах. Имеется большая сеть промысловых



трубопроводов в подземном исполнении, часто пересекающих автомобильные дороги без специальных несущих покрытий, по которым движется тяжелая колесная и гусеничная транспортная техника. Значительная часть работ по техническому обслуживанию и ремонту подземных трубопроводов выполняется с их вскрытием экскаваторами. Так или иначе, при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту тяжелая ремонтная техника пересекает подземный трубопровод. Все это требует исследования и решения проблем обеспечения безопасности подземных трубопроводов в условиях действия наземных нагрузок.

Следует отметить, что подземные переходы магистральных трубопроводов через категорийные автомобильные дороги согласно действующим Санитарным нормам и правилам [1] относятся к участкам магистральных трубопроводов первой или второй категории и сооружаются из труб с увеличенной толщиной стенки с целью обеспечения их прочности и надежности. Несмотря на это иногда возникают проблемы обеспечения прочности трубопроводов и на подземных переходах в связи с появлением высоких напряжений. Появление высоких напряжений в этих случаях связано с увеличением масс транспортных средств по сравнению с данными, заложенными при проектировании трубопровода, и сооружением новых дорог, пересекающих действующие магистральные трубопроводы, которые не учитывались на стадиях проектирования и строительства. Во всех выше указанных случаях требуется оценка прочности подземного трубопровода с учетом действия не учтенных при проектировании наземных нагрузок.

С целью оценки прочности были проведены исследования напряженно-деформированного состояния подземных трубопроводов под действием наземных нагрузок.

Трубопровод рассматривается как достаточно длинная гибкая балка, находящаяся под действием вертикального усилия от наземной нагрузки, изменяющейся с ростом перемещений продольного усилия и усилия отпора грунтового основания.

Задача решена с использованием дифференциального уравнения четвертого порядка изгиба трубопровода [2]. При решении задачи учтен тот факт, что изгиб трубопровода приводит к возникновению дополнительных продольных растягивающих усилий. Продольные усилия N в равновесном состоянии трубопровода после его прогиба зависят от начального продольного усилия, возникающего из-за разности температур металла трубопровода при сооружении и эксплуатации, давления перекачиваемого продукта, величины прогиба трубопровода и продольных перемещений участков, приле-

гающих к нагруженному участку. В зависимости от значений начального продольного усилия и прогиба трубопровода суммарные продольные усилия могут быть растягивающими, сжимающими и равными нулю. Проведены исследования всех возможных вариантов.

По результатам решения задачи получены аналитические выражения для максимального изгибающего момента M , Н·см, продольного усилия N , Н, и максимального прогиба v , см, трубопровода в виде:

$$M = \frac{q_0}{a^2} \omega; \quad (1)$$

$$N = \alpha a^2 EJ; \quad (2)$$

$$v = \frac{q_0}{a^4 EJ} \bar{v}, \quad (3)$$

где q_0 — максимальное значение распределенного усилия, возникающего в результате действия наземной нагрузки на единицу длины трубопровода, н/см; E — модуль упругости материала трубы, МПа; J — момент инерции сечения трубы, см⁴; ω , α , $\bar{v}$ — безразмерные параметры соответственно изгибающего момента, продольного усилия и прогиба, определяемые в зависимости от нагрузок, действующих на трубопровод, геометрических характеристик трубопровода и свойств грунта; a — параметр, определяемый в зависимости от глубины заложения трубопровода и параметров наземной нагрузки, 1/см.

Для определения параметров ω , α и $\bar{v}$ получены расчетные формулы на основе решения задачи изгиба подземного трубопровода под действием наземной нагрузки. Параметры ω , α и $\bar{v}$ в зависимости от знака продольного усилия N и соотношения между значениями N и $(4k_0DEJ)^{0,5}$ определяются по разным формулам. Здесь k_0 — коэффициент пропорциональности при сжатии грунтового основания (Н/см³); D — наружный диаметр трубы, см. Так, например, для случая действия продольных сжимающих усилий $N < (4k_0DEJ)^{0,5}$ выражения для определения параметров ω , α и $\bar{v}$ имеют вид

$$w = \frac{1}{1 + \alpha + k} \left[\frac{1 + k^{0,5}}{(2k^{0,5} - \alpha)^{0,5}} - 1 \right]; \quad (4)$$

$$a = \beta_0 - \bar{z}\bar{v}; \quad (5)$$

$$\bar{v} = \frac{1}{1 + \alpha + k} \left\{ \frac{1 + \alpha - k^{0,5}}{k[(2k^{0,5} - \alpha)]^{0,5}} + 1 \right\}, \quad (6)$$

где

$$k = \frac{k_0 D}{a^4 EJ}; \quad (7)$$

$$\beta_0 = \frac{N_0}{a^2 EJ}; \quad (8)$$

N_0 — начальное продольное усилие, Н, действующее в трубопроводе до его перемещений и отклонения от проектного положения, определяемое в соответствии с санитарными нормами и правилами [1]; z — безразмерный параметр, определяемый в зависимости от исходных данных наземной нагрузки, геометрических характеристик трубопровода и физико-механических характеристик грунта.

В результате анализа характера распределения давления в грунте при действии наземных нагрузок и с учетом рекомендаций в работах [3, 4] были установлены значения q_0 и a . Следует отметить, что значения и расчетные формулы для определения q_0 и a зависят от вида наземной нагрузки — сосредоточенной или распределенной (полосовой). Сосредоточенную нагрузку создает транспортная техника на колесах, а распределенную — транспортная техника на гусеничном ходу, любые механизмы и оборудование, установленные на несущих плитах, и т. п.

Для определения сосредоточенной наземной нагрузки рекомендуем использовать следующие формулы:

$$q_0 = \sigma_z D; \quad (9)$$

$$a = \frac{1,2930}{H_B}, \quad (10)$$

где σ_z — вертикальное напряжение в грунте на уровне заложения трубопровода, возникающее от действия наземной нагрузки, МПа; H_B — глубина заложения трубопровода до верхней его образующей, см.

Вертикальное напряжение в грунте σ_z зависит от расстояния между точкой приложения наземной нагрузки и точкой, в которой определяется напряжение. Для расчетов трубопроводов берется среднее напряжение σ_z , определяемое с учетом изменения указанного расстояния по поперечному сечению верхней половины трубопровода.

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi H_B^2} \bar{\sigma}_z, \quad (11)$$

где P — сосредоточенная наземная нагрузка, Н; $\bar{\sigma}_z$ — безразмерный параметр, учитывающий изменение расстояний от точки приложения нагрузки P до наружной поверхности поперечного сечения трубопровода по всей верхней его половине.

Для вычисления $\bar{\sigma}_z$ в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе [5], воспользуемся следующим аналитическим выражением:

$$\bar{\sigma}_z = \frac{1}{3n} [\bar{\sigma}_{z0} + \bar{\sigma}_{zn} + 2(\bar{\sigma}_{z2} + \bar{\sigma}_{z4} + \dots + \bar{\sigma}_{z(n-2)}) + 4(\bar{\sigma}_{z1} + \bar{\sigma}_{z3} + \dots + \bar{\sigma}_{z(n-1)})], \quad (12)$$

где n — четное число деления отрезка $[0, 0,5D]$; $\bar{\sigma}_{z0}$, $\bar{\sigma}_{zn}$ — соответственно значения $\bar{\sigma}_z(r_0)$, определя-

емого по формуле $\bar{\sigma}_z(r_0) = \left[1 + \left(\frac{r_0}{H} \right)^2 \right]^{-\frac{5}{2}} \left(\frac{H}{H_B} \right)^{-2}$ при $r_0 = 0$ и $r_0 = 0,5D$; $\bar{\sigma}_{z1}$, $\bar{\sigma}_{z2}$, ..., $\bar{\sigma}_{z(n-2)}$, $\bar{\sigma}_{z(n-1)}$ — соответственно значения $\bar{\sigma}_z(r_0)$ при $r_0 = \frac{0,5D}{n}$;

$r_0 = \frac{0,5D}{n} 2$; ... $r_0 = \frac{0,5D}{n} (n-2)$; $r_0 = \frac{0,5D}{n} (n-1)$;

$H = H_B + 0,5D - (0,25D^2 - r_0^2)^{0,5}$; r_0 — горизонтальная проекция расстояния между точкой приложения наземной нагрузки и точкой, в которой определяется напряжение; $r_0 = 0 \dots 0,5D$.

В случае сосредоточенной нагрузки рекомендуем принимать $n = 12$.

Для определения распределенной нагрузки рекомендуем применять следующую формулу:

$$q_0 = pD \exp \left(-0,1410 \frac{H_B}{a} \right); \quad (13)$$

$$a = \frac{0,6168}{\hat{a}}, \quad (14)$$

где p — давление распределенной нагрузки на дневную поверхность земли, МПа; $\hat{a}$ — половина ширины распределенной нагрузки, размещенной симметрично продольной оси трубопровода, см.

В соответствии с требованиями санитарных норм и правил [1] разработана методика расчета на прочность трубопровода, находящегося под действием наземной нагрузки.

Методика расчета включает определение максимальных суммарных продольных напряжений и проверку прочности трубопровода. Максимальные продольные напряжения определяются из следующего выражения

$$\sigma_{пр}^H = \sigma_{пр.вн} \pm \sigma_N \pm (\sigma_{и} + \sigma_p), \quad (15)$$

где продольные напряжения от рабочего внутреннего давления

$$\sigma_{пр.вн} = \mu \frac{PD_B}{2\delta}; \quad (16)$$



то же, от продольного усилия

$$\sigma_N = \frac{N}{F}; \quad (17)$$

то же, от изгибающего момента

$$\sigma_M = \frac{M}{W}; \quad (18)$$

то же, от изгиба по рельефу местности при строительстве

$$\sigma_p = \frac{ED}{2\rho}, \quad (19)$$

μ — коэффициент Пуассона; D_v , δ — внутренний диаметр и толщина стенки трубы, см; F — площадь поперечного сечения трубы, см²; W — момент сопротивления поперечного сечения трубы, см³; ρ — радиус упругого изгиба оси трубопровода при укладке по рельефу дна траншеи, см.

При определении σ_N и σ_M используются значения N и M , рассчитываемые по формулам (2) и (1).

Обеспечение прочности трубопровода проверяется из следующего условия

$$|\sigma_{пр}^H| \leq \Psi_3 \frac{m}{0,9 K_H} R_2^H, \quad (20)$$

где m — коэффициент условий работы трубопровода; K_H — коэффициент надежности назначению трубопровода; Ψ_3 — коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние; R_2^H — нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, принимается равным минимальному значению предела текучести.

Коэффициенты m , K_H и Ψ_3 определяются по Санитарным нормам и правилам [1].

По изложенной выше методике был проведен анализ уровня напряжений в трубопроводах различных диаметров и при действии на них усилий разного уровня от наземных нагрузок.

В табл. 1—3 представлены вычисленные по приведенным выше формулам прогиб трубопрово-

Таблица 1

Напряжения и прогиб подземного трубопровода $\varnothing 219 \times 8$ мм под действием наземной нагрузки при положительном температурном перепаде $\Delta T = 50$ °C

q_0 , Н/см	k_0 , Н/см ³	v , см	σ_H , МПа	$\sigma_{пр}^H$, МПа
75	0,1	11,7	149,8	275,8
	1,0	0,7	23,8	149,8
	5,0	0,2	11,9	137,9
150	0,1	23,4	299,6	425,6
	1,0	1,5	47,7	173,7
	5,0	0,4	23,7	149,7

Таблица 2

Напряжения и прогиб подземного трубопровода $\varnothing 325 \times 9$ мм под действием наземной нагрузки при положительном температурном перепаде $\Delta T = 50$ °C

q_0 , Н/см	k_0 , Н/см ³	v , см	σ_H , МПа	$\sigma_{пр}^H$, МПа
75	0,1	3,2	37,2	163,2
	1,0	0,4	11,9	137,9
	5,0	0,1	6,4	132,4
150	0,1	6,4	74,5	200,5
	1,0	0,7	23,8	149,8
	5,0	0,2	12,8	138,8

Таблица 3

Напряжения и прогиб подземного трубопровода $\varnothing 529 \times 9$ мм под действием наземной нагрузки при положительном температурном перепаде $\Delta T = 50$ °C

q_0 , Н/см	k_0 , Н/см ³	v , см	σ_H , МПа	$\sigma_{пр}^H$, МПа
75	0,1	1,2	13,5	139,5
	1,0	0,2	5,6	131,6
	5,0	0,1	3,2	129,2
150	0,1	2,4	26,9	152,9
	1,0	0,3	11,2	137,2
	5,0	0,1	6,4	132,4

да и суммарные продольные напряжения при действии начальных продольных сжимающих усилий и соблюдении условия $N < (4k_0 DEJ)^{0,5}$. Рассмотрены трубопроводы диаметром и толщиной стенки $\varnothing 219 \times 8$ мм, $\varnothing 325 \times 9$ мм и $\varnothing 529 \times 9$ мм на прямолинейном участке. Глубина заложения трубопроводов до их верхней образующей 80 см. Как видно из результатов вычислений, увеличение q_0 приводит к росту напряжений и прогиба трубопровода, а увеличение коэффициента постели грунта на сжатие — к уменьшению напряжений и прогиба. Причем для больших значений q_0 влияние k_0 на напряжения и прогиб более существенно.

Расчеты показали, что увеличение значений наземной нагрузки приводит к прямо пропорциональному росту напряжений изгиба и значительному росту суммарных продольных напряжений. Увеличение значений начального продольного растягивающего усилия в трубопроводе (отрицательного температурного перепада) приводит к снижению напряжений изгиба, что следует объяснить сдерживающим действием растягивающих продольных усилий прогибу трубопровода. Увеличение значений начального продольного сжимающего усилия приводит к росту напряжений изгиба. К росту напряжений изгиба и прогиба трубопровода под действием наземной нагрузки приводит также

уменьшение радиуса упругого изгиба трубопровода по рельефу местности при его сооружении.

На основе расчетов по приведенным формулам и анализа их результатов установлено количественное влияние исходных данных и принимаемых мер на уровень напряжений в трубопроводе. Так, например, увеличение глубины заложения от 60 до 80 см снижает напряжение в 1,2 раза, а увеличение глубины заложения от 100 до 120 см приводит к уменьшению напряжений в 1,1 раза. Эффективным мероприятием снижения напряжений изгиба является размещение наземных нагрузок на несущих плитах с получением при этом распределенной наземной нагрузки взамен сосредоточенной. Так, например, размещение тяжелого оборудования или механизма на несущих плитах размерами 3×3 м позволяет снизить напряжения изгиба в трубопроводе в 1,4 раза и более. Можно также отметить, что трубопроводы малых диаметров более чувствительны к действию наземных нагрузок в части их изгиба.

Разработанная методика расчета подземных трубопроводов на участках влияния наземных на-

грузок позволит оценить их прочность и анализировать влияние параметров прокладки, наземных нагрузок и условий эксплуатации на прочность трубопровода. Установление влияния указанных параметров на прочность подземного трубопровода позволяет принимать такие конструктивные решения, при которых напряжения не превысят нормативные значения, и тем самым обеспечивать безопасность подземных трубопроводов на участках действия наземных нагрузок.

Список литературы

1. СНиП 2.05.06—85*. Магистральные трубопроводы / Минстрой России. — М.: ГУП ЦПП, 1997. — 60 с.
2. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. — М.: Недра, 1970. — 544 с.
3. Клейн Г. К. Расчет подземных трубопроводов. — М.: Стройиздат, 1969. — 240 с.
4. Бородавкин П. П. Механика грунтов в трубопроводном строительстве. — М.: Недра, 1976. — 224 с.
5. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том II. — М.: Наука, 1966. — 800 с.

УДК 674.08.628.5

В. Н. Старжинский, д-р техн. наук, проф., **Д. Р. Гагарин**, асп.,
Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург
E-mail: demonsaab@mail.ru

Акустическая эффективность встроенных звукоизолирующих кожухов продольно-фрезерных деревообрабатывающих станков

Приведены данные экспериментальных исследований акустической эффективности встроенных звукоизолирующих кожухов продольно-фрезерных деревообрабатывающих станков. Рассмотрены пути распространения шума через ограждающие конструкции кожуха. Предложены возможные пути повышения звукоизолирующей способности элементов ограждающих конструкций кожуха.

Ключевые слова: уровни шума, продольно-фрезерные деревообрабатывающие станки, встроенные звукоизолирующие кожухи, акустическая эффективность, акустические характеристики, звукоизоляция, частота собственных колебаний, коэффициент несплошности, изгибные колебания, воздушные колебания, демпфирование, контрольные точки, инфразвук, критическая частота

Starzhinskiy V. N., Gagarin D. R. Acoustic effectiveness of Milling woodworking machines with integrated soundproof enclosures

It presents data of experimental research acoustic effectiveness of the Milling woodworking machines integrated with soundproof enclosures. The ways of noise propagation through the protecting constructions enclosure. Analyzed the possible ways to improve the soundproofing ability the elements of enclosures housing.

Keywords: noise levels, planing woodworking machines, integrated sound-proof enclosures, acoustic effectiveness, acoustic characteristics, soundproofing ability, natural vibration frequency, coefficient of discontinuity, bending vibrations, air vibrations, damping, control points, infrasound, the critical frequency



1. За последние десятилетия изделия машиностроения с пониженными уровнями шума стали одним из основных рекламных аргументов при их сбыте.

Известно, что деревообрабатывающее оборудование является одним из наиболее шумных изделий машиностроения. Особенно неблагоприятными в акустическом отношении являются продольно-фрезерные, круглопильные станки и рубительные машины, уровни шума которых достигают на рабочих местах 100...110 дБА. На всех типах перечисленного оборудования основным источником шума является технологический, т. е. шум, возникающий при силовом взаимодействии режущего инструмента и обрабатываемого материала.

Снизить уровни звуковой мощности в источнике до пределов, обеспечивающих допустимые по санитарным нормам уровни звукового давления на рабочих местах станочников путем изменения режимов резания (как показали многочисленные исследования) не представляется возможным из-за снижения качества выпускаемой продукции, производительности оборудования.

В связи с этим, устройство звукоизолирующих кожухов в конструкции деревообрабатывающих станков является основным средством защиты от шума в цехах деревообрабатывающих предприятий. Однако такая защита может быть обеспечена только при научно обоснованном выборе звукоизоляции элементов кожухов.

2. Звукоизоляцией обычно называют свойство конструкции не пропускать звук сквозь себя.

Звукоизоляция всегда связана с характером конструкции, а не только со структурой и свойствами материала. Она не остается постоянной при изменении структуры материала, размеров конструкции, массы единицы поверхности ограждения, жесткости связей и характера опирания между конструктивными элементами ограждения.

В последние годы многие зарубежные и отечественные фирмы разработали и выпускают деревообрабатывающие продольно-фрезерные станки с встроенными звукоизолирующими кожухами. Они совершенны с эргономической точки зрения, отвечают требованиям техники безопасности. Однако с акустических позиций эффективность этих кожухов слишком низка.

В соответствии с требованиями ГОСТ 31326—2006 (ИСО 15667:2000) [1] производитель (поставщик) оборудования для определения эксплуатационных свойств кожуха должен представлять следующую информацию:

1) акустическую характеристику: вносимые потери в октавных полосах частот (или звукоизоляцию по скорректированному по частотной характеристике А уровню звуковой мощности);

2) геометрические характеристики кожуха (чертеж);

3) используемые материалы, тип герметизации звукопоглощающими материалами и тип уплотнителей;

4) пригодность использования вне помещения;

5) массу, размеры, условия установки, контроля и технического обслуживания;

6) другую специфическую информацию.

К сожалению, ни в технических паспортах, ни в технических характеристиках продольно-фрезерных станков, выпускаемых как отечественными, так и зарубежными фирмами, не удалось найти каких-либо данных по характеристикам поставляемых кожухов.

3. С целью определения акустической эффективности предлагаемых промышленностью звукоизолирующих кожухов были проведены исследования в условиях действующих предприятий: ООО "Егоршинский лес" (г. Артемовск) и ООО "Лесные традиции" (г. Алапаевск) на четырехстороннем продольно-фрезерном станке модели HFB 516 фирмы HONFAT (рис.1) и отечественном станке модели С25-5А производства Боровичского завода деревообрабатывающих станков (рис. 2).



Рис. 1 Станок четырехсторонний продольно-фрезерный пятишпиндельный HFB-516

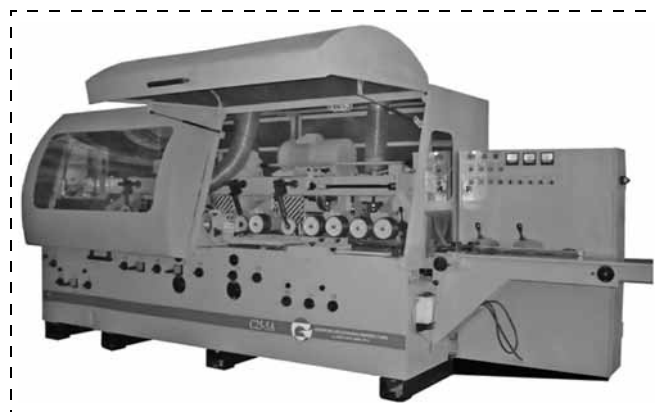


Рис. 2. Станок четырехсторонний продольно-фрезерный шестишпиндельный С25-5А

Кожухи на обоих станках предназначены для снижения шума основных источников — быстро-вращающихся ножевых головок шпиндельных узлов (6000 мин^{-1}), являющихся источниками аэродинамического и механического шума. Остальные источники шума (механизм подачи, электродвигатели фрез, эксгаустерная система) создают уровни шума значительно ниже названных выше и не влияют на суммарный уровень.

Конструкции стенок кожухов обоих станков аналогичны — стальной лист толщиной 1 мм, облицованный с внутренней стороны звукопоглощающим материалом "Акуст-Рельеф В" толщиной 30 мм (средний коэффициент звукопоглощения 0,6). Смотровые окна выполнены из органического стекла толщиной 4 мм.

Стенки кожуха — сварной конструкции. Передняя стенка — откидывающаяся вверх дверка с окнами из оргстекла. Торцевые стенки имеют окна и проемы для подачи обрабатываемого материала в кожух и выхода готового изделия, закрытые разрезанными резиновыми шторками. Через верхнюю стенку кожуха проходят трубопроводы аспирационной системы для удаления стружки после обработки заготовки.

4. Распространение шума из-под кожуха станка в окружающее пространство происходит четырьмя путями (рис. 3).

Путь 1 — шум, проникающий через стенки кожуха.

Звукоизоляция кожуха складывается в этом случае из звукоизоляции отдельных панелей кожуха.

На низких частотах звукоизоляция ограждения определяется возникающими в ней резонансными явлениями и зависит от жесткости ограждения, его массы и внутреннего трения в материале.

Для прямоугольной сплошной панели, шарнирно опирающейся на станок всеми четырьмя сторонами, частоты собственных колебаний, Гц, могут быть вычислены по формуле:

$$f_{m,n} = 0,45c_n h \left[\left(\frac{m}{a} \right)^2 + \left(\frac{n}{b} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где c_n — скорость продольной волны в плите, м/с; a и b — стороны панели, м; h — толщина панели, м; m и n — любые целые числа.

Расчеты показывают, что первые частоты собственных колебаний панелей исследованных кожухов находятся в диапазоне 2...4 Гц.

На частотах выше первых 3...5 частот собственных колебаний плоского ограждения его звукоизоляция определяется массой единицы площади ограждения. Жесткость конструкции играет при этом весьма малую роль.

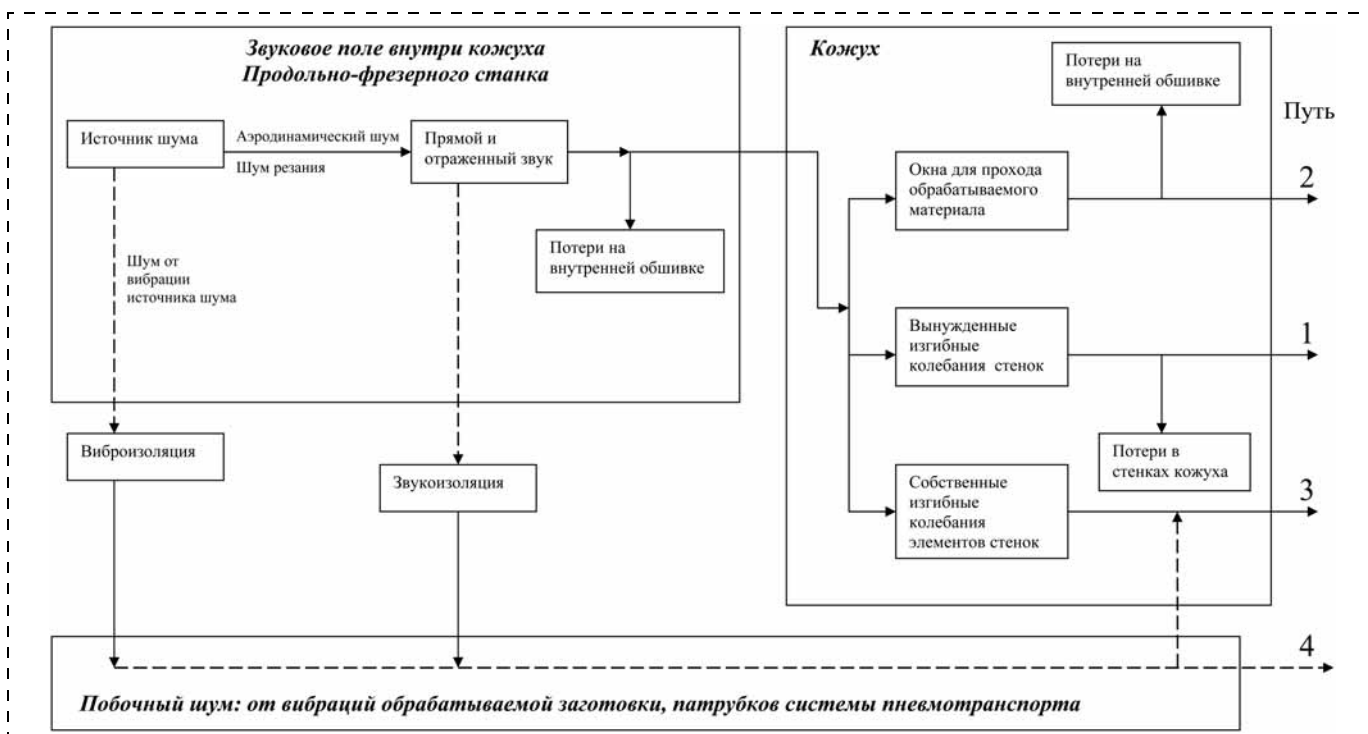


Рис. 3. Пути распространения шума из-под кожуха станка в окружающее пространство



Величины снижения проникающих через стенки кожуха уровней шума достигают значения [3]:

$$\Delta L = R_1 - 10 \lg(S_k/A_k), \quad (2)$$

где R_1 — звукоизолирующая способность ограждающей конструкции кожуха, дБ; S_k — площадь поверхности кожуха, м²; $A_k = \overline{\alpha}_k S_{\Pi}$ — эквивалентная площадь звукопоглощения в пространстве под кожухом, м²; $\overline{\alpha}_k = \frac{1}{S_{\Pi}} \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i$ — средний коэффициент звукопоглощения в пространстве под кожухом; S_{Π} — суммарная площадь поверхностей, находящихся под кожухом, включая поверхность кожуха S_k ; α_i , S_i — парциальный средний коэффициент звукопоглощения и площадь поверхности отдельных частей кожуха и деталей станка, находящихся под ним.

Поскольку конструкция стенок кожуха неоднородна по площади, имеет участки с различной изоляцией воздушного шума, то прямая передача звука происходит через эти участки с различной интенсивностью.

Средняя звукоизоляция в этом случае определяется по формуле

$$R_{cp} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-0,1 R_i} \right), \quad (3)$$

где S_i — площадь отдельного i -го элемента кожуха, м²; R_i — звукоизоляция i -го элемента, дБ.

Звукоизолирующая способность однородной однослойной ограждающей конструкции стенки кожуха R_1 может быть определена по общепринятой методике [3, 4].

Путь 2 — воздушный шум, проникающий через отверстия в стенках кожуха.

Он требует наибольшего внимания. На низких частотах, когда размеры кожуха малы по сравнению с длиной волны звука и когда звукопоглощение внутренней обшивки кожуха мало, внутренний объем кожуха и кромки отверстий образуют резонатор Гельмгольца, что является причиной усиления шума (вносимые потери кожуха имеют отрицательный знак) из-за резонансных явлений. Внутренний объем кожуха имеет набор мод-форм собственных колебаний заключенного в нем воздуха. Собственные колебания возможны на таких частотах, на которых в результате наложения прямых и отражения волн образуются стоячие волны, имеющие стационарно расположенные узлы и пучности.

Собственные частоты основных мод определяются по формуле:

$$f_{n_x, n_y, n_z} = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2}, \quad (4)$$

где c_0 — скорость звука в воздухе, м/с; l_x , l_y , l_z — размеры кожуха в направлениях x , y , z , параллельных его сторонам, м; n_x , n_y , n_z — независимые одно от другого числа, которые могут принимать любые целые значения: 0, 1, 2...

Основная доля звуковой энергии, излучаемой источниками шума станка, переносится посредством мод-объем кожуха на его собственных частотах, на которых происходит резонансное движение воздуха. На других частотах воздух совершает только вынужденные колебания и доля переносимой этими колебаниями энергии существенно меньше.

Расчеты показывают, что первые низшие собственные частоты внутренних объемов кожухов исследуемых типов продольно-фрезерных станков находятся в диапазоне частот 80...150 Гц. Как показали исследования, снижение звукоизоляции кожуха на низких частотах происходит в октавной полосе со среднегеометрической частотой 125 Гц.

На высоких частотах, когда кожух обеспечивает значительное звукопоглощение, коэффициент несплошности θ и звукопоглощение внутренней обшивки вблизи отверстий определяют передачу звука по пути 2. На высоких частотах при акустически незащищенных (неизолированных) отверстиях звукоизоляция по пути 2 рассчитывается по формуле [1, 2]:

$$R_2 = -10 \lg(\theta),$$

где $\theta = S_0/S_k$ — коэффициент несплошности; S_0 — площадь отверстий, м²; S_k — площадь внутренней поверхности кожуха, включая площадь отверстий, м².

Путь 3 — излучение при собственных изгибных колебаниях стенок кожуха.

Панели кожуха нежесткие, поэтому их коэффициент излучения мал и преимущественно обусловлен колебаниями защемленных кромок или участками, прилегающими к точкам крепления. Собственные изгибные колебания главным образом возбуждаются передаваемой на стенки вибрацией и воздушным шумом. Поглощение этих колебаний обеспечивается демпфированием панелей кожуха.

Путь 4 — побочный шум, вызванный вибрацией и воздушным шумом источников, не зависящих от кожуха: шум незакрытых частей станка, обрабатываемого материала, присоединенных к станку трубопроводов эксгаутерной установки.

Излучение по пути 4 ухудшает акустические характеристики кожуха при плохо спроектированном кожухе. Следует рассматривать передачу звука по всем путям. Шум по каждому пути может быть определен измерениями или расчетом.

5. Исследование проводилось с помощью шумомера-анализатора спектра Октава-110А, обладающего встроенной функцией автоматической записи в память и статистического анализа.

За контрольные точки в соответствии с ГОСТ [1, 2] принимались рабочие места у станка на подаче и приеме древесины, а также посередине корпуса станка.

Измерения проводились при постоянной скорости подачи материала (8 м/мин). Обрабатывались сосновые доски размером 120 × 25 × 6000 мм.

Исследования показали следующее. Уровни звукового давления на рабочих местах у обоих типов станков при установленных звукоизолирующих кожухах превышают нормативные значения на всех контрольных точках (рис. 4, 5).

На рис. 5 для сравнения приведен спектр шума станка НФВ 516 без звукоизолирующего кожуха. Видно, что эффективность звукоизоляции кожуха мала, особенно, в области низких частот.

Особенность кожухов продольно-фрезерных станков заключается в том, что рабочее место расположено вблизи кожуха и приходящая в нее звуковая энергия от различных элементов кожуха неодинакова. Поэтому основные конструктивные параметры звукоизолирующих кожухов, а также

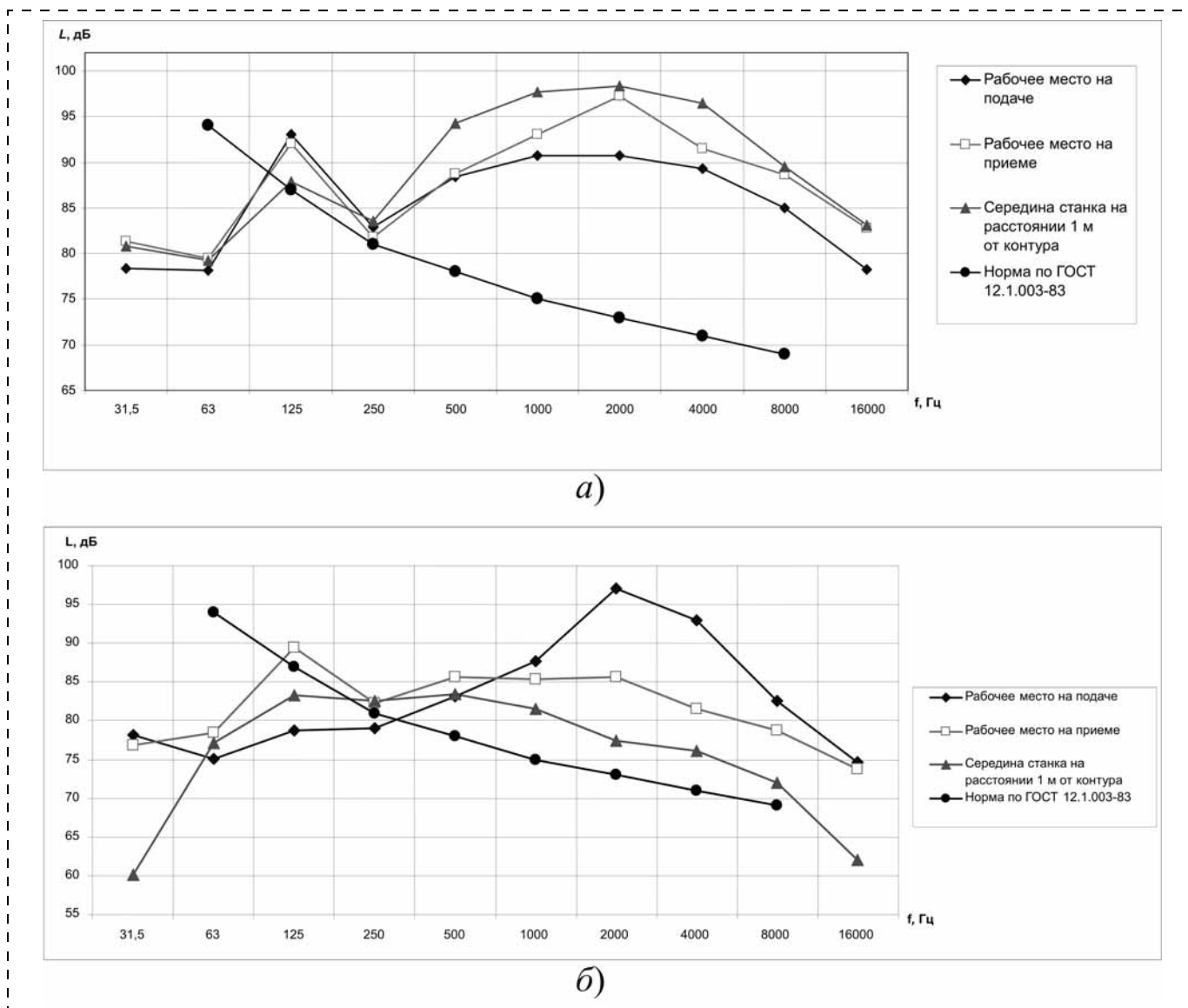


Рис. 4. Спектр шума станков НФВ 516 (а) и С25-5А (б) на рабочем ходу (с кожухом)

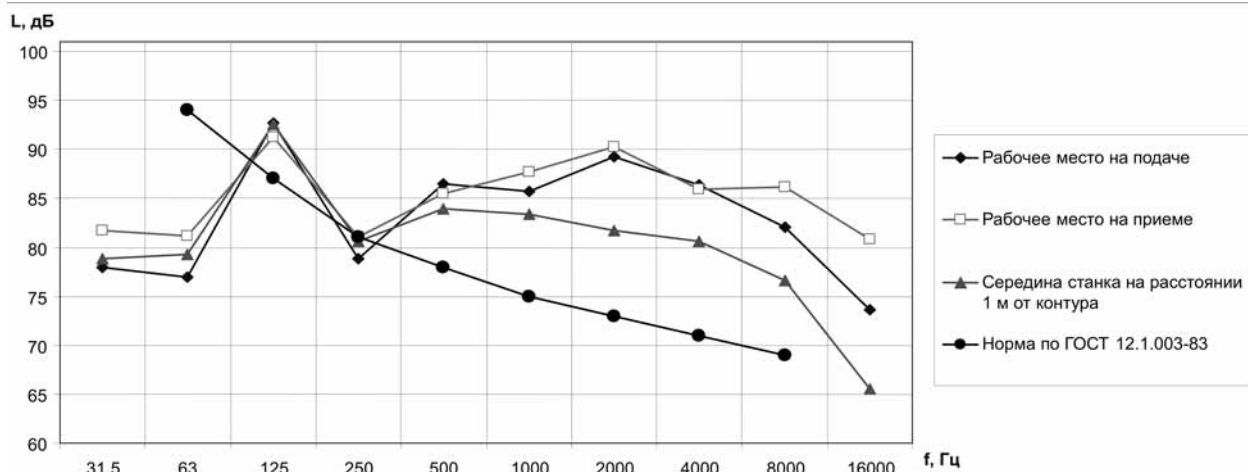


Рис. 5. Спектр шума станка HFB 516 на рабочем ходу (без кожуха)

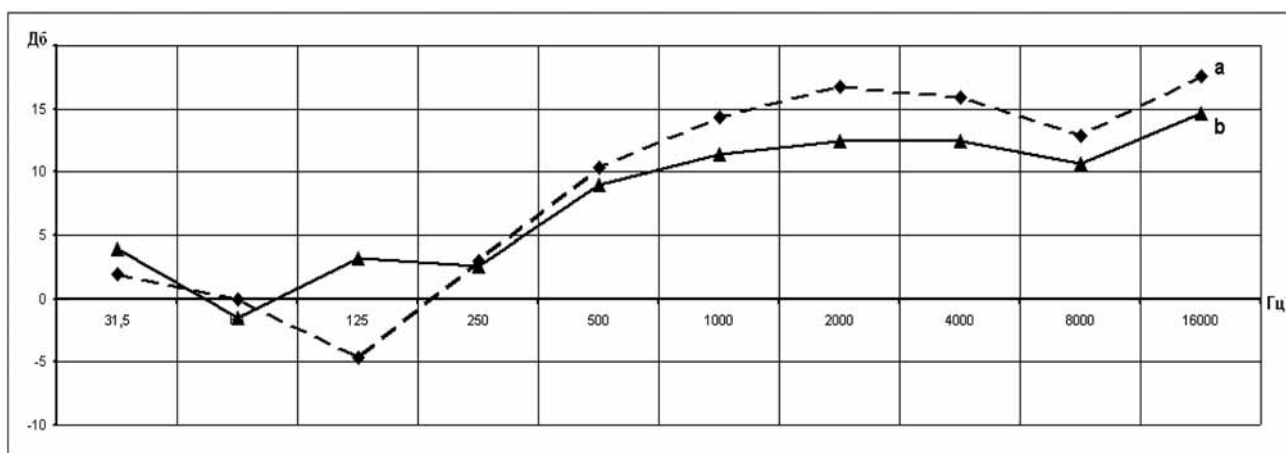


Рис. 6. Эффективность звукоизоляции кожухов станков HFB 516 (а) и C25-5A (б), замеры проведены посередине станков на расстоянии 1 м от их корпусов на рабочем ходу (дБ)

особенности излучения звука элементами ограждения должны быть учтены с эффектом дифракции звука от различных элементов кожуха.

Исследования показали, что звукоизоляция кожухов по уровню звука и по звуковому давлению изменяется в широких пределах в различных контрольных точках станка. Эти различия зависят от изменения частотного спектра шума на холостом и рабочем ходу, характера формирования звукового поля под кожухом, фактора направленности излучения источниками шума и элементами кожуха, наличия сквозных проемов конструкции кожуха [3, 4].

Максимальная звукоизоляция по уровню звука кожухов обоих станков зарегистрирована в контрольных точках посередине станков на расстоянии 1 м от корпуса станка. Для станка HFB 516 она равна 10,4 дБ, для станка C25-5A — 11,4 дБ (рис. 6).

На рабочих местах станочников из-за наличия открытых проемов в торцевых стенках кожухов, имеющих коэффициент несплошности $\sim 0,01$, звукоизоляция значительно ниже — 6 дБ на подаче древесины, 5 дБ на приеме заготовок.

Анализ спектральных составляющих звукоизоляции кожуха по звуковому давлению показывает, что на низких частотах (до 250 Гц) эффективность звукоизоляции меняется от отрицательных значений до 3...4 дБ. Это связано с тем, что плотность собственных частот воздушного объема кожуха в этом диапазоне частот чрезвычайно мала и в октавных полосах уровни звукового давления определяются собственными колебаниями объема. На этих частотах эффективность звукопоглощающей облицовки стенок кожуха из-за малой величины коэффициента звукопоглощения мала.

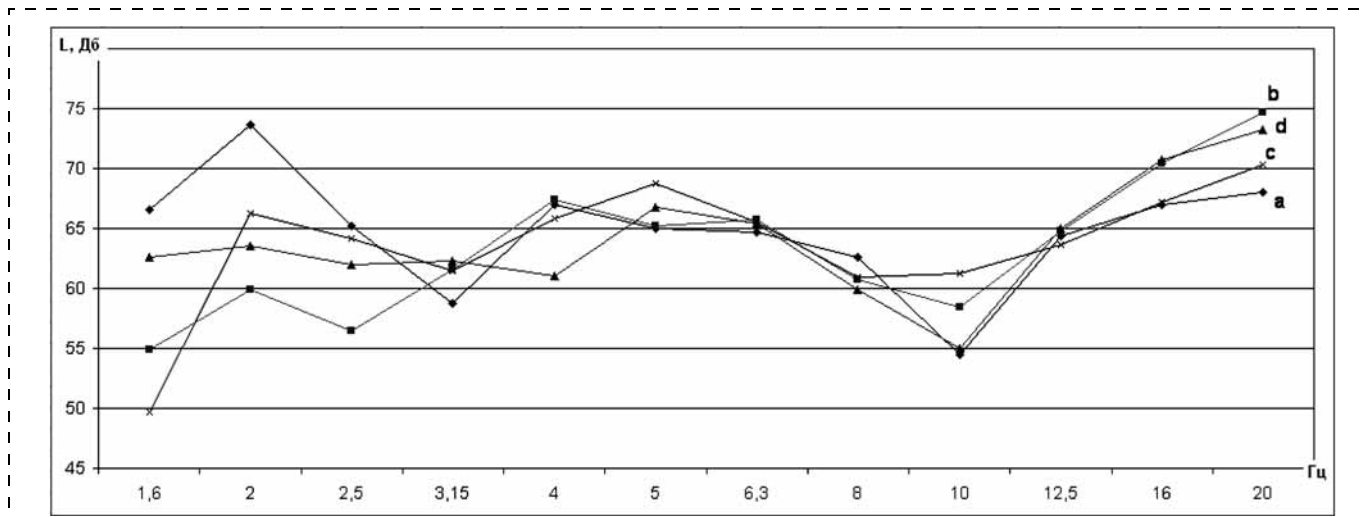


Рис. 7. Спектр инфразвука на холостом ходу станка при открытой (а) и закрытой (б) крышке звукоизолирующего кожуха, а также спектр инфразвука на рабочем ходу при открытой (с) и закрытой (д) крышке кожуха (дБ)

С ростом частоты эффективность звукоизоляции возрастает до 8...12 дБ. На резонансных частотах стенок кожуха в области средних частот в экспериментальных кривых эффективности звукоизоляции имеются провалы на 2...4 дБ.

При дальнейшем увеличении частоты звука акустическая эффективность кожухов падает на критических частотах элементов кожухов (около 6 тыс. Гц) из-за явлений волнового совпадения.

6. Параллельно с исследованиями эффективности кожухов в звуковом диапазоне частот проводились исследования инфразвукового излучения при работе станков.

На рис. 7 приведены графики спектров инфразвука в 1/3 октавных полосах частот на рабочем месте станка НФВ 516 при холостом и рабочем ходе.

С целью выявления источников инфразвука были проведены замеры уровней колебательной скорости элементов станка (станины, стенок кожуха).

Измерения не выявили превышений уровней звукового давления в инфразвуковой области частот на рабочих местах у станка. Эквивалентные уровни инфразвука на характеристике F1 (линейный) шумомера составили 80...83 дБ (при норме 100 дБ — для работ с различной степенью тяжести и 95 дБ — для работ различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности) [5].

Результаты анализа спектральных составляющих вибрации на стенках ограждающего кожуха и рабочем столе станка не выявили корреляционной зависимости между уровнем инфразвука и вибрацией деталей и узлов станка. Режим работы станка не оказывает существенного влияния на уровень излучаемого инфразвука (разница в уровнях на хо-

лостом и рабочем ходе на характеристике F1 шумомера менее 1 дБ).

Встроенный звукоизолирующий кожух практически не влияет на величину уровней излучаемого станком инфразвука на рабочих местах, кроме частотного диапазона 1,6...2,5 Гц.

Следует предположить, что источником инфразвука могут являться собственные колебания строительных конструкций помещения под действием динамических нагрузок от работы станка, а также аэродинамические процессы в аспирационной системе.

Несмотря на то, что превышения нормативных уровней инфразвука в производственном помещении нет, необходимо учитывать его высокую проникающую способность: при расположении предприятия вблизи территории жилой застройки (где допустимые эквивалентные уровни на частотной характеристике F1 составляют 75 дБ) следует проводить постоянный мониторинг уровня инфразвука.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

Предлагаемые встроенные звукоизолирующие кожухи как дополнительная опция к продольно-фрезерному станку не могут обеспечивать снижение шума до допустимых уровней на рабочих местах станочников.

При установке станка в цехе требуются дополнительные мероприятия либо по обеспечению работающих средствами индивидуальной защиты от шума, либо по ограничению времени пребывания людей в зоне повышенного шума, либо по облицовке ограждающих конструкций цеха звукоизолирующими материалами.



Тем не менее, использование кожухов значительно упрощает проведение этих мероприятий и снижает затраты на них.

В соответствии с ГОСТ 31326—2006 [1] различают пять групп кожухов в зависимости от величины звукоизоляции по уровню звука, дБА; а) до 10; б) от 10 до 20; в) от 25 до 31; г) от 30 до 40; е) более 40.

Звукоизолирующие кожухи исследованных станков относятся к группе а, т. е. к кожухам, к которым не предъявляются особые акустические требования.

Теоретические расчеты показывают, что звукоизолирующие элементы кожуха (боковые панели, смотровые окна) обладают звукоизолирующей способностью, необходимой для снижения шума, проникающего по пути 1 на рабочем месте, до нормативных значений.

Наибольшего внимания требует шум, распространяющийся из кожуха по пути 2 через окна для подачи заготовок и выхода готовых изделий. Для снижения шума на этом пути необходимо устанавливать каналы-глушители с гибкими поперечными шторками-перегородками на входе и выходе из канала.

Практическое решение проблемы подавления возбуждения низких резонансных мод воздушного объема кожуха существенно затруднено в связи с невозможностью изменения геометрии свободно-

го пространства кожуха и мест расположения источников шума в нем.

Для снижения излучения шума стенками кожуха на собственных частотах (путь 3) поверхность стенок необходимо покрыть вибропоглощающим материалом "Вибропласт М2" толщиной 2,1 мм.

Уровни шума побочных источников (путь 4), как показали исследования, не превышают нормативных значений и при проектировании кожуха могут не учитываться.

В результате исследования установлены количественные закономерности изменения эффективности кожухов от основных конструктивных параметров, что позволит создавать встроенные кожухи с повышенными акустическими характеристиками.

Список литературы

1. ГОСТ 31326—2006 (ИСО 15667:2010) Шум. Руководство по снижению шума кожухами и кабинами. 2007. — 47 с.
2. ГОСТ 31298.2—2005 (ИСО 11546-2:1995). Акустика. Определение звукоизоляции кожухов, 2006. — 160 с.
3. Иванов Н. И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах. — М.: Транспорт, 1987. — 223 с.
4. Боголепов И. И. Промышленная звукоизоляция. — Л.: Судостроение, 1986. — 368 с.
5. Физические факторы производственной среды. Физические факторы окружающей природной среды. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. СН 2.2.4/2.1.8.583—96

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 628.477.2

Ю. А. Орлова, препод., МГТУ "СТАНКИН"
E-mail: orlova.j@inbox.ru

Информационное обеспечение автоматизированных биогазовых станций

В работе рассмотрены основные информационные потоки, необходимые для автоматизации технологических процессов производства электрической и тепловой энергии на биогазовых станциях.

Ключевые слова: когенерация, биогаз, биогазовая станция, тепловая энергия, электрическая энергия, автоматизация, информационные потоки

Orlova Y. A. Information support of the automated biogas stations

In the given article the basic information streams necessary for automation of technological processes of manufacture electric and thermal energy at biogas stations are considered

Keywords: cogeneration, biogas, biogas station, thermal energy, electric energy, automation, information streams

Альтернативные источники энергии призваны сыграть значительную роль в решении одной из основных задач развития науки, технологии и тех-

ники — задачи энергосбережения. В этой связи большие перспективы имеют биогазовые когенерационные станции как автономного, так и вспомогательного энергоснабжения, работающие на органическом сырье. Особенно большие перспективы использования этих станций имеются в нашей стране, где значительная часть населения живет в сельской местности с наличием небольших производственных предприятий. Следует также добавить, что передача энергии на большие расстояния сопровождается существенными потерями энергии [1]. Это также обуславливает целесообразность использования в сельской местности биогазовых станций.

Биогазовая станция включает в себя пункт приема стоков (субстрата), ферментер (биореактор), пункт сбора удобрений, когенерационную установку (КГУ), пульт управления и систему трубопроводов [2].

Принцип работы станции заключается в следующем. Органические отходы поступают в пункт приема субстрата, далее субстрат подается в ферментер, в котором происходят процессы брожения субстрата при температуре $T = 34...38\text{ }^{\circ}\text{C}$ и наличии метанобразующих бактерий. Для повышения процесса брожения субстрат перемешивается и измельчается и в результате процесса брожения происходит выделение биогаза, в состав которого входит примерно

70 % метана и 30 % углекислого газа. Выделенный биогаз по трубопроводу поступает в когенерационную установку, где происходит за счет процесса сжигания выработка тепловой энергии, а через систему генератор-двигатель — электрической энергии. Следует отметить, что двигатель системы представляет собой двигатель внутреннего сгорания, механически соединенный с генератором.

Необходимо также добавить, что переброженная в ферментере масса является ценным удобрением и собирается в специальном контейнере, т. е. в биогазовой станции реализуются принципы формирования и организации работы безотходного производства.

Автоматизация технологического процесса производства энергии на биогазовых станциях, как и в любых автоматизированных системах, требует формирования информационных потоков, наличие которых позволяет автоматически:

- управлять временем и параметрами технологических переходов каждой операции;
- управлять режимом работы в зависимости от качества биомассы;
- согласовывать работу всех устройств в зависимости от состояния технологического процесса в целом и технологических переходов в частности.

В функцию системы управления входит также функция защиты всех устройств от перегрузок,

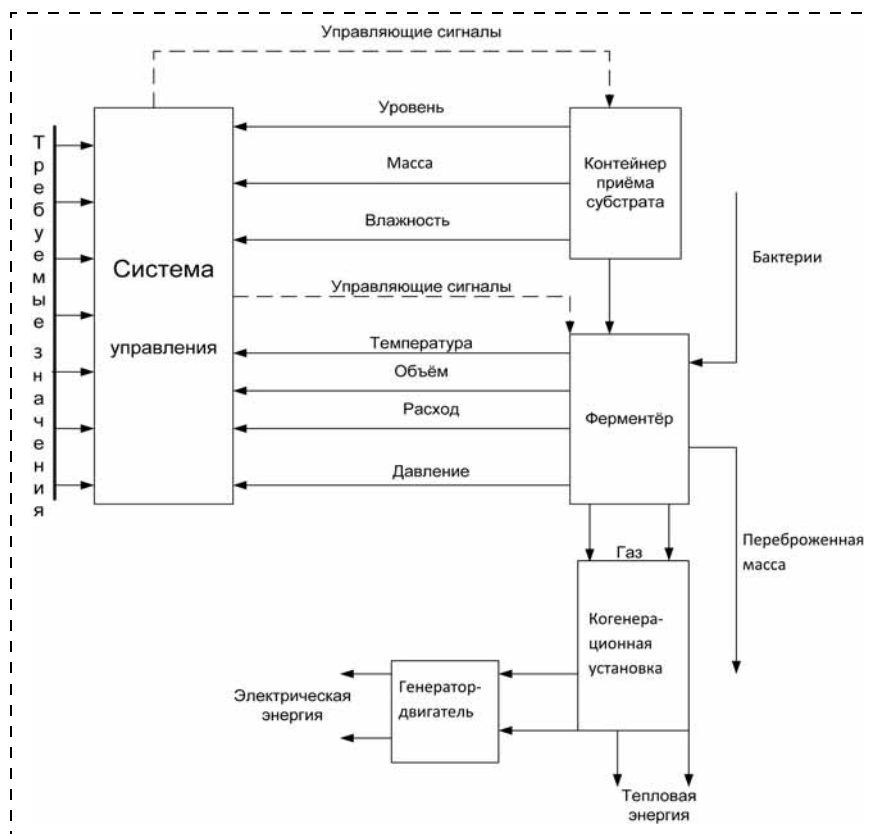
которая реализуется посредством сопоставления реальных значений технологических параметров с предельно допустимыми значениями. Остановимся на этих информационных потоках более подробно (см. рисунок).

Контейнер приема субстрата формирует биомассу заданного количества. В нем необходимо сформировать три информационных потока:

- об уровне загрузки;
- о массе субстрата;
- о влажности субстрата.

Эта информация поступает на программируемый контроллер системы управления, который анализирует полученную информацию, сравнивает ее с введенными требуемыми значениями и по результатам анализа и сравнения формирует управляющий сигнал, прекращая загрузку по информации с датчиков уровня и массы и меняя скорость перемешивания по информации с датчика влажности.

Сформированная биомасса поступает в ферментер, в котором следует сформировать следующие информационные потоки для контроллера системы управления: о температуре,



Информационные потоки биогазовой станции



Энергетические характеристики биогазовой станции

Тип сырья	Ориентировочный выход газа, м ³ на 1 т сырья	Ориентировочная мощность электроэнергии, кВт на 1 т сырья	Ориентировочная тепловая мощность, кВт на 1 т сырья
Навоз коровий	38...52	84...114	105...143
Навоз свиной	52...88	114...194	143...243
Помет птичий	47...94	103...207	129...259
Отходы бойни	250...500	550...1100	688...1375

которая определяет эффективность брожения биомассы, расходе и давлении биогаза, его объеме. Последние три информационных потока позволяют не только оценить эффективность брожения, но и управлять скоростью перемешивания биомассы в ферментере и формировать команду на его перезагрузку. Вся эта информация по аналогии с информацией, поступающей от контейнера при-

ема субстрата, анализируется контроллером системы управления на исполнительных элементах.

Корпорацией "БиоГазЭнергоСтрой" была построена биогазовая станция, в разработке системы автоматизации которой принимал участие автор и в которой реализованы вышеописанные информационные потоки. Энергетические характеристики этой станции представлены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает, что независимо от типа сырья вырабатываемая электрическая мощность вполне достаточна для обеспечения энергоснабжения небольшого промышленного предприятия, например ремонтного завода в сельской местности. Станция ежедневно перерабатывает 120 м³ отходов. Производимая электрическая мощность составляет 320 кВт, тепловая — 400 кВт.

Список литературы

1. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник "МГТУ "Станкин". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
2. Л. С. Орлик и др. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Научное издание. — М., 2008. — 404 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 628.35

О. Г. Дубровская, канд. техн. наук, доц., В. В. Евстигнеев, инж., В. А. Кулагин, д-р техн. наук, проф., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
E-mail: v.a.kulagin@mail.ru

Проблемы биообрастания в оборотных системах замкнутых циклов водопользования и пути их решения

Изложены результаты исследования систем водоочистки оборотной воды на примере автомоечных станций. Представлена разработанная на основании теоретического анализа и экспериментальных исследований установка комбинированного типа, использующая кавитационную технологию, позволяющую одновременно решать проблемы физико-химической очистки воды и обеззараживания биологических примесей.

Ключевые слова: вода, биообрастание, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, загрязнения, кавитационная технология

Dubrovskaya O. G., Evstigneev V. V. Kulagin V. A. The problem of biofouling in the circulating closed loop water usage and ways to solve their

The results of the study water treatment systems recycled water car wash stations. Based on theoretical analysis and experimental studies suggested the installation of the combined type, use cavitation technology to simultaneously solve the problems of physical and chemical water treatment and disinfection of biological contaminants.

Keywords: water, biofouling, oil, surface-active substances nye, pollution, cavity technology

Введение

При непрерывном увеличении водопотребления и загрязнения водоемов промышленными и бытовыми отходами острее становится проблема интенсификации очистки вод и сохранения гидросферы. Это связано с тем, что возрастание объемов сточных вод влечет за собой необходимость увеличения площадей, занимаемых очистными сооружениями, что не всегда возможно в условиях урбанизированных территорий. Поэтому перед предприятиями и городскими службами стоит задача использования инновационного оборудования, современных материалов и технологий.

Одной из основных причин низкой эффективности применяемых на автомоечных станциях очистных комплексов является неправильный подбор технологической схемы очистки сточных (оборотных) вод. При проектировании или монтаже очистной системы необходимо учитывать не только мощность, производительность станции, качественные и количественные показатели загрязненности стока, но и систему обеззараживания повторно используемой воды в оборотном водоснабжении.

Сточная вода, поступающая в оборотную систему водоочистки, содержит большое количество нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, взвесей. Для приведения стока к нормативным показателям оборотного водоснабжения автомоечного комплекса используются традиционные методы механической и физико-химической обработки стока [1–6]. От эффективности работы очистного оборудования в значительной мере зависит объем и качество работы автомоечной станции, расходы сырья и энергии. Существующая технологическая схема очистки не учитывает биозагрязнение, между тем эффективность работы систем оборотного водоснабжения значительно снижается в процессе эксплуатации вследствие образования различного рода отложений и обрастаний в теплообменных аппаратах, в трубопроводах и резервуарах чистой воды (РЧВ).

Помимо этого, ряд случаев отказа оборудования обуславливается образованием биопленки и веществ, выделяемых в процессе метаболизма обрастателей.

Негативное влияние биообрастаний достаточно полно рассмотрено в литературе [7–9]. Известно, что в результате биообрастания уменьшается проходное сечение трубопроводов. Снижение пропускной способности при этом достигает 20...60 % в течение 10...15 лет, а в некоторых случаях даже в течение первых 4...6 лет эксплуатации. Изменение гидравлического режима работы водопроводов внутренней сети, вызванное деятельностью микроорганизмов, обуславливает от 50 до 80 % коррозионных повреждений трубопроводов и внутренних поверхностей очистного оборудования, РЧВ.

Методы исследования

Стоки автомоечных комплексов содержат большое количество кремнийорганических веществ, взвешенных веществ, хлоридов, сульфатов, солей жесткости и тяжелых металлов и других вредных микрокомпонентов. Это обстоятельство ставит под вопрос возможность очистки стоков традиционными методами. Альтернативным методом очистки является безреагентный способ, основанный на гидродинамической кавитационной (ГДК) технологии [10–12]. Внедрение кавитационных технологий в уже существующие схемы очистки сточных вод позволит увеличить эффективность процесса биологической и химической очистки сточных вод, а также улучшить показатели воды на заключительном этапе очистки. Использование кавитационной технологии способствует механотермолизу структур воды с появлением свободных водородных связей, диспергации и гомогенизации твердых и органических включений без образования побочных продуктов реакции, опасных для жизнедеятельности человека и высших гидробионтов.

Под действием кавитации в водном растворе, содержащем различные инертные и активные газы, возможно осуществление разнообразных химических реакций. Кавитационное инициирование этих реакций сводится к ионизации, возбуждению молекул воды, благородных и активных газов, а также к диссоциации молекул H_2O .

Изменение pH воды в результате обработки в кавитационном поле происходит за счет образования различных химических соединений, выход которых зависит от режима обработки, наличия в воде примесей, ее газосодержания. Разложение молекул воды на радикалы $H\cdot$ и $OH\cdot$ приводит в дальнейшем к синтезу перекиси водорода, наличие которой способствует понижению pH воды. Существенное влияние на кислотно-щелочные свойства водного раствора оказывает концентрация в нем CO_2 , величина которой может изменяться в результате обработки воды в ГДК-реакторе [13,14].

Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать следующие основные выводы:

- обработка воды в ГДК-реакторе приводит к росту концентрации молекулярного кислорода, одним из механизмов образования которого являются химические процессы, инициируемые кавитацией;
- при кавитационной обработке воды в условиях контакта с воздухом основным механизмом повышения ее кислородсодержания является растворение O_2 в процессе кавитационного аэрирования;
- с увеличением концентрации O_2 в необработанной воде роль химического действия кави-



тации в процессе повышения кислородсодержания возрастает;

- изменение pH водного раствора в результате его обработки в ГДК-реакторе при прочих равных условиях зависит от концентрации в растворе CO_2 и от газовой среды, в которой производится кавитационная обработка.

В целях обеспечения точности и достоверности результата использовались две параллели исследований и обработки результатов по двум независимым методикам.

1. Определение загрязнений в воде флуориметрическим методом (Методика М 01-05—2007; ПНД Ф 14.1:2.4.128—98; МУК 4.1.1262—03).

2. Определение загрязнений в воде хроматографическим методом с помощью газового хроматографа Agilent 7890A с квадрупольным детектором Agilent 5975C и жидкостного хроматографа Agilent 1200 с масс-селективным детектором на основе трех квадрупольных 6410.

Изменение условий проведения технологических процессов также может существенно влиять на интенсивность кавитационного воздействия, а, следовательно, на скорость протекания соответствующего процесса. Например, присутствие твердых частиц обеспечивает дополнительные центры для зарождения кавитации, увеличивая кавитационную активность.

Эксперименты с использованием суперкавитационного миксера [13] проводились на модельных и реальных стоках автомоечных комплексов. В качестве рабочего органа использована двухлопастная крыльчатка с клиновидным профилем с различными углами раскрытия клина. Рабочие числа оборотов регулировались до 12 000 об/мин, что обеспечило получение чисел кавитации до $\chi = 0,05$.

Результаты и обсуждение

Предметом исследования являются физико-химические и бактериологические характеристики оборотной воды на одной из автомоечных станций "Медведь-холдинг", находящейся в г. Красноярске.

Перед реконструкцией действующей схемы был проведен анализ исследуемого стока автомойки по основным критериям: pH, содержание органических

и неорганических соединений, взвешенные вещества и биообрастания. Исходные концентрации стока автомоечного комплекса представлены в табл. 1.

Результаты экспериментальных исследований и метод регрессивного анализа позволили установить рациональную продолжительность кавитационной обработки. Наиболее интенсивным участком изменения скорости, изменения общей концентрации органических веществ является кавитационное воздействие в диапазоне 15...30 с, этот же диапазон оказался наиболее эффективен при обеззараживании воды.

В течение 15...30 с общая концентрация органических веществ снижается на 55 %, а содержание биоорганизмов — на 95 %, т. е. скорость протекания реакций при кавитационном воздействии в диапазоне 15...30 с существенно выше скорости протекания реакций при воздействии в диапазоне 30...150 с.

Качественный и количественный состав биообрастаний водоводов, фильтров, стенок РЧВ и распылительной части автомоечного оборудования Karcher соответствует ГОСТ 18963—73 "Методы санитарно-бактериологического анализа". Результаты, полученные с помощью методики прямого подсчета количества клеток биообрастаний на камерах Горяева, отражены в табл. 2.

Анализ полученных на существующем очистном комплексе результатов натурных исследований показал, что он не позволяет эффективно бороться со всем спектром загрязнений, возникающих при его работе, например, с биологическим обрастанием трубопроводов и различных водонакопительных камер.

Следует отметить, что качественный и количественный состав сточных вод автомоек и их свойства, в том числе и наличие клеток водорослей, зависят от времени года, состояния дорог, типа дорожного покрытия, обработки дорожного покрытия реагентами, технического состояния автомобилей, а также качества и продолжительности мойки. При заданном количестве воды на мойку одного автомобиля в 50 л состав стоков может значительно колебаться по концентрации взвешенных веществ, эфирорастворимых примесей, показателям цветности и жесткости. Учитывая данное положение, система очистки должна обладать большими ре-

Таблица 1

Исходные концентрации стока автомоечного комплекса

Параметр	Расход сточных вод, м ³ /сут	Взвешенные вещества		pH	Органические соединения		Биообрастания, число клеток в 1 мл
		кг/сут	мг/л		кг/сут	мг/л	
Количественный состав	5,52	4,28	777	10	1,5	100	1 155 133

Качественный и количественный анализ биообрастаний оборотной системы автомоечной станции "Медведь-Холдинг"

Схемы	Состав загрязнителей	Число клеток в 1 мл	Наносимый ущерб системе
Действующая технология очистки	Chlorella	105 000	Образует биокomплекс с бактериями-спутниками, продукты метаболизма которых способствуют биокоррозии внутренних поверхностей оборудования
	Draparnaldia glomerata var. remota	133	Образуют стойкие обрастания распыляющей части автомоечного оборудования, стенок РЧВ и кольцевых трубопроводов. В случае попадания на фильтры вызывают полное их засорение. Вызывают повышение давления в трубопроводах оборудования, что приводит к последующему их порыву
	Heterothrix exilis	150 000	
	Nostoc	420 000	
	Nostoc Geosiphon	15 000	
	Uronema terrestre	15 000	Образует стойкие обрастания фильтрующих кассет, содержащих керамическую загрузку. Снижается скорость фильтрации и степень очистки стока
	Melozira	450 000	
Предлагаемая технология кавитационной обработки	Все обнаруженные группы водорослей не выявлены	—	Снижение ущерба, вызываемого биообрастаниями (стойкий дезинфицирующий эффект)

зернами для достижения необходимого качества при экстремальных значениях загрязнения стоков.

Анализ хроматограмм различных проб исследуемой воды свидетельствует о том, что в режиме кавитации 30 с, 12 000 об/мин в воде не обнаруживаются растворенные нефтепродукты и наблюдается удаление вредных веществ из начального стока.

Активность кавитации как катализатора химических процессов зависит не только от характеристик работы кавитационной установки или ее конструкции, но и от состояния среды, в которой возникает кавитация.

Одним из таких параметров является солевой состав среды. Присутствие таких солей как NaCl, KSO₄, CaCO₃ изменяет распределение водной и органической фаз, изменяя коэффициент распределения, увеличивает интенсивность схлопывания кавитационных пузырьков, а также инициирует сильные окислительные реакции. Влияние солевого состава водной среды на процесс очистки стока изучалось проведением очистки на растворах, приготовленных на водопроводной воде с добавлением солей, включающих катионы Na⁺, K⁺, Ca²⁺, и на дистиллированной воде. В результате исследования был сделан вывод, что при отсутствии ионов солей окисление органических соединений идет медленнее.

Основными задачами внедрения кавитационной установки в оборотную систему водоснабжения автомоечной станции являлись: доведение стока до норм ПДК по нефтепродуктам, удаление всех живых микроорганизмов и водорослей, возможность многократного использования воды.

Влияние pH среды определялось путем подщелачивания модельного раствора, приготовленного на водопроводной воде с нейтральным pH. Как показали эксперименты, при увеличении значений pH скорость реакций падает, кавитация также снижает свою активность. Лучшие результаты окисления достигаются в слабощелочной среде (pH = 7,2...8,5). В щелочной среде при кавитационной обработке идет быстрое образование гидроксидов кремния, который образующая коллоид "блокирует" реакции ионизации и возбуждения молекул воды, а также диссоциации молекул H₂O.

Для автомоечного комплекса основной причиной внедрения кавитационной установки являлась низкая эффективность существующей технологической схемы очистки оборотной воды, основанной на флотации, и как следствие неудовлетворительная работа всего автомоечного комплекса в целом.

На базе оборудования лаборатории "Очистки природных и бытовых сточных вод" Сибирского федерального университета была полностью воспроизведена существующая схема водоподготовки, включающая все этапы очистки. Исходя из полученных данных, в качестве решения проблем оборотной системы водоснабжения автомоечной станции был предложен ряд технологических и технических решений, направленных на реконструкцию уже существующей схемы очистки оборотного стока. Необходимо дополнить процесс водоподготовки ступенью на основе установки комбинированного типа, сочетающей в себе несколько методов очистки на базе кавитационной технологии [14], позволяющей одновременно

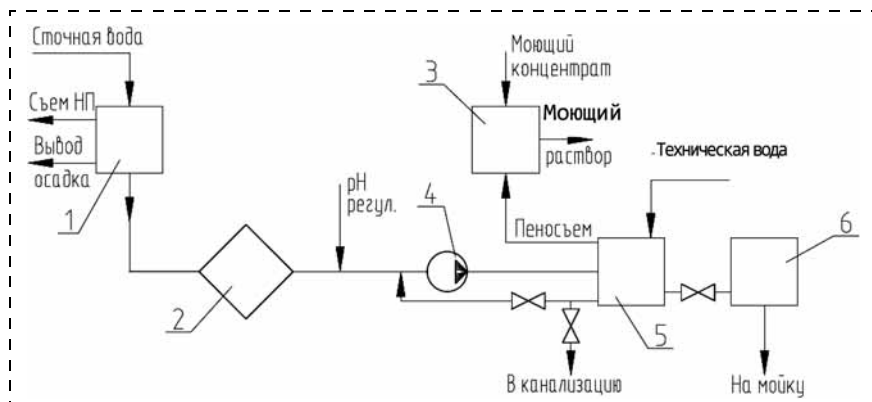


Схема очистки сточных вод автомоечного комплекса:

1 — отстойник со встроенной песколовкой; 2 — скорый фильтр; 3 — емкость моющего концентрата; 4 — насос; 5 — емкость с кавитационной установкой; 6 — резервуар чистой воды

решать проблемы физико-химической очистки воды и обеззараживания биологических примесей (см. рисунок).

Преимущества данной системы: предлагаемая схема оборотного водоснабжения является замкнутой, следовательно, сброса в централизованную канализационную сеть города не осуществляется; рекомендуемая к применению кавитационная установка позволяет достичь 100 %-ной очистки оборотной воды; повторного использования моющих веществ. Срок окупаемости установки полтора года.

Заключение

В экспериментальных исследованиях был получен результат 100 %-ного обеззараживания с пролонгированным эффектом до 6 месяцев. На эффективность кавитационной обработки не влияет ни мутность, ни солевой состав обрабатываемой воды, ни ее цветность. При сравнении экономических затрат на обеззараживание условной единицы объема воды различными методами кавитация оказывается наиболее эффективной [7]. Рекомендательный метод обеззараживания пригоден не только для рассматриваемой системы водопользования, но и может применяться на других объектах, имеющих схожие проблемы в системе водоподготовки.

Установки подобного типа позволяют создать оборотную систему водоснабжения, отличающуюся эффективной системой водоочистки, что приводит к снижению эксплуатационных затрат, экологических рисков, нагрузки на городские очистные сооружения, способствуя реализации программ эффек-

тивного природопользования и ресурсосбережения.

Список литературы

1. Гутенев В. В. Экология техносферы: учеб. пособие для вузов / В. В. Гутенев, Т. А. Кулагина, О. Н. Русак и др. — М.: "Маджента", 2008. — 468 с.
2. Колесников В. А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В. А. Колесников, Н. В. Меньшутина. — М.: ДеЛи принт, 2005. — 266 с.
3. Кулагина Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Т. А. Кулагина. — Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. — 332 с.
4. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды: 4-е изд. перераб. и доп. / Л. А. Кульский. — Киев: Наукова думка, 1983. — 528 с.
5. Рябов А. К. Искусственная аэрация природных вод / А. К. Рябов, Л. А. Сиренко. — Киев: Наукова думка, 1982. — 204 с.
6. Техника защиты окружающей среды / Н. С. Торочешников, А. И. Родионов, Н. В. Кельцев, В. Н. Клушин. — М.: Химия, 1981. — 368 с.
7. Евстигнеев В. В. Кавитация в технологиях очистки сточных вод / В. В. Евстигнеев, В. А. Кулагин // В мире научных открытий. 2010. — № 5 (11). — С. 87—90.
8. Дубровская О. Г. Технология гидротермодинамической обработки природных и сточных вод с использованием эффектов кавитации: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 01.14.04, 05.23.04 / О. Г. Дубровская; Сибирский федеральный университет; рук. работы В. А. Кулагин. — Красноярск, 2007. — 22 с.
9. Дубровская О. Г. Обеззараживание и кондиционирование питьевой и сточных вод / О. Г. Дубровская // Социальные проблемы инженерной экологии, природопользования и ресурсосбережения: Материалы Всерос. НПК; ред. Б. Ф. Турутин. — Красноярск: ООО "Издательский центр "Платина", 2006. — Вып. XII. — С. 50—59.
10. Васильева Н. Б. Очистка сточных вод с использованием гидродинамической кавитации: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / Н. Б. Васильева; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); рук. работы А. А. Рязанцев. — Новосибирск, 2008. — 18 с.
11. Ивченко В. М. Кавитационная технология / В. М. Ивченко, В. А. Кулагин, А. Ф. Немчин; ред. акад. Г. В. Логвинович. — Красноярск: Изд-во КГУ, 1990. — 200 с.
12. Кулагин В. А. Моделирование двухфазных суперкавитационных потоков: Монография / В. А. Кулагин, А. П. Вильченко, Т. А. Кулагина; ред. В. И. Быков. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. — 187 с.
13. Кулагин В. А. Суперкавитационный миксер / В. А. Кулагин // Гидродинамика больших скоростей. Красноярск: КрПИ, 1992. — С. 134—140.
14. А. с. 1755906 СССР, МКІ В01F5/00. Кавитационный смеситель / В. А. Кулагин, Т. А. Кулагина, Е. П. Грищенко (СССР). — № 4760709/26; заявл. 07.08.89; опублик. 23.08.92, Бюл. № 31. — 4 с.

С. В. Мещеряков, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой "Промышленной экологии", Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина; **К. К. Песцов**, президент АНО "Международный центр содействия развитию предприятий по переработке нефтешламов", председатель подкомитета ТПП РФ по инженерно-технологической деятельности в ТЭК; **Г. И. Шмаль**, канд. экон. наук, Президент Союза нефтепромышленников России, Председатель Совета директоров АО "Роснефтегазстрой", Председатель Правления НО "Топливо-Энергетический Союз"; **Е. А. Иванова**, магистрант, Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина
E-mail: eaivanova-rgung@mail.ru

О необходимости комплексного подхода к переработке нефтяных отходов

Рассмотрены основные проблемы, существующие в сфере переработки нефтяных отходов, а также предложена схема их комплексной утилизации, которая уже сегодня реализуется Автономной некоммерческой организацией "Международный центр содействия развитию предприятий по переработке нефтешламов" (АНО "МЦ РППНШ"). Материал будет интересен предприятиям ТЭК, владеющих отходами, а также организациям, занимающимся их переработкой и утилизацией.

Ключевые слова: нефтяные шламы, нефтяные отходы, утилизация, АНО "МЦ РППНШ", комплексный подход

Meshcheryakov S. V., Pestsov K. K., Schmal' G. I., Ivanova E. A. The need for a comprehensive approach to oil waste recycling

The basic problems that exist in the oil wastes processing are considered by the authors, and the scheme of comprehensive utilization which is already being implemented by the Independent Non-profit Organization "International centre for assistance to development of enterprises processing oil-slime" are proposed. The matter will be interesting to enterprises of Fuel and Energy Sector, which are hold the wastes, as well as to organizations involved in their processing and recycling.

Keywords: oil sludge, oil wastes, utilization, INO "International center for assistance to development of enterprises processing oil-slime", an integrated approach

Проблема утилизации нефтяных отходов — одна из наиболее острых экологических проблем топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России. Предприятиями нефтегазового сектора ТЭК накоплены значительные количества нефтяных отходов, а доля перерабатываемых шламов остается

невелика. Несмотря на обилие исследований в этой области до сих пор так и не проработан вопрос комплексного подхода к решению проблемы. А без такого подхода невозможно обеспечить нулевой экологический цикл шламов и эффективную работу в данной отрасли.

На сегодняшний день предприятиями нефтегазового комплекса России накоплено огромное количество нефтяных отходов. По самым приблизительным подсчетам ежегодное увеличение их количества составляет около 3 млн т. По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ на 2009 г. нефтью и нефтепродуктами загрязнено порядка 65 тыс. га почв, около 2,5 тыс. т нефтепродуктов сброшено в водоемы со сточными водами [1]. Консалтинговые агентства приводят данные о накопленных буровых шламах в размере 9 млн т [2], резервуарных и прудовых шламах — 6,5 млн т [3] (рис. 1).



Рис. 1. Накопленные объемы шламов



Компании — владельцы нефтяных отходов не престанно заявляют об успехах в работе по их ликвидации, уменьшению количества порывов нефтепроводов, площади нефтезагрязненных земель, увеличению затрат на экологические нужды. Однако в период с 2000 по 2009 гг. площадь нефтезагрязненных почв увеличилась в 1,2 раза, акваторий поверхностных вод — в 1,16 раза, объем разливов нефтепродуктов в результате аварий нефтепроводов — в 1,53 раза [1, 4].

Приведенные значения дают наглядную количественную картину масштабности проблемы. Тем не менее, имеются основания полагать, что и эти цифры являются заниженными вследствие трудностей в учете данного вида отходов, а нередко и сокрытия их фактического количества.

На данный момент в области утилизации нефтяных отходов складывается парадоксальная ситуация. С одной стороны, у нефтяных компаний имеется понимание необходимости заниматься переработкой отходов, с другой стороны, существующая номенклатура технологий не в состоянии осуществить это грамотно и результативно. Ни одна из отдельно существующих сегодня технологий не в состоянии показать "экологический ноль", а при выполнении только части работ ожидаемого эффекта не будет.

На мировом и российском экологическом рынке присутствует значительное количество фирм и организаций, ставящих перед собой задачу получения из нефтяных отходов нефтесодержащей массы, которая бы в дальнейшем подвергалась переработке в товарный продукт. Причем эти технологии претендуют на универсальность с надеждой применения для любого вида нефтяных отходов.

Однако, как показывает практика, каждый вид нефтяных отходов имеет свою специфику, разное содержание взвешенных частиц, различный химический состав. Поэтому для решения данной экологической проблемы необходим индивидуальный комплексный подход с привлечением различных технологий, которые могли бы решить эти задачи "под ключ".

Парадоксальным также является тот факт, что значительная часть организаций имеет лицензию на работу с опасными отходами, но не имеет экологически оправданной технологии. Владельцы лицензии вынуждены приобретать технологии, не имея соответствующего опыта работы. В результате зачастую отходы свозятся на полигоны, свалки ТБО и должным образом не утилизируются.

Работу в отрасли осложняет несовершенство законодательной и нормативной базы в вопросах права собственности на отходы, лицензирования

деятельности, тендерной системы проведения работ и ряда других.

Немаловажной проблемой является желание каждой компании построить собственную схему переработки отходов, однако нужно понимать, что реализовать эффективный технологический цикл их утилизации в рамках одного предприятия невозможно. Кроме того, необходимым является участие государственных структур, потому как эффективное взаимодействие государства и предприятий в сфере переработки нефтешламов — залог успешной экологической политики России в целом.

Для выполнения грамотного комплексного решения проблем переработки нефтяных отходов предложена схема организации данного процесса, в которой учтены интересы всех сторон (рис. 2 — см. 4-ю стр. обложки).

На предприятиях нефтяного сектора находится огромное количество нефтяных шламов различной природы: резервуарные, прудовые, разливы нефтепродуктов на грунте, нефтепродукты в линзах, проливы в результате чрезвычайных ситуаций. Так как предприятия, как правило, не обладают необходимыми ресурсами для переработки данного вида отходов (лицензия, технология, оборудование), нефтяные шламы передаются сторонним организациям.

Свойства нефтешлама в каждой из перечисленных групп неодинаковы, а потому на первой стадии переработки следует применять различные технологии. Нефтезагрязненные грунты подвергаются отмывке, а затем, как и прудовой, резервуарный шлам, нефтепродукты линз, — сепарации на декантерах с выделением водной фазы, кека и углеводородной составляющей (УВ).

Применяя доступные на сегодняшний день технологии, производится очистка воды от загрязнений и доведение ее качества до требований, позволяющих осуществлять сброс в водные объекты или использовать для технологических нужд. Осадок, получаемый после очистки воды, перерабатывается и захоранивается совместно с кеком.

Углеводородные остатки сепарации каждого вида нефтяных шламов собираются вместе и готовятся на переработку. При необходимости снижения вязкости, разбавления полученной смеси могут использоваться нефть, конденсат, а при их отсутствии — нефтепродукты, содержащиеся в линзах. Углеводородная составляющая подвергается обезвоживанию, обессоливанию или иным технологическим операциям (например, ультразвуковая обработка, кавитация), позволяющим впоследствии отправить смесь на атмосферную разгонку с получением товарных продуктов (бен-

зин, керосин, дизельное топливо, мазут), которые в дальнейшем реализуются.

Осуществление всех этапов представленной схемы требует четкого руководства и контроля. Для этих целей, а также для финансирования проекта в целом предполагается создание управляющей компании. Именно ей предстоит оплачивать все технологические операции по переработке нефтяных шламов, начиная с их сепарации и отмывки и заканчивая процессами, обеспечивающими законченность жизненного цикла отходов. Средства будут поступать как от инвестора, заказчиков работ (владельцев отходов), так и от реализации продуктов переработки нефтешламов.

Несомненно, дискуссионным остается вопрос о результативности используемых технологий и добросовестности подрядчиков. Ведь, как уже было упомянуто выше, сегодня на рынке присутствует немало организаций, создающих видимость работы в области утилизации отходов. И таких игроков нужно исключать из рынка, обеспечивая добросовестным компаниям широкое поле для деятельности.

По инициативе Торгово-промышленной палаты РФ создана АНО "МЦ РППНШ", которая ставит своей целью организацию взаимодействия (взаимопомощи) между предприятиями по утилизации и переработке нефтешламов, опасных промышленных отходов, между проектными и исследовательскими институтами, финансовыми структурами, предприятиями-заказчиками.

В рамках деятельности АНО "МЦ РППНШ" создан Экспертный совет, включающий представителей Министерства энергетики РФ, Ростехнадзора, Росприроднадзора, Минтранса России, нефтяных компаний России. Этот совет призван осуществлять анализ технологических решений на их пригодность к переработке определенного вида отходов с экологической и экономической эффективностью, а также рекомендовать (или не рекомендовать) технологии к использованию. В составе АНО также имеется Координационный совет, возглавляемый Г. И. Шмалем. Рабочая группа АНО "МЦ РППНШ" ведет разработку рекомендаций органам законодательной и исполнительной власти Российской Федерации по созданию условий для обязательного применения современных технологий и оборудования для защиты окружающей среды от вновь образующихся и уже накопленных нефтеотходов на предприятиях ТЭК.

Любому участнику рынка — владельцу технологии, лицензии, заказчику — гарантировано участие в проекте на безконкурсной основе. Немаловажным направлением работы АНО "МЦ РППНШ" является создание атласа наиболее доступных техноло-

гий с тем, чтобы показать кто и насколько эффективно работает в области переработки нефтяных отходов.

Для реализации описанной выше схемы, которая является всего лишь одним из проектов АНО "МЦ РППНШ", последней выработан алгоритм, который уже сегодня приводится в действие (рис. 3 — см. 4-ю стр. обложки). На первом этапе работ производится аэрокосмическая съемка территорий, отобранных экспертами для реализации проекта. На сегодняшний день производится картирование трех регионов, "богатых" нефтяными отходами, — Саратовская область, Нижневартовск, Краснодарский край. На основе интерпретации полученных данных будет выбран один из регионов, на территории которого предполагается проведение мониторинга с целью выявления площадей, объемов и концентраций нефтяных загрязнений. Принятие решения об организации работ по проведению в жизнь представленного проекта осуществляется на основе данных мониторинга.

Решение проблемы утилизации нефтяных отходов невозможно без изменений в нормативно-правовой базе. Необходим пересмотр вопроса права собственности на отходы, порядка выдачи лицензии на производство работ с опасными отходами, нормативной базы в сторону приближения к мировым стандартам в целом. Важно усовершенствовать классификацию отходов, вредных и опасных веществ, ПДК, ПДВ, ПДС и др. в сторону смягчения, устранить ведомственную разобщенность методик исследований, пересмотреть налоговый кодекс для переработчиков отходов и отношение к тендерной системе. Основопологающим принципом отрасли должен быть принцип, что отходы — это вторичное сырье для получения товарного продукта путем их комплексной переработки. Предприятия должны понимать, что ликвидация отходов — сложная научно-техническая работа, которая стоит немалых затрат. Обеспечить экологически эффективную утилизацию нефтяных отходов возможно только в рамках совместной работы всех заинтересованных сторон.

Список литературы

1. **Государственный доклад** "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 г.". — М., Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2010.
2. **Исследование** рынка услуг и оборудования по переработке буровых шламов. — М.: AT Consulting Company, 2011. — С. 21.
3. **Рынок** утилизации нефтешламов РФ в 2004—2011 гг. — М.: AT Consulting Company, 2011. — С. 6.
4. **Охрана** окружающей среды в России. Статистический сборник. — М.: Госкомстат России, 2001.



УДК 502.01

Ж. А. Свергузова, канд. техн. наук, доц., **Д. А. Ельников**, асп.,
С. В. Свергузова, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
E-mail: pe@intbel.ru

Очистка сточных вод от красителей "Оранжевый R" и "Метиленовый голубой" отходом сахарного производства

Рассмотрен способ очистки окрашенных сточных вод твердым отходом сахарной промышленности — дефекатом. Данные проведенных исследований позволяют судить о перспективности использования обожженного дефеката для очистки сточных вод от красителей.

Ключевые слова: очистка, красители, сорбция, сточные воды, отход сахарной промышленности

Svergouzova Z. A., Yelnikov D. A., Svergouzova S. V. Clearing the sewages from dye staffs "Orange R" and "Metilenovyy blue" departure sugar production

It's described way cleanings painted sewages by hard departure to sugar industry — defekats. Were an organized experiences from which follows that use thermal modified defekats has positively affects for cleanings of the sewages from dye staffs.

Keywords: cleaning, colorants, sorption, waste waters, sugar industry waste

Негативные изменения во многих водных объектах приняли характер экологической катастрофы, поскольку в течение многих десятилетий в водоемы поступают миллионы кубометров неочищенных или недоочищенных сточных вод.

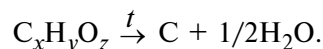
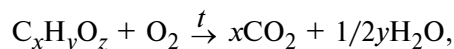
Эффективным способом уменьшения количества загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты, является повышение КПД работы существующих очистных сооружений и разработка новых эффективных экологически и экономически оправданных способов очистки сточных вод.

К одним из широко распространенных и крупнотоннажных загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах предприятий, относятся красители. Красители используются в текстильной, обувной, кожгалантерейной, меховой и других отраслях промышленности и в ходе технологических операций со сточными водами, ввиду несовершенства очистных систем, попадают в водные объекты. Присутствие красителей в воде водных объектов ухудшает светопропускаемость вследствие увеличения цветности воды, повышает показатель ХПК, тем самым снижая в водной среде содержание растворимого кислорода и ухудшая условия существования гидробионтов [1].

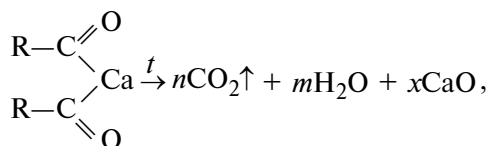
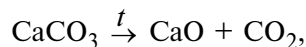
Традиционными способами очистки сточных вод от красителей являются сорбционные технологии, основанные на использовании активированных углей. Эти способы эффективны при очистке многокомпонентных сточных вод в широком диапазоне концентраций и позволяют производить очистку до нормативных требований к загрязняющим веществам на выходе. Однако активированные угли довольно дороги, что обуславливает высокую себестоимость очистки. Кроме того, активированные угли подлежат регенерации и дальнейшей утилизации, что приводит к еще большему удорожанию процесса очистки. Стоит также отметить, что при изготовлении активированных углей расходуется древесина лесных пород, что с точки зрения природопользования является нерациональным. Поэтому поиск новых эффективных сорбционных материалов, полученных на основе отходов промышленности или местного сырья, является актуальным [2].

Одним из перспективных материалов, пригодных к использованию для очистки сточных вод от красителей является отход сахарной промышленности — дефекаат. Дефекаат — фильтрационный осадок, образующийся на стадии очистки (сатурации) диффузионного сока сахарной свеклы в результате фильтрации соков на пресс-фильтрах. В основном он состоит из карбоната кальция CaCO_3 (75 %), некоторого количества сахаров, адсорбированных органических веществ. Размер частиц дефекаата по данным дисперсионного анализа не превышает 600 мкм при среднем размере частиц 30 мкм [3].

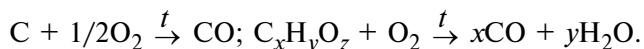
Для использования дефекаата в водоочистке исходный дефекаат (ИД) подвергли обжигу при температуре 600 °С. Поскольку в качестве примесей в ИД содержатся органические вещества, процесс их окисления протекает по следующим схемам:



Кроме того, возможно частичное разложение CaCO_3 и кальциевых солей карбоновых кислот:



а также возможны следующие реакции (при недостатке кислорода)



Обоженный дефекат (ОД) представляет собой порошок черного цвета, состоящий из частиц $CaCO_3$, покрытых слоем сажи. Поскольку в ходе термического дифференциального анализа было установлено, что сгорание углеродного слоя происходит при температуре более $615^\circ C$, то с целью предотвращения сгорания углерода и образования токсичного СО обжиг ИД проводили при температуре $600^\circ C$.

Для проведения эксперимента готовили модельные растворы, содержащие красители "Оранжевый R" (ОР) и "Метиленовый голубой" (МГ). При исследовании использовались модельные растворы с концентрациями 25 и 50 мг/л для ОР и 15 и 30 мг/л для МГ. Концентрацию красителей до и после очистки определяли фотоколориметрическим методом при длине волны $\lambda = 490$ нм для ОР и $\lambda = 590$ нм для МГ.

К модельным растворам добавляли обоженный дефекат, образовавшуюся суспензию перемешивали, фильтровали через бумажный фильтр ("белая лента"), в фильтрате определяли остаточные концентрации красителей. В экспериментах исследовали зависимость эффективности очистки от массы добавки ОД, длительности перемешивания и температуры среды. Из результатов исследований, представленных на рис. 1, следует, что при добавлении ОД к модельному раствору в количестве до 3 г на 100 мл раствора эффективность очистки заметно повышается, а при дальнейшем увеличении массы добавляемого ОД эффективность очистки возрастает лишь на 2...4 %. Таким образом, массу добавки ОД в количестве 3 г на 100 мл раствора следует считать рациональной, обеспечивающей высо-

кую эффективность очистки и в то же время не влекущей за собой перерасход чистящего агента.

Чтобы выявить целесообразность термической модификации исходного дефеката, необходимо было сравнить показатели эффективности очистки при использовании ОД, ИД и карбоната кальция, поскольку ИД содержит около 75 % этого соединения.

В модельный раствор ОР с концентрацией 25 мг/л вносили навески каждого сорбента от 1 до 5 г (рис. 2). Из представленного рисунка следует, что эффективность очистки с помощью ИД и карбоната кальция даже при добавлении максимального количества сорбента не превышает 53 % для ИД и 44 % для карбоната кальция, в то время как эффективность очистки ОД на отрезке от 1 до 2 г возрастает до 91 %, а в конечном итоге составляет 97 %. Следовательно, можно сделать вывод, что применение ОД значительно увеличивает эффективность очистки.

Длительность перемешивания в процессе очистки вод от загрязнителей имеет важное значение, так как влияет на процесс взаимодействия сорбента с сорбатом и определяет эффективность процесса.

Как видно из результатов исследований (рис. 3, а), в первые 10 мин процесса эффективность очистки сорбентом ОД возрастает до 96 % для раствора с исходной концентрацией 25 мг/л и до 97,5 % для раствора с концентрацией 50 мг/л.

В дальнейшем эффективность очистки возрастает незначительно и по истечении 30 мин достигает 98 % для раствора с исходной концентрацией 25 мг/л и до 98,5 % для раствора с концентрацией 50 мг/л.

При исследовании раствора МГ использовали 3 г ОД на 100 мл раствора и для выведения кривой на плато увеличили продолжительность опыта до 60 мин, с определением эффективности очистки каждые 5 мин (рис. 3, б). Из графиков на рис. 3, б следует, что интенсивное

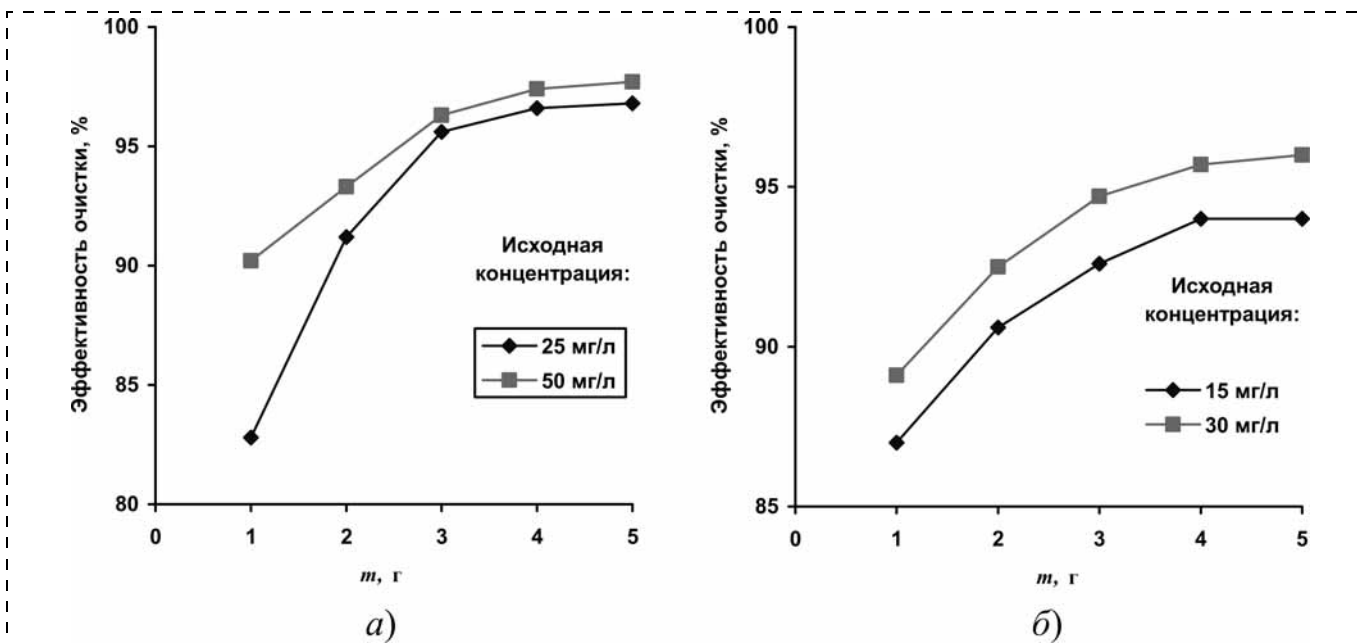


Рис. 1. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР (а) и МГ (б) от массы m добавления ОД

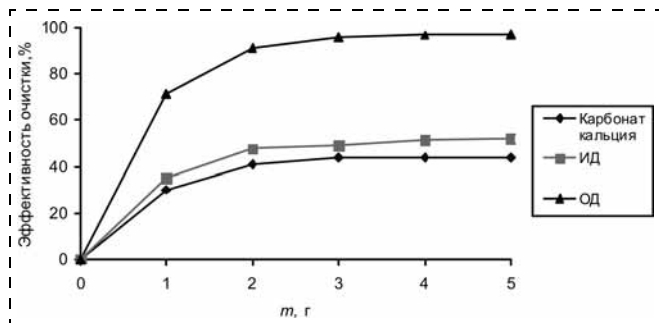


Рис. 2. Зависимость эффективности очистки от массы m добавки сорбента

увеличение эффективности очистки (до 94 %) наблюдается в течение первых 15 мин перемешивания. В дальнейшем эффективность увеличивается не столь

интенсивно. Так, при перемешивании от 15 до 60 мин эффективность возрастает от 94 до 96 %.

Вероятно, это можно объяснить тем, что в первые минуты взаимодействия красителя с ОД на поверхности дефеката имеется большое количество участков поверхности, к которым могут приблизиться молекулы красителя и адсорбироваться на поверхности сорбента. В дальнейшем свободной поверхности на частицах ОД становится все меньше и молекулам красителя сложно приблизиться к поверхности сорбента и удержаться около нее силами сорбционного взаимодействия. Поэтому рост эффективности очистки замедляется.

Было исследовано также влияние температуры на эффективность очистки. Следует отметить, что влияние температурного фактора на различные физико-химические процессы неоднозначно. С одной стороны, при повышении температуры увеличивается кинетическая энергия частиц, что приводит к их более частым столкновениям и взаимодействиям; возрастает ско-

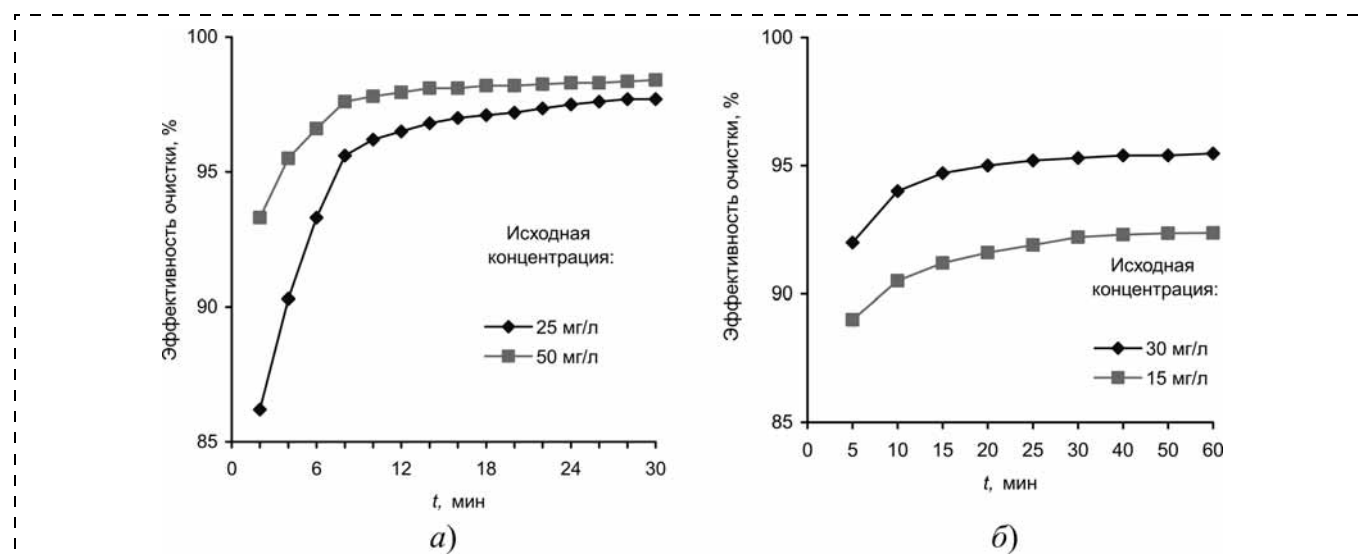


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР (а) и МГ (б) от длительности t перемешивания

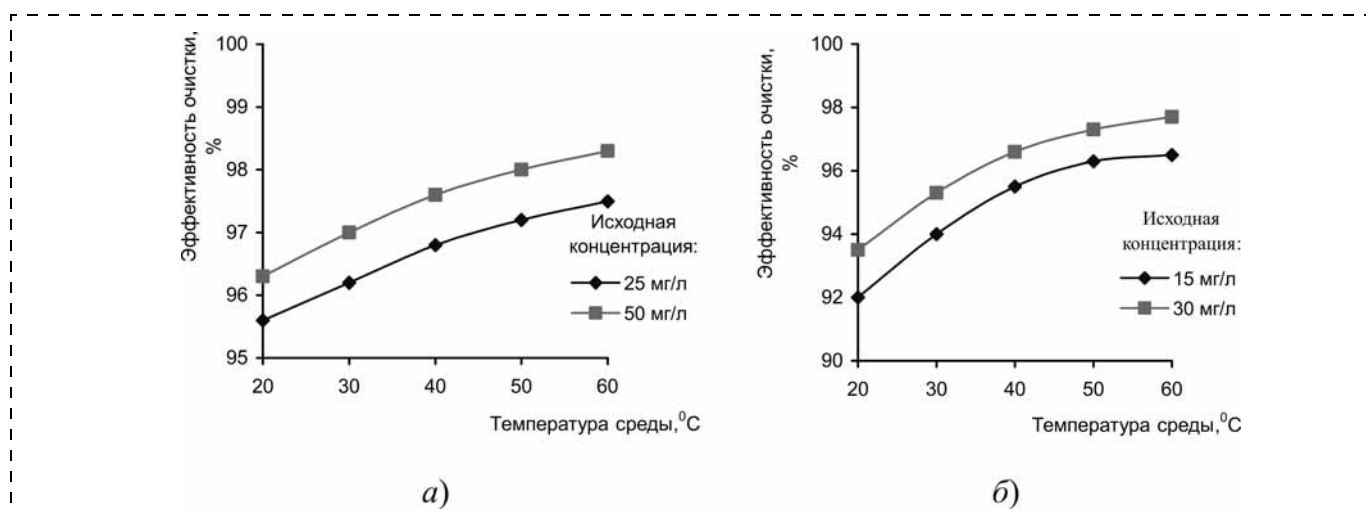


Рис. 4. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР (а) и МГ (б) от температуры раствора

рость большинства химических реакций, интенсифицируются процессы адсорбции. С другой стороны, повышение температуры приводит к увеличению растворимости веществ, ускорению обратных реакций, усилению процессов десорбции. Поэтому следующим этапом работы являлось исследование зависимости эффективности очистки от повышения температуры раствора.

К растворам красителей ОР и МГ, нагретым до заданной температуры, добавляли навески ОД. Для поддержания заданной температуры реакционные емкости помещали в термостатические рубашки из асбестового волокна. Масса навески составляла 2 г для ОР и 3 г для раствора МГ, длительность перемешивания 15 мин. После окончания перемешивания растворы фильтровали через бумажный фильтр "белая лента", в фильтрате определяли остаточную концентрацию красителей фотоколориметрическим методом.

Как следует из рис. 4, а эффективность очистки растворов красителя ОР увеличивается с ростом температуры незначительно, с 95,6 и 96,3 % при температуре 20 °С, и до 97,5 и 98,3 % при температуре 60 °С для исходных концентраций 25 и 50 мг/л, соответственно.

На графике, представленном на рис. 4, б, показана зависимость эффективности очистки растворов МГ

от температуры. Наблюдается также незначительное увеличение эффективности при подъеме температуры аналогично эксперименту с раствором ОР.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что при использовании обожженного дефека для очистки модельных растворов от красителей "Оранжевый R" и "Метиленовый голубой" при добавке ОД в количестве 3 г на 100 мл раствора достигается эффективность очистки 98—99 % при исходных концентрациях красителей 30...50 мг/л, длительности перемешивания 15 мин и температуры раствора 20...60 °С.

Предлагаемый способ можно рекомендовать для очистки водных сред, содержащих красители типа "Оранжевый R" и "Метиленовый голубой".

Список литературы

1. Мельников Б. Н. Применение красителей / Б. Н. Мельников, П. В. Морыганов. — М., 1976. — С. 54—118.
2. Смирнов А. Д. Сорбционная очистка воды / А. Д. Смирнов. — Л.: Химия, 1982. — 168 с.
3. Тарасова Г. И. Перспективы переработки дефека — отхода сахарной промышленности для получения сорбента / Г. И. Тарасова, Ж. А. Свергузова // Междунар. Конф. — Харьков: Сотрудничество для решения проблемы отходов, 2005. — 342 с.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

УДК 502.5:504.05:504.42:614.8:627:667.7

Д. В. Архипов, асп., Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
E-mail: ArkhipovDenisV@gmail.com

Влияние мелкодисперсных ледовых осколков на поверхности морских акваторий на пространственные изменения нефтяного слика

Рассмотрен двухсценарный процесс распространения нефтяного слика по акватории замерзающих морей. Приведены результаты физическо-го моделирования пространственных изменений разлива нефти заданного объема в морскую воду при различной температуре и концентрации мелкодисперсных ледовых осколков (шуги).

Ключевые слова: разлив нефтепродуктов, замерзающие моря, шуга

Arkhipov D. V. *The influence of offshore zone surface fine ice fragments on the oil slicks spatial variation*

The article deals with two script process of oil slick spreading in the frozing offshore zone. The results of a given volume spatial variation physical modelling in the sea in different temperatures and ice slush are shown.

Keywords: oil spill, frozen water area, ice slush

Растущая потребность в энергоресурсах способствует постоянному развитию нефтегазового комплекса, в связи с чем ежегодно проводятся изыскание и освоение природных ресурсов на новых территориях. При этом с начала XXI века энергетический вектор России постепенно смещается в сторону Восточной Сибири и Дальневосточного региона. В первую очередь это связано с



тем, что более 75 % месторождений нефти и газа уже вовлечены в промышленное освоение, при этом их средняя выработанность близка к 50 %. Во-вторых, освоение подтвержденных запасов на континентальном шельфе уже к 2020 г. может составить до 20 % от общей добычи углеводородов в России.

Так, по оценке Министерства природных ресурсов около 4 из 6,2 млн км² являются перспективными на нефть и газ [1, 2]. Ежегодные объемы добычи с континентального шельфа составляют порядка 13,5 млрд т, из них 66,5 % приходится на бассейны Баренцева и Карского морей [2, 3]. Реализация проектов освоения шельфовых месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также наращивание мощностей нефтепроводной системы Восточная Сибирь—Тихий океан, существенно увеличило объемы транспортировок жидких углеводородов морским путем, транспортные коридоры которого проложены в бассейнах замерзающих морей.

Наибольшую трудность при прогнозировании последствий разлива представляет описание процессов пространственных изменений нефтяного slicka по морской акватории. В условиях замерзающих морей (низких температур) данная операция усложняется изменением свойств нефтепродукта, а также наличием внешнего ряда факторов, к одному из которых относится ледовая нагрузка.

С целью пополнения знаний о распространении нефтяного пятна в сложных условиях замерзающих морей было проведено физическое моделирование разлива нефтепродуктов постоянного объема в морскую воду. Физическое моделирование проведено в лаборатории Дальневосточного федерального университета. В качестве объекта исследования использовался топочный мазут марки М-100, выбор которого обусловлен низкой интенсивностью испарения, а также схожей динамикой изменения физико-химических свойств под влиянием температуры с основными сортами экспортируемой российской нефти; в качестве подстилающей поверхности — вода Японского моря. В данной работе описывается серия экспериментов в диапазоне температуры водной среды от 0 до –2,5 °C (шаг 0,5 °C). Результаты эксперимента обрабатывались программными продуктами Microsoft Office, MATLAB, Adobe Photoshop и CorelDRAW.

В результате экспериментов было отмечено, что наличие на водной поверхности шуги оказывает влияние на процесс формирования нефтяного slicka следующим образом: длительность растекания увеличивается, в то время как конечные размеры сокращаются. На графике (рис. 1) представлены результаты сравнительных экспериментов растекания slicka по водной поверхности с наличием шуги (А) и без таковой (Б).

Растекание slicka по кривой Б наиболее выражено: приращение площади в интервалах с 1 по 5 достигает значения 80 % от конечных размеров пятна; для достижения конечных размеров требуется на 20 % меньше времени. Распространение slicka по акватории при наличии шуги (кривая А) характеризуется плавным, практически линейным, приращением площади во времени с более длительным процессом растекания.

Физическое моделирование процесса растекания нефти по акватории показало, что увеличение кон-



Рис. 1. Динамика растекания нефтяного slicka

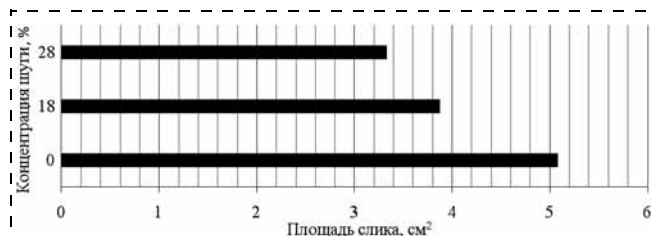


Рис. 2. Влияние концентрации шуги на площадь разлива

центрации шуги на водной поверхности с понижением температуры способствует снижению динамики распространения slicka, сокращению его линейных размеров. На рис. 2 представлена диаграмма отношения концентрации шуги к площади нефтяного пятна постоянного объема.

Таким образом, наличие шуги и величина ее концентрации на акватории оказывает непосредственное влияние на длительность, площадь и интенсивность пространственных изменений разлившегося нефтепродукта. Обзор применяемых моделей прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов на водных бассейнах, оценки предполагаемого ущерба и объемов ликвидационных работ показал, что в качестве исходных данных моделирования используются объем разлива и длительность истечения, в то время как влияние внешних факторов в большинстве случаев не учитывается.

Энергетическая стратегия России до 2020 г. определяет добычу углеводородов на континентальном шельфе в условиях замерзающих морей в качестве приоритетного направления, уделяя особое внимание проблеме экологической безопасности. Особенности природно-климатических условий замерзающих морей определяет необходимость дальнейшего изучения специфики распространения нефтяных пятен в обозначенных водных бассейнах [4].

Список литературы

1. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. А. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. — М.: Ин-октаво, 2005. — 368 с.
2. Евдокимов И. Н. Е 15 Комплект учебных пособий по программе магистерской подготовки "Нефтегазовые нанотехнологии для разработки и эксплуатации месторождений". Часть 4. Проблемы несовместимости нефти при их смешении: Учебное пособие. — М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2008. — 93 с.
3. <http://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2011).
4. <http://www.minprom.gov.ru/> (дата обращения: 18.08.2011).

УДК 628.219

Ю. В. Брынько, канд. техн. наук, доц., **А. Ф. Симанкин**, канд. техн. наук, доц.,
Тульский государственный университет
E-mail: beloysov@tsu.tula.ru

К вопросу об очистке от стронция стабильного подземных жестких вод Тульского региона

В работе приведены данные по распределению стронция стабильного в подземных водах Тульского региона и результаты исследований по химической очистке подземных очень жестких вод от стронция. Показано, что предлагаемый способ позволяет также снизить общую жесткость, удалить железо и марганец из природной воды.

Ключевые слова: подземные воды, стронций стабильный, дозы реагентов, коагулянт, эффект очистки

Brynko U. V., Simankin A. F. *To question about clear of strontium stable underground waters Tula region*

Given strontium happen to In work on distribution stable in underground water Tula region, and results of the studies on chemical clear underground much hard waters from strontium; the proposed way allows also to reduce general acerbity, delete the iron and manganese from natural water.

Keywords: underground water, strontium stable, dose reagent, coagulant, effect peelings

Подземные воды играют значительную роль в обеспечении населения доброкачественной водой. Для Тульского региона характерно широкое и повсеместное использование подземных вод для целей хозяйственно-питьевых нужд населения. Они имеют стабильные физико-химические показатели и достаточно хорошо защищены от загрязнения поверхностными сточными водами. Вместе с тем, подземные воды Тульского региона практически повсеместно обладают высокой минерализацией, жесткостью, повышенным содержанием железа и стронция стабильного (далее — стронций), которые значительно превышают для многих районов области предельно допустимые концентрации (ПДК). Высокое содержание стронция в подземных водах затрудняет использование их для хозяйственно-питьевых нужд населения по органолептическим показателям и делает непригодным для использования ряд высокодебитных подземных источников водоснабжения. Проблема удаления стронция

из подземных вод для Тульского региона является достаточно острой.

По данным исследований специалистов ЦГСЭН по Тульской области [1] на территориях шестнадцати районов, где отмечается повышенное содержание стронция, регистрируется более частая заболеваемость детского населения с поражением костей, не зарашение родничка и позднее развитие организма. В геохимических регионах, богатых стронцием, наблюдается так называемая урвская болезнь или "стронциевый рахит", которая возникает вследствие вытеснения ионов кальция ионами стронция из костной ткани или повышенного поступления в организм стронция на фоне дефицита кальция. Накопление в организме стронция приводит к поражению всего организма, однако наиболее типичным для этого заболевания является развитие дистрофических изменений костно-суставной системы в период роста и развития организма. Болезнь проявляется болями в суставах и мышцах, мышечной слабостью, деформацией межфаланговых, запястных, локтевых суставов с нарушением их подвижности, атрофией мышц, изменением походки. Затем к ним присоединяются признаки миокардита, хронического гастрита, анемии.

Из 24 районов Тульской области и города Тулы превышение по стронцию отмечено в 16 из них, а из числа проб (2230), взятых для исследований, 26 % имеют по стронцию превышение ПДК = 7 мг/л. В табл. 1 [2] дана характеристика загрязнения питьевой воды стронцием по административным территориям Тульской области. Как видно из данных таблицы, ряд районов области, такие как Богородицкий, Киреевский, Узловский, Тепло-Огаревский, имеют постоянно стабильное и высокое превышение концентраций стронция в источниках водоснабжения. Максимальная концентрация стронция в подземных водах Тепло-Огаревского района превышает 47 мг/л, т. е. превосходит требования СанПиН 2.1.4.559—96 "Питьевая вода" в 6,5 раз. Высокие концентрации отмечаются также в Богородицком районе (37,8 мг/л). В последние годы на многих водозаборах области наблюдается повышение концентрации солей жесткости и стронция, что связывают с истощением ряда водоносных горизонтов и использованием более глубоких горизонтов.

Подземные воды с высоким содержанием стронция распространены не только на территории Тульской области и в других регионах Центральной России: Смоленской, Тверской, Московской областях, что



Таблица 1

Характеристика загрязнения питьевой воды стронцием стабильным по административным территориям Тульской области

Территория	Средняя концентрация стронция в пробах, мг/л	Максимальная концентрация стронция в пробах, мг/л	Отношение средней концентрации стронция к ПДК	Отношение максимальной концентрации стронция к ПДК
Тула	2,46933	18,600	0,35561	2,65714
Донской	14,18000	21,410	2,02571	3,05857
Алексинский	0,96414	1,760	0,13773	0,25142
Арсеньевский	12,75750	16,380	1,82250	2,34000
Белевский	14,65000	18,090	2,09286	2,58428
Богородицкий	7,97871	37,840	1,13982	5,40571
Веневский	0,58367	2,280	0,08338	0,32571
Воловский	11,39000	15,400	1,62714	2,20000
Дубенский	0,94934	6,310	0,13740	0,90143
Ефремовский	0,70659	1,360	0,10094	0,19428
Заокский	0,33333	1,570	0,05133	0,22428
Каменский	0,27000	0,270	0,03857	0,03857
Кимовский	2,39167	3,210	0,34167	0,45857
Киреевский	8,07475	21,540	1,15354	3,07714
Куркинский	3,49250	5,640	0,49893	0,80571
Ленинский	0,65758	14,630	0,09666	2,09000
Новомосковский	2,35664	19,240	0,36755	2,74857
Одоевский	10,57400	19,790	1,51057	2,82714
Плавский	10,05968	16,900	1,43710	2,41428
Суворовский	1,33471	9,320	0,19067	1,33143
Т-Огаревский	14,12948	47,260	2,01850	6,75142
Узловской	4,53699	29,500	0,66339	4,21428
Чернский	4,98120	11,490	0,71160	1,64142
Щекинский	9,33712	23,230	1,34682	3,31857
Ясногорский	0,58307	5,400	0,08330	0,77142
Всего по области	4,73178	47,260	0,68656	6,75143

указывает на актуальность проблемы очистки подземных вод от стронция. Повышенную минерализацию, жесткость в подземных водах Тульской области можно объяснить естественными гидрохимическими процессами при прохождении воды через геологические структуры подземных водоносных горизонтов с формированием состава воды с повышенным содержанием стронция и солей жесткости. Для Тульской области, по данным ОАО Подмосковского геологического предприятия "Тула-Недра", достаточно четко прослеживаются границы целестиновой провинции, площадь которой превышает 20 % от площади области [2].

Целью проведенного исследования является изучение методов очистки подземных вод Тульского региона от стронция стабильного и выявление оптимальных параметров процесса очистки. Исследовались химические и сорбционные методы удаления стронция.

Исходя из химических свойств стронция, последний способен образовывать малорастворимые соединения карбоната и сульфата стронция. В качестве исходных реагентов в исследованиях были приняты кальцинированная сода Na_2CO_3 , сульфат натрия Na_2SO_4 и едкий натр NaOH .

Доза реагентов рассчитывалась исходя из стехиометрии, т. е. из реакций:



Первоначальная проверка возможности химического осаждения стронция в виде карбонатов бы-

ла проведена на дистиллированной воде с искусственно вводимой концентрацией стронция, равной 40 мг/л. Доза соды находилась в пределах от 1 до 4 расчетных доз, т. е. 50...200 мг/л. Эксперимент подтвердил возможность удаления растворимого стронция из воды с помощью кальцинированной соды, но при этом было отмечено, что доза соды на дистиллированной воде должна быть не менее двух расчетных.

Проверка этого положения на жесткой водопроводной воде г. Тулы и искусственно вводимым стронцием в количестве 40 мг/л показала, что при дозе соды в пределах от 4 до 6 расчетных хлопьеобразования почти не наблюдалась. Это свидетельствовало о значительном содержании в водопроводной воде солей некарбонатной жесткости, которые вероятно блокируют протекание реакции (1) с образованием карбонатов кальция.

Для интенсификации процесса хлопьеобразования и осаждения взвеси, особенно при низких температурах, применялись коагулянты $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 и флокулянт полиакриламид (ПАА). Подача ПАА дозой 1 мг/л приводит к хорошему хлопьеобразованию с высокой скоростью осаждения, что позволяет воде осветляться в течение 5...15 мин.

Исследования проводились:

- на дистиллированной воде и водопроводной воде г. Тулы с солесодержанием 630 мг/л, общей жесткостью 12,5...14,5 мг-экв/л, карбонатной жесткостью 5,5...6,5 мг-экв/л и с искусственно

Результаты очистки воды от стронция с помощью кальцированной соды

№ пп	Доза реагента, мг/л				pH	Содержание Sr в очищенной воде, мг/л	Эффект очистки, %
	Na ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	FeCl ₃	ПАА			
Очистка водопроводной воды г. Тулы с концентрацией стронция стабильного 30 мг/л							
1	500	50	—	1,0	8,0	2,44	91,87
2	750	50	—	1,0	8,5	1,62	94,6
3	1000	50	—	1,0	10,5	1,1	96,3
4	1200	50	—	1,0	10,8	0,8	97,3
5	750	—	50	1,0	8,5	2,38	92,06
Очистка подземной воды скважины № 7 г. Богородицка с концентрацией стронция 19,13 мг/л							
1	400	50	—	1,0	7,7	11,32	40,83
2	500	50	—	1,0	8,3	7,38	61,42
3	750	50	—	1,0	8,8	6,48	66,13

Таблица 3

Результаты очистки воды от стронция при различных дозах едкого натра

№ пп	Доза реагента, мг/л			pH	Sr		Жесткость общая Ж _о	
	NaOH	Ca(OH) ₂	ПАА		Содержание в очищенной воде, мг/л	Эффект очистки, %	Содержание в очищенной воде, мг-экв/л	Эффект очистки, %
Очистка водопроводной воды г. Тулы с концентрацией стронция стабильного 30 мг/л								
1	500	—	—	8,8	5,15	82,83	—	—
2	750	—	—	9,3	2,90	90,33	—	—
3	1000	—	—	9,8	2,50	91,66	—	—
4	1200	—	—	11,8	2,95	90,17	—	—
5	750	—	—	9,3	2,90	90,33	—	—
6	500	—	—	9,0	4,75	84,16	—	—
Очистка подземной воды скважины № 7 г. Богородицка с концентрацией стронция 19,13 мг/л								
1	300	—	0,5	9,0	7,13	62,73	7,2	67,27
2	400	—	—	10,2	5,88	69,26	6,0	72,72
3	500	—	—	10,8	3,40	82,22	6,0	72,72
4	600	—	—	11,0	1,05	94,51	2,5	88,64
5	300	300	0,5	9,5	3,22	83,16	5,0	77,37

вводимым стронцием стабильным концентрацией 30 мг/л;

- на подземной воде из скважины № 7 г. Богородицка Тульской области с солесодержанием 1050 мг/л и общей жесткостью 22 мг-экв/л и содержанием стронция в природной воде, равным 19,13 мг/л.

Результаты опытов по очистке воды от стронция с применением кальцинированной соды приведены в табл. 2. Как видно из таблицы, эффект очистки при увеличении дозы соды от 500 до 1200 мг/л повышается с 91,87 до 97,3 %. Исходя из результатов опытов следует, что приемлемую степень очистки Sr до значений требований СанПиН, т. е. до 7 мг/л, можно достигнуть при дозе Na₂CO₃ менее 500 мг/л, что подтверждается опытами с артезианской водой скважины № 7 г. Богородицка с содержанием Sr = 19,13 мг/л.

Опыты показали, что воду с высокой жесткостью из скважины № 7 г. Богородицка можно очищать с помощью соды, доза которой для достижения содержания Sr в очищенной воде менее 7 мг/л не должна быть ниже 750 мг/л при значении pH = 8,8. Надо полагать,

что при более высоком значении pH процесс коагуляции будет проходить более интенсивно. Достоверность настоящего предположения была проверена с использованием едкого натра.

Экспериментальная проверка воздействия едкого натра проведена на водопроводной воде г. Тулы с искусственным внесением стронция в количестве 30 мг/л и на подземной воде из скважины № 7 г. Богородицка. Результаты очистки воды от Sr с применением NaOH приведены в табл. 3.

Опыты с очисткой водопроводной воды г. Тулы (см. табл. 3) свидетельствуют:

— о высокой технологической эффективности очистки воды от стронция с помощью едкого натра дозой от 500 до 1000 мг/л, при которой эффект очистки находился в пределах 82,83...91,66 %, причем с увеличением дозы реагента эффективность очистки возрастала;

— о возможности повышения эффективности процесса с помощью рециркуляции осадка в количестве 10 % от объема воды, что позволяет при пониженных дозах реагента повышать эффект очистки.



В зависимости от дозы реагента объем осадка после полуторачасового отстаивания находится в пределах от 9 до 14 % от объема исходной воды.

При опытах с подземной водой из скважины № 7 г. Богородицка ($J_0 = 22$ мг-экв/л, $Sr = 19,13$ мг/л) были получены следующие результаты. Наиболее высокий эффект очистки воды от Sr наблюдается при дозах $NaOH$ равных 500...600 мг/л при $pH = 10,8...11,0$. При этом остаточная концентрация Sr в воде составляет 3,4...1,05 мг/л.

Снижение дозы $NaOH$ до 400 мг/л уменьшает эффект очистки по Sr до 69,26 %, а снижение дозы $NaOH$ до 300 мг/л нарушает хлопьеобразование таким образом, что даже дополнительно введенная доза ПАА, равная 1 мг/л, не дает положительного результата: в очищенной воде содержание Sr более 7 мг/л. Это связано еще и с тем, что большая часть щелочи расходуется на умягчение воды с образованием карбоната кальция.

Дозу дорогого реагента можно снизить заменив 50 % $NaOH$ более дешевой известью в сочетании с ПАА дозой 1 мг/л. Как видно, при дозе $NaOH = 300$ мг/л совместно с известью дозой 300 мг/л и ПАА, равным 0,5 мг/л, происходит снижение стронция на 77,37 % с его остаточным содержанием в воде равным 3,22 мг/л. Процесс очистки сопровождается хорошим хлопьеобразованием с осветлением воды в течение 15...30 мин.

Применение щелочных реагентов наряду с удалением Sr из воды значительно снижает остаточную концентрацию общей жесткости (см. табл. 3), в результате, с увеличением дозы реагента и повышением глубины очистки от стронция адекватно снижается общая жесткость воды.

Исходя из результатов проведенных исследований можно сделать выводы:

- очистка подземной воды от Sr до требований СанПиН возможна с помощью химического осаждения;
- в качестве реагентной очистки воды от стронция можно рекомендовать три варианта технологической схемы очистки.

По первому варианту: реагентная очистка природной воды с применением едкого натра дозой 500...600 мг/л для комплексного удаления взвешенных веществ, солей жесткости, железа, марганца и стронция.

Технологическая схема предусматривает наличие следующих основных сооружений: смесителя вертикального типа или механического для смешения 4—5 %-ного раствора $NaOH$ с водой с течение 1—2 мин, флотатора пенной сепарации для извлечения образующихся хлопьев нерастворимых соединений в пенный продукт или осветлителя конструкции ВТИ, открытого песчаного фильтра, загруженного кварцевым песком или цеолитом с крупностью фракций 0,6...2 мм, стабилизатора для корректировки pH воды.

Эффективность очистки от стронция по рекомендуемой схеме составляет более 80 % при дозе $NaOH$ 500...600 мг/л с рециркуляцией осадка в объеме 7...10 %. При этом снижается общая жесткость и щелочность исходной воды более чем на 80 %. Содержание железа снижается практически до нуля. Данная схема позволяет очищать воду с содержанием стронция более 20 мг/л и общей жесткостью более 20 мг-экв/л и содержанием железа общего до 15 мг/л до содержания стронция не более 4 мг/л, общей жесткости 3...5 мг-экв/л, железа менее 0,1 мг/л. Такие параметры позволяют обеспечить очистку части исходной воды с последующим смешением с исходной водой.

По второму варианту: кальцинированная сода дозой 700...800 мг/л; $Al_2(SO_4)_3 = 50$ мг/л; ПАА — 1 мг/л. Эффективность извлечения стронция составляет более 65 %.

Технологическая схема по этому варианту должна включать: смеситель вертикального типа или механический для смешения 4...5 %-ного раствора Na_2CO_3 с водой в течение 1...2 мин, осветлитель со взвешенным слоем осадка с поддонным шламоуплотнителем или осветлитель конструкции ВТИ с рециркуляцией осадка, открытый песчаный фильтр, загруженный кварцевым песком или цеолитом с крупностью фракций 0,6...2 мм, реагентное хозяйство.

По третьему варианту: $NaOH$ дозой 300 мг/л, $Ca(OH)_2 = 300$ мг/л, ПАА — 1 мг/л. Эффективность извлечения стронция составляет более 80 %.

Технологическая схема в этом случае предусматривает наличие следующих основных сооружений: смесителя вертикального типа или механического для смешения 4...5 %-ного раствора $NaOH$ с водой в течение 1...2 мин, осветлителя конструкции ВТИ со взвешенным слоем осадка с рециркуляцией, открытого песчаного фильтра, загруженного кварцевым песком или цеолитом с крупностью фракций 0,6...2 мм, стабилизатора для корректировки pH воды.

Все три варианта обеспечивают аналогичное умягчение воды от солей жесткости. Учитывая, что pH очищенной воды по всем трем вариантам реагентного осаждения составляет более 9, возникает необходимость дополнительных технологических операций на стабилизацию воды до $pH = 6,5...8,5$, которую можно осуществлять с помощью соляной кислоты.

Список литературы

1. Ястребова Н. Н., Ряполова А. И., Шишкина Д. И. Проблема стабильного стронция в питьевой воде Тульской области // Проблемы профилактической медицины. — 2000. — № 3 (11).
2. Недра Тульской области / ОАО Подмосковное геологическое предприятие "Тула-Недра". — Тула, 2000.

В. Л. Потемкин, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., **Т. Г. Потемкина**, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск
E-mail: klimat@lin.irk.ru

Атмосферный перенос примесей: экологический аспект (на примере Байкальского региона)

Обсуждается возможный путь поступления антропогенных примесей в котловину озера Байкал и на территорию Байкальского заповедника через атмосферный канал. Распространение примесей в атмосфере описано с помощью нестационарной трехмерной модели эйлерова типа, основанной на численном решении полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии. Показано распределение рассчитанных полей плотности массового расхода твердых взвесей у подстилающей поверхности за год.

Ключевые слова: атмосферный перенос, примеси, моделирование, химический состав, Байкал

Potymkin V. L., Potymkina T. G. Atmospheric transfer of impurities: ecological aspect (in Baikal region)

A possible pathway of anthropogenic impurity input into the basin of lake Baikal and onto the territory of the Baikal Reserve via atmospheric channel was discussed in this paper. Distribution of impurities in the atmosphere was described with the help of a non-stationary three-dimensional model of Euler type based on the digital solution of semi-empirical turbulent diffusion equation. We compiled a map of distribution of suspended particles per year at the underlying surface.

Keywords: atmospheric transfer, impurity, suspension, numerical modeling, chemical composition, lake Baikal

Решение экологических проблем, связанных с загрязнением воздушной среды, зависит от знания физических параметров атмосферы, важной составляющей частью которой являются атмосферный аэрозоль и газы. Химический состав атмосферного аэрозоля определяется его источниками и типом тех химических превращений, которым подвергается аэрозольное вещество. Источниками антропогенного аэрозоля являются газовые и пылевые выбросы от предприятий тепло- и электроэнергетики, автотранспорта и функционирующих промышленных предприятий, большинство из которых поставляют выбросы не выше пограничного слоя атмосферы.

О загрязнении атмосферы Байкала антропогенными примесями свидетельствуют результаты многочисленных инструментальных исследований [1–3]. Существуют различные точки зрения, кто вносит наибольший вклад в загрязнение региона озера и откуда поступает основная масса вредных примесей. На побережье Байкала находятся два небольших промышленных центра: Слюдянка, где находятся предприятия — горнодобывающие,

строительных материалов, металлообработки, и Байкальск с целлюлозно-бумажным комбинатом.

Кроме того, в долине реки Ангара расположен Иркутско-Черемховский промышленный комплекс, удаленный от побережья на сотню километров. Прямые замеры не позволяют получить корректные оценки степени загрязнения атмосферы в регионе озера. Полученные с их помощью ряды физических и химических характеристик окружающей среды существенно дискретны в пространстве и во времени. Создание достаточно густой сети станций мониторинга является дорогостоящим мероприятием. Для регулирования режима работы действующих предприятий и выбора места строительства проектируемых необходим ситуационный прогноз в регионе.

Основные источники поступления тяжелых металлов в атмосферу — сжигание угля, автомобильный транспорт, сталелитейное производство. В золе электростанций, промышленных и бытовых топок тяжелых металлов значительно больше, чем в почве. Обычно тяжелые металлы и их соединения находятся в воздухе в виде мелкодисперсных субмикронных частиц диаметром 0,5...1 мкм. Вместе с воздушными массами эти летучие частицы могут переноситься на значительные расстояния (до 1000 км [4]). Попадая из атмосферы в водоем, соединения тяжелых металлов оказывают негативное действие на его обитателей и, в конечном итоге, через пищевые продукты на человека. Например, соединения свинца, такие как тетраэтилсвинец, вызывают заболевания головного мозга, поражают центральную нервную систему; избыток концентрации хрома вызывает серьезные онкологические заболевания; а марганца — костные болезни.

Важной задачей поэтому является определение величины выпадения этих токсикантов не только вблизи источников выбросов, но и на поверхность водоемов. Решение этой проблемы с помощью измерений не представляется возможным: для корректной оценки потребуются синхронные инструментальные исследования на всей акватории озера с хорошим горизонтальным разрешением, что является слишком дорогостоящим мероприятием. Более просто оценить массу выпадающих за исследуемый период токсикантов можно с помощью математической модели распространения примесей. Обзор исследований распространения примесей с помощью математических моделей представлен в работе [5].

Целью данного исследования являлось изучение процессов распространения и осаждения антропогенных примесей в регионе Южного Байкала в различные сезоны года с помощью нестационарной пространственной эйлеровой модели, учитывающей вли-



ание рельефа местности [6—8]. Источниками выбросов являлись промышленные предприятия и индустриальные комплексы, расположенные в долинах рек Ангара и Селенга, на побережье Южного Байкала и в районе озера Гусиное. Характеристики источников задавались на основе данных инвентаризации [9—11]. Метеорологическая информация была получена путем статистической обработки данных измерений гидрометеорологических станций [12, 13].

Численные эксперименты проводились в области площадью $500 \times 250 \text{ км}^2$ и высотой 3 км над поверхностью озера Байкал. Шаги по времени и горизонтали составляли соответственно 150 с и 1 км; шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 1000 м над уровнем Байкала он равнялся 50 м, далее — 250, 750 и 1000 м. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности [6]. Используя рассчитанные на каждом временном шаге значения массовых концентраций выбросов, определялась плотность осаждения в исследуемой области при работе каждого источника в отдельности и при их совместном действии. Значение скорости гравитационного осаждения частиц было взято из работы [14].

Зимой над Восточной Сибирью устанавливается азиатский антициклон, характерными особенностями которого являются повышенное атмосферное давление, приземные и приподнятые инверсии в сочетании со слабыми ветрами [15, 16]. В это время года примеси от приподнятых источников Приангарья концентрируются преимущественно вблизи источников выбросов. Вклад Иркутско-Черемховского промышленного узла в загрязнение Южного Байкала составляет по расчетам 10 %. В районе Южного Байкала из-за больших температурных перепадов водной поверхности и суши возникают ветры с большой муссонной составляющей, обеспечивающей перенос примесей, выбрасываемых промышленными предприятиями гг. Слюдянки и Байкальска в сторону Байкала; их вклад в этот период составляет 70...75 %. В долине реки Селенга в это время года преобладает восточный ветер, способствующий выносу загрязняющих воздух веществ от предприятий гг. Каменска, Селенгинска и Улан-Удэ также в сторону озера; вклад этих источников — до 15 %.

С увеличением поступления солнечной радиации в конце зимы происходит постепенное разрушение азиатского антициклона, скорости ветра заметно возрастают, достигая максимальных значений в апреле—мае. В это время года антропогенная примесь, подхваченная ветровыми потоками, перемещается на более значительные расстояния, что приводит к наложению полей загрязнения, создаваемых промышленными предприятиями, расположенными в долине реки Ангара. В то же время вокруг непосредственных источников выбросов значения концентраций уменьшаются по сравнению с зимними месяцами. Вклад предприятий, расположенных в долине реки Ангара, в загрязнение озера в апреле составил до 40 %, т. е. почти в 4 раза больше, чем в декабре.

Летом в долине реки Ангара еще преобладают западные и северо-западные потоки, но их продолжительность меньше, чем весной, меньше и их скорости. Поэтому вклад Иркутско-Черемховского промышлен-

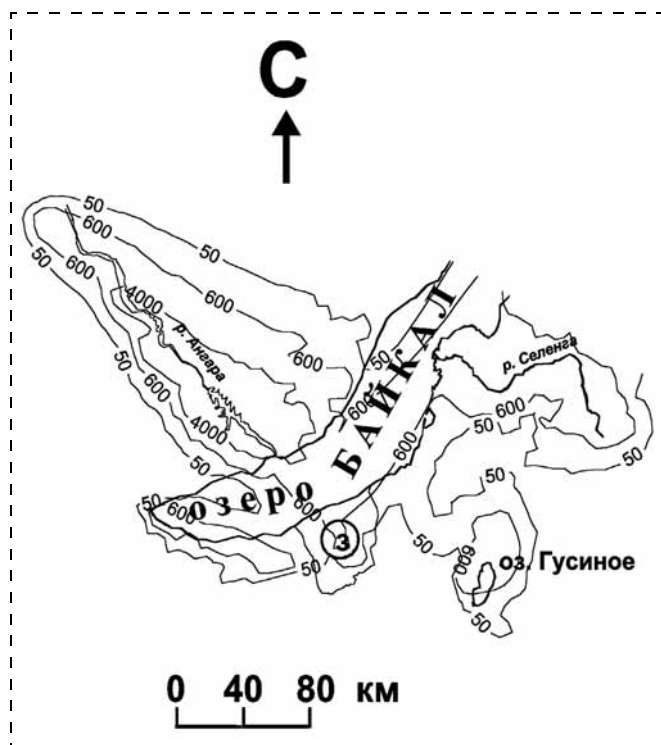
ного комплекса например в июне меньше, чем в апреле, почти в 2 раза. Существенно влияние источников загрязнения, расположенных на побережье Байкала: в июне их вклад составляет 70 %. В долине реки Селенга, как и весной, преобладают ветры западного направления, уносящие примеси вверх по течению реки.

Осенью большую продолжительность в долине реки Ангара имеют восточные и юго-восточные потоки, препятствующие выносу примесей на озеро; вклад предприятий Южного Предбайкалья, например в сентябре, невелик — до 10 %. Преобладающие ветры в нижнем течении реки Селенга — восточный и юго-восточный, однако продолжительность их меньше, чем зимой. Вклад предприятий этого района в загрязнение озера Байкал в сентябре — 10 %. Наибольшее влияние на озеро по-прежнему оказывают выбросы Слюдянки и предприятий г. Байкальска — 80 %.

Рассматриваемая область включает территорию Байкальского государственного заповедника площадью около 1700 км^2 [17], образованного в 1969 г. на южном побережье, в центральной части хребта Хамар-Дабан. На северных склонах хребта преобладает темновихровая тайга из пихты и кедра. Всего во флоре заповедника 745 видов растений, много реликтовых (например, тополь душистый из неогенового периода) и эндемичных форм. Животный мир заповедника — типичный горно-таежный, в составе фауны 37 видов млекопитающих, 260 видов птиц. Заповедники являются наиболее эффективной формой охраны природы, основное их назначение — служить эталоном нетронутой или хорошо сохранившейся природы и быть местом изучения хода естественных природных процессов и явлений. На их территории запрещается всякая хозяйственная деятельность, нарушающая естественное развитие природных комплексов, поэтому исследование процессов распространения, трансформации и осаждения выбросов промышленных предприятий над особо охраняемыми территориями Прибайкалья будет способствовать решению задач охраны экосистемы озера Байкал.

Помимо расчета влияния конкретных источников на загрязнение Южного Байкала было проведено также исследование процессов распространения и осаждения всей массы твердых взвесей на подстилающую поверхность Прибайкалья и акватории Южного Байкала, в частности, на территорию Байкальского заповедника. Используя рассчитанные на каждом временном шаге значения концентраций взвесей, определялась их плотность массового расхода в исследуемой области. Результаты расчетов представлены на рисунке. Показано распределение рассчитанных полей плотности массового расхода твердых взвесей у подстилающей поверхности за год. При преобладающем в регионе западном воздушном переносе, например при прохождении глубокого атлантического циклона, на склонах Хамар-Дабана, обращенных к Байкалу, примесей осаждается значительно больше. Наиболее загрязненной оказывается северная часть Байкальского заповедника. Примеси поступают в основном от выбросов Иркутско-Черемховского промышленного узла.

Хотя наибольшие значения потоков взвешенных частиц отмечены вблизи основных источников выбросов, расположенных в долинах рек Ангара и Се-



Изолинии плотности массового расхода твердых взвесей на подстилающей поверхности региона Южного Байкала, кг/(км² · год).

Обозначения: ③ — территория Байкальского заповедника

ленга, значительные массы взвесей осаждаются на склонах Хамар-Дабана и при гравитационной дифференцировке пополняют приходную часть баланса вещества береговой зоны озера Байкал. Известно, что эта зона — литодинамическая ступень между сушей и глубоководной частью озера, на которой перерабатывается материал суши и затем поставляется в глубину водоема в виде взвеси (см. таблицу) [18, 19].

Изучение озерной взвеси как первоначальной стадии седиментогенеза необходимо для определения условий ее образования, установления основных источников, определения процессов, влияющих на ее формирование. Одним из важных направлений в изучении озерной взвеси — это ее геохимический состав, зависящий от минералогии и гранулометрии взвеси, пород и почв бассейна озера, физико-географических условий и техногенного фактора.

Поскольку концентрации взвешенного вещества в глубоководных (открытых) районах озер невелики, то исследование геохимического состава взвеси из этих участков классическими методами представляет определенную трудность. Поэтому для определения элементов во взвеси был применен метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА-СИ) (выполнен в Институте ядерной физики СО РАН, Новосибирск). Этот метод имеет высокую чувствительность, требует малых навесок исследуемого материала, позволяет определять большое число элементов [20].

Результаты исследования показали, что во взвеси озера Байкал преобладающими элементами являются

Распределение в Южном Байкале озерной взвеси по глубине, мг/л

Глубина, м	Концентрация взвеси, мг/л
0	1,93
5	1,80
15	1,18
50	0,23
100	0,17
200	0,13
500	0,22
600	0,10
850	0,07
1400	0,09

Fe, Ca, Mn, Ti, V, Cr, Cu, Zn, Pb. Содержание других элементов невелико. Элементы Ni, As во взвеси не обнаружены. В целом концентрации вышеуказанных элементов изменяются в следующих пределах:

Для центральных районов озера, мкг/л		Для прибрежных участков, мкг/л	
Ca до 0,68	Ti до 4,42	Ca 1,60...77,61	Ti 3,65...42,38
Fe 0,90...13,42	Cu 0,08...0,49	Fe 4,81...156,81	Cu 0,04...5,10
Mn 0,29...0,66	Zn 0,05...0,28	Mn 0,25...21,82	Zn 0,02...15,62
Pb 0,00...0,34		Pb 0,62...1,50	

Применение факторного анализа позволяет выявить группы связанных между собой элементов. Содержание любого элемента в каждой пробе рассматривается как результат совместного воздействия неких источников (факторов), которые и надлежит выявить в процессе анализа. Анализ сводится к выделению групп коррелирующих между собой элементов. Это означает, что такие группы формируются из элементов, обладающих значительными нагрузками на данный фактор. Факторные нагрузки рассчитываются из корреляционной матрицы элементов. Для интерпретации результатов элементного анализа байкальских проб выбраны три фактора по самому распространенному принципу: выбираются только факторы с собственными значениями больше 1. Эти три фактора объясняют до 90 % общей дисперсии переменных. Первый фактор связан с элементами почвенного происхождения. Второй и третий факторы отражает вклад атмосферного загрязнения.

Закключение

Проведенные расчеты и выполненные по ним оценки показали, что основной вклад в загрязнение озера Байкал антропогенными выбросами вносят предприятия городов Слюдянки и Байкальска, расположенных в непосредственной близости к озеру. Вклад Иркутско-Черемховского промышленного узла меняется от 10 % осенью и зимой до 40 % весной. Влияние источников, расположенных в долине реки Селенга, наименьшее и не превышает 3 % в теплый период и до 10 % в холодный.

Максимальное загрязнение Байкальского заповедника происходит при северо-западном ветровом потоке атмосферными выбросами Иркутско-Черемховского промышленного узла.



Постоянное осаждение твердых примесей на акваторию озера и склоны Хамар-Дабана приводит к усилению литологического потока в котловине озера через атмосферный канал и переформированию озерной взвеси.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке концепций эффективной эксплуатации рекреационных ресурсов региона озера Байкал, а также для улучшения экологической обстановки региона при регулировании режима работы предприятий.

Список литературы

1. Bashurova V. S., Dreiling V., Hodger T. V., Jaenicke R., Koutsenogii K. P., Koutsenogii P. K., Kraemer M., Makarov V. I., Obolkin V. A., Potjomkin V. L., Pusep A. Y. Measurements of atmospheric condensation nuclei size distributions in Siberia // Journal of Aerosol Science. — 1992. — Vol. 23. — № 2. — P. 191—199.
2. Koutsenogii P. K., Bufetov N. S., Drozdova V. I., Golobkova V. L., Khodger T. V., Koutsenogii K. P., Makarov V. I., Obolkin V. A., Potemkin V. L. Ion composition of atmospheric aerosol near lake Baikal // Atmospheric Environment. — 1993. — Vol. 27. — № 11. — P. 1629—1633.
3. Аргучинцев В. К., Куценкогий К. П., Макухин В. Л., Оболкин В. А., Потемкин В. Л., Ходжер Т. В. Экспериментальное исследование и численное моделирование аэрозолей и газовых примесей в атмосфере Южного Байкала // Оптика атмосферы и океана. — 1997. — Т. 10. — № 6. — С. 598—604.
4. Heavy metals in the atmosphere // Options. — 1991. — SEPT. — P. 11—12.
5. Потемкин В. Л., Макухин В. Л. Математическое моделирование процессов аэрозольного загрязнения в регионе озера Байкал // Оптика атмосферы и океана. — 2005. — Т. 18. — № 1—2. — С. 176—179.
6. Аргучинцев В. К., Макухин В. Л. Математическое моделирование распространения аэрозолей и газовых примесей в пограничном слое атмосферы // Оптика атмосферы и океана. — 1996. — Т. 9. — № 6. — С. 804—814.

7. Makukhin V. L., Potemkin V. L. Numerical simulation of air pollution above the southern Baikal area with local winds // Proceedings of SPIE. — 2000. — Vol. 4341. — P. 580—585.
8. Potemkin V. L., Makukhin V. L. Mathematical modeling of processes of aerosol pollution over Lake Baikal // Proceedings of SPIE. — 2004. — Vol. 5743. — P. 379—383.
9. Природные ресурсы и охрана окружающей среды // Статистический бюллетень за 1994 год. — Иркутск: Гос. комитет РФ по статистике, 1995. — 131 с.
10. Охрана атмосферного воздуха за 1997 год (в разрезе городов и районов). Статистический бюллетень. — Иркутск: Гос. комитет РФ по статистике, 1998. — 161 с.
11. Охрана атмосферного воздуха. Статистический бюллетень. — Иркутск: Облкомстат, 2000. — 165 с.
12. Метеорологические ежемесячники. Вып. 22. Ч. 2. Новосибирск, 1985—1994.
13. Метеорологические ежемесячники. Вып. 23. Ч. 2. Чита, 1985—1994.
14. Barrie L. A. Aspects of atmospheric pollutant origin and deposition revealed by multielemental observations at a rural location in Eastern Canada // J. of Geoph. Research. — 1988. — Vol. 93 (D4). — P. 3773—3788.
15. Латышева И. В., Макухин В. Л., Потемкин В. Л. Исследование характеристик Азиатского максимума и его влияния на загрязнение атмосферы в регионе оз. Байкал // Оптика атмосферы и океана. — 2005. — Т. 20. — № 5—6. — С. 466—470.
16. Тимофеева С. С., Иванова А. С., Латышева И. В., Потемкин В. Л. Межгодовые вариации загрязнения атмосферы на Восточной Сибири // Вестник ИргТУ. — 2007. — № 2. — С. 44—46.
17. Мониторинг состояния озера Байкал. — Л.: Гидрометеопиздат, 1991. — 262 с.
18. Potjomkina T. G., Grachev A. M., Potjomkin V. L., Baryshev V. B. Chemical composition of suspension in water body of Lake Baikal // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. — 1998. — Vol. 405. — № 2—3. — P. 543—545.
19. Potjomkina T. G., Potjomkin V. L. Study of the chemical composition suspended particles in lake Baikal // Lakes & Reservoirs: Research and Management. — 2000. — Vol. 5. — № 3. — P. 133—136.

УДК 614.7:537.531

М. П. Магай, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., **Г. А. Ташпулатова**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний Министерства здравоохранения республики Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abtusamig@rambler.ru

Безопасность труда на некоторых радиотехнических объектах республики Узбекистан

Рассмотрены вопросы безопасности персонала, занятых трансляцией радиотелевизионных программ для населения в отдаленных областях и районах республики Узбекистан и обслуживанием оборудования радиотелевизионных станций.

Ключевые слова: безопасность труда, радиотехнические объекты, электромагнитные излучения, влияние, здоровье, население, рекомендации

Magay M. P. Tashpulatova G. A. Labor safety on some radio-technical facilities of the republic of Uzbekistan

Safety issues were examined of the personnel employed at the radio broadcast of television programs for the population in some regions and districts of the republic of Uzbekistan, as well as employees responsible for maintenance of the radio television stations equipment.

Keywords: labor safety, radio-technical facilities, electromagnetic radiation, influence, health, population, recommendations

Электромагнитные излучения радиочастот (ЭМИ РЧ), создаваемые различными радиотехническими объектами, в частности, радиотелевизионными станциями (РТС) имеют широкий диапазон частот, от 49

до 800 МГц. ЭМИ РЧ в зависимости от интенсивности излучения, частоты, продолжительности воздействия и других параметров могут вызвать как острые, так и хронические поражения организма человека в виде головокружения, тошноты, носовых кровотечений, угнетения функции половых желез, катаракты, онкологических заболеваний [1, 2].

Увеличение количества и мощности радиотехнических объектов, оснащение их новым, современным технологическим оборудованием с более высокими частотными характеристиками и техническими возможностями вещания, повышают значимость электромагнитной безопасности для работающего персонала этих станций, требующее соответствующих оздоровительных мероприятий.

Этому обязывают многочисленные законодательные документы республики и международных организаций, направленные на защиту работающих в различных отраслях народного хозяйства от неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008—2017 годы, принятый Всемирной ассамблеей здравоохранения (ВАЗ) 23 мая 2007 года [3].

Оценка безопасности труда работающих производилась на основе комплексного исследования производственных факторов, с которыми имеет контакт персонал РТС в процессе 12-часовой рабочей смены. Она проводилась в соответствии с требованиями, изложенными в действующих в республике нормативно-методических и законодательных документах, используемых при проведении аттестации рабочих мест.

Специфика профессиональной деятельности на РТС. Она обусловлена трансляцией радиотелевизионных передач для населения в труднодоступных районах и областях республики и размещением РТС на наиболее возвышенных рельефах местности, в отдалении от населенных пунктов. В связи с этим на РТС отсутствует централизованное водоснабжение и канализация, работа производится вахтовым методом с продолжительностью рабочей смены 12 ч.

Физические и химические факторы производственной среды. При ежедневном пробном запуске дизельного генератора различных конструкций и мощностей для обеспечения автономного электропитания станции, занимающее 4...5 % времени смены (предусмотрено функциональными и должностными обязанностями работающих), персонал имеет контакт с окислами азота, концентрация которых составляет до 5,7 мг/м³, оксидом углерода — до 18,5 мг/м³, шумом на уровне 92...98 дБА с высокочастотными составляющими в октавных среднегеометрических полосах частот. Наличие аккумуляторов обуславливает контакт с парами серной кислоты в концентрации до 1,1 мг/м³.

Регулярный профилактический осмотр всего оборудования РТС, контроль в течение смены за качеством изображения, звука и других параметров по мониторам производится в условиях шума, составляющего 70...72 дБА по эквивалентному уровню, источником которого являются встроенные системы охлаждения оборудования (передатчики, генераторы, усилители и др.) и звуковое сопровождение про-

грамм, а также наличия электромагнитного поля промышленной частоты 2,1 кВ/м, ЭМИ РЧ в пределах 2,5...3,5 мкВт/см² по плотности потока энергии.

При проведении ответственных ремонтных и наладочных работ передатчиков, генераторов, усилителей и др. (30...40 % времени рабочей смены по данным хронометражных исследований), уровни ЭМИ РЧ достигали, в среднем, 20...28 мкВт/см², что выше ПДУ, установленных для производственных условий: 25 мкВт/см² при 8-часовой рабочей смене и 16,6 мкВт/см² при 12-часовой рабочей смене. Для 12-часовой рабочей смены ПДУ ЭМИ РЧ рассчитывается исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}}}}{T};$$

где $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}}}$ — предельно допустимое значение энергетической экспозиции в течение рабочего дня, равное $200 (\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$; T — время воздействия, ч.

Тяжесть и напряженность трудового процесса. В процессе выполнения наладочных и ремонтных работ персонал поднимает и перемещает тяжести весом более 16 кг (оборудование РТС), совершает наклоны корпусом более 30° до 120 раз в смену, что характеризует труд как средней тяжести.

Напряженность трудового процесса работающих обусловлена длительностью сосредоточения внимания до 67 % времени смены (наблюдение за качеством изображения и звукового сопровождения программ по мониторам), числом объектов одновременного наблюдения до 12, решением сложных задач с выбором решения по инструкции, комплексной оценкой работы всего оборудования станции, риском за опасности для собственной жизни, фактической продолжительностью смены до 12 ч.

Таким образом, из всех физических и химических факторов, тяжести и напряженности трудового процесса, с которыми связан персонал РТС, реальным источником риска, представляющим опасность для их организма, являются ЭМИ РЧ, время контакта с которыми зависит от длительности ремонтных и наладочных работ на РТС.

Следовательно, оздоровление работающих на РТС может быть достигнуто максимальным сокращением времени наладочных и ремонтных работ без ущерба для качества, а само выполнение этих работ должно производиться в средствах индивидуальной защиты от электромагнитных излучений (защитная одежда из металлизированной ткани, средства для защиты лица и др.) и с соблюдением правил охраны труда и техники безопасности, регламентированных в технических паспортах оборудования и инструкциях по их эксплуатации.

Вахтовый метод работы на РТС, отсутствие централизованного водоснабжения и канализации из-за удаленности от населенных пунктов диктуют необходимость соблюдения правил личной и общественной гигиены, регулярного лабораторного контроля питьевой воды и продуктов питания, наличия аптек с полным комплектом необходимых лекарственных



средств, мобильной связи с лечебными учреждениями и т. д.

При приеме на работу необходимо строго соблюдать противопоказания, предусмотренные в приказах Министерства здравоохранения республики по проведению предварительных при поступлении на работу медицинских осмотров, а периодический медицинский осмотр работающих на предприятиях проводить в полном объеме с необходимыми лабораторно-инструментальными методами исследований.

Список литературы

1. Савельев С. И., Двоглазова С. В., Козьмин В. А. и др. Организация мониторинга источников электромагнитного излучения в городской среде // Гигиена и санитария. — 2008. — № 4. — С. 87–89.
2. Пальцев Ю. П., Походзей Л. В., Рубцова Н. Б. Современное состояние гигиенической регламентации электромагнитных полей и перспективы гармонизации с зарубежными стандартами // Медицина труда и промышленная экология. — 2008. — № 6. — С. 62–65.
3. Измеров Н. Ф. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспективы реализации // Медицина труда и промышленная экология. — 2008. — № 6. — С. 1–9.

УДК 331.45

Т. Х. Латипова, зав. отд, **Э. Э. Баситханова**, д-р мед. наук, главный врач,
Ф. Т. Олимов, врач, **Г. А. Очилов**, врач, **Г. Д. Байимбетов**, врач,
Клиническая больница скорой медицинской помощи г. Ташкента
E-mail: abduamig@rambler.ru

Производственный травматизм в условиях города Ташкента

Сделан анализ производственного травматизма по г. Ташкенту за период 2008–2010 гг. (состав, условия, причины).

Ключевые слова: безопасность, травма, причины производственного травматизма

Latipova T. H., Basithanova E. E., Olimov F. T., Ochilov G. A., Baimbetov G. D.
Industrial traumatism condition in Tashkent

Make analysis of industrial traumatism in Tashkent city 2008–2010 years (composition, condition, causes).

Keywords: safety, trauma, causes of industrial traumatism

Производственный травматизм — это совокупность производственных травм, возникающих у работников определенных групп и профессий. Причины производственного травматизма условно подразделяются на технико-технологические, организационные, санитарно-гигиенические и психофизиологические.

По данным Международной организации труда, в мире на производстве ежегодно травмируются около 270 млн человек, примерно 160 млн человек страдает от заболеваний вследствие полученной травмы, погибает порядка 2 млн человек.

Подавляющее большинство травмируемых — молодые люди. Инвалидность в результате производственного травматизма ежегодно получают 765 тыс человек.

Проведен анализ производственных травм по городу Ташкенту по данным городской клинической больницы скорой медицинской помощи (КБ СМП)

за 2008–2010 гг. За данный период с производственной травмой всего обратились 214 больных, что составило 6 % от общего количества обратившихся больных. Среди пациентов с производственной травмой мужчины составляют 82 %. Средний возраст больных составлял 25...38 лет.

Повреждение верхней конечности составило 52 %, нижней конечности — 39 %, повреждение таза — 7 %, позвоночника — 2 %, черепно-мозговые травмы — 34 %, повреждение органов грудной клетки — 19 %, повреждение органов брюшной полости — 47 %. "Сочетанные" повреждения — 48 %, изолированные переломы конечностей — 52 %. Открытые повреждения составили 29 %, первично загрязненные раны — 26 %. Повреждение магистральных сосудов и нервных стволов 12 %. Переломы плечевой кости — 19 %, костей предплечья — 33 %, переломы пальцев кисти и стопы — 48 %, повреждение сухожилий — 42 %, полный и неполный травматический отрыв пальцев — 58 %. Переломы бедренной кости — 3 %, костей голени — 48 %, костей стопы — 49 %.

По всем больным проведены клинико-рентгенологические методы исследования. По показаниям магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) отдельных больных, определен точный диагноз и назначено соответствующее лечение. При сочетанных повреждениях проведено ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости и таза. Для идентификации алкогольного опьянения все больные подвергались тестированию (алкотест). Среди обратившихся пациентов госпитализировано 165 (77 %) больных.

Доля травм из-за неудовлетворительной организации работ составила 32 %, вследствие нарушения тру-

довой и производственной дисциплины, а также появления работников в нетрезвом состоянии — 45 %, нарушения или несовершенства технологического процесса — 38 %, недостатков в обучении безопасным приемам труда — 42 %, нарушения правил дорожного движения — 6 %. Среди всех нарушений, приведших к получению травм, 36 % произошли по вине самих пострадавших. Производственная травма при проведении частных работ встречается в 2 раза чаще, чем на государственных предприятиях.

К технико-технологическим причинам травматизма относятся: несовершенство и неисправности производственного оборудования, приспособлений и инструмента, вследствие чего затрудняется его обслуживание и повышается риск травмирования; неправильный монтаж подъемно-транспортных средств; отсутствие ограждений опасной зоны и других средств безопасности; невыполнение всех требований охраны труда в технологическом процессе; технологические недостатки основных и вспомогательных операций; несоблюдение необходимых расстояний между станками, движущимися установками и др.

Организационными причинами травматизма являются недостаточное внимание к вопросам охраны труда и техники безопасности на производстве; отсутствие или низкокачественное и несвоевременное проведение инструктажа и обучения безопасным приемам труда; нарушение режимов труда и отдыха; несоблюдение производственной дисциплины; не-

правильная организация рабочего места, при которой возможно соприкосновение с движущимися или горячими частями оборудования; нарушение правил ограждения места работ и опасной зоны; отсутствие индивидуальных средств защиты и предупреждений об опасности; несогласованные действия и неправильная расстановка работников; несоответствие спецодежды условиям работы и др.

Санитарно-гигиенические причины травматизма обусловлены недостаточной освещенностью рабочих мест, проходов и территорий; неблагоприятным микроклиматом помещений; погодными условиями, отклоняющимися от нормальных (при работах на открытом воздухе); чрезмерным уровнем шума и вибрации; повышением концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны; несоблюдением работниками правил личной гигиены и др.

Психофизиологические причины связаны с несоответствием физического и психического здоровья человека условиям труда, недоброжелательными взаимоотношениями в коллективе, честолюбием работника, заставляющим его излишне рисковать, и др.

Таким образом, на основе вышесказанного можно сделать вывод, что высокие показатели производственного травматизма требуют проведения профилактических работ по его предупреждению, наличия современного диагностического оборудования и современных методов лечения.

ИНФОРМАЦИЯ

Навстречу "зеленой" экономике: путь к устойчивому развитию и искоренению бедности

Так называется доклад, подготовленный Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) к Конференции представителей разных стран, которая состоится в Рио-де-Жанейро в 2012 г., т. е. через 20 лет после аналогичной конференции в 1992 г. Доклад создан большим коллективом авторов из многих стран мира в тесном сотрудничестве с Международной организацией труда (МОТ) и Всемирной организацией по туризму ООН, которые позиционируют свой труд как "Обобщающий доклад для представителей властных структур". Объем доклада 52 стр., на каждой странице — две колонки.

В Предисловии к докладу исполнительный директор ЮНЕП Ахим Штайнер отмечает, что "...с 1992 года мир очень изменился. Тогда мы едва замечали возникавшие по всей планете проблемы, начиная от изменения климата и исчезновения некоторых биологических видов и кончая опустыниванием и деградацией земельных ресурсов. Сегодня многие угрозы, которые казались тогда

далекими, становятся вполне реальными и способными помешать не только достижению сформулированных ООН Целей развития тысячелетия, но и дальнейшему прогрессу и даже выживанию семимиллиардного (а к 2050 году — уже девятимиллиардного) человечества". А. Штайнер высоко оценивает роль подготовленного ЮНЕП доклада, считая его одним "из ключевых вкладов ЮНЕП в процесс подготовки "Рио+20" и достижение таких общих целей, как искоренение бедности и обеспечение устойчивого развития в 21 веке".

В последние два года идея "зеленой" экономики стала широко обсуждаться не только специалистами по экологической экономике, но и на различных политических форумах. Она все чаще упоминается главами государств и министрами финансов, а также в совместных заявлениях "Большой двадцатки" и используется в контексте устойчивого развития. А. Штайнер подчеркивает: "Зеленая" экономика не отдает предпочтение какой-либо по-



литической теории. Она возможна в условиях любой экономики — государственной или рыночной. Не служит она и альтернативой устойчивого развития. Скорее это способ реализации курса на такое развитие на национальном, региональном и мировом уровнях и способами, которые согласуются с "Повесткой дня на 21 век" и упрощают реализацию ее положений".

Повышенный интерес к "зеленой" экономике объясняется растущим разочарованием в самой распространенной экономической модели на основе "коричневой" экономики, а также неверием в эту модель, порожденным многочисленными кризисами и сбоями рыночного механизма, которые наблюдались в первые 10 лет нового столетия, особенно финансово-экономического кризиса 2008 г. С другой стороны, появлению новой экономической модели, при которой человечество не будет платить или будет платить существенно меньше за новые материальные блага, способствует нехватка природных ресурсов и усиление социальных различий.

Что же такое "зеленая" экономика? ЮНЕП определяет ее как экономику, *"которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее обеднение"*. В самом простом понимании авторы доклада определяют "зеленую" экономику как экономику с низкими выбросами углеродных соединений, эффективно использующую природные ресурсы и отвечающую интересам всего общества. В "зеленой" экономике рост доходов и занятости населения должен обеспечиваться государственными и частными инвестициями, которые уменьшают выбросы углерода и загрязнение, повышают эффективность использования энергии и ресурсов и предотвращают утрату биоразнообразия и экосистемных услуг. При этом эти инвестиции должны поддерживаться посредством целевых государственных расходов, политических реформ и изменения систем регулирования. Такой путь развития должен сохранять, увеличивать и, где необходимо, восстанавливать природный потенциал как важнейший экономический актив. В то же время подчеркивается, что концепция "зеленой" экономики не заменяет собой концепцию устойчивого развития. Однако сейчас все более растет признание того, что достижение устойчивости практически полностью зависит от создания "правильной" экономики. Другими словами, когда создавались новые богатства, используя модель "коричневой" экономики, т. е. с помощью добычи природных ископаемых, "общество не решило таких проблем, как истощение ресурсов и социальная маргинализация".

В течение последнего десятилетия человечество пережило сразу несколько кризисов: кризис биоразнообразия, топливный, продовольственный, водный, а в последние годы кризис финансовой системы и экономики в целом. Несмотря на различие причин этих кризисов, между ними существует некое общее сходство, заключающееся в нерациональном распределении капитала, когда большие средства вкладываются в недвижимость, добычу ископаемых видов топлива, в финансовые активы, а на развитие возобновляемой энергетики, повышение энергоэффективности, систему общественного транспорта, на развитие стабильного сельского

хозяйства, защиту экосистем и биоразнообразия, сохранение почвы и воды тратится сравнительно мало средств. Большинство используемых стратегий экономического развития фактически поощряло быстрое накопление физического, финансового и человеческого капитала за счет чрезмерного истощения природного капитала и природных ресурсов, которые были принесены в жертву.

В докладе отмечается: "Мы по-прежнему далеки от достижения Целей развития тысячелетия. Важнейшей долгосрочной целью все же остается устойчивость. Но для ее достижения мы должны сделать нашу экономику "зеленой", для перехода к которой должны быть созданы способствующие этому условия". К таковым авторы доклада относят соответствующие национальные нормативно-правовые документы, адекватную политику, субсидии и стимулы, мировой рынок, юридическую инфраструктуру, договоренности о товарообороте и финансовой помощи. Однако существующие сегодня условия благоприятствуют и способствуют сохранению "коричневой" экономики, которая в высокой степени зависит от энергии, извлекаемой из ископаемого топлива.

По замыслу авторов, представленный доклад ЮНЕП призван развенчать ряд мифов и превратных представлений о затратах на переход к "зеленой" экономике в мировом масштабе. Самым распространенным является миф о существовании неизбежных противоречий между экологической устойчивостью и экономическим прогрессом. В связи с этим, авторы доклада основное внимание уделяют доказательствам того, что "озеленение" экономики не препятствует созданию как материальных благ, так и новых рабочих мест.

В докладе представлены результаты изучения влияния инвестиций в "озеленение" экономики в сравнении с инвестициями в традиционную "коричневую" экономику как на ВВП, так и на занятость, ресурсоемкость, выбросы в атмосферу и вообще на окружающую среду. По оценкам экспертов, на "озеленение" мировой экономики ежегодно потребуется около 1,3 трлн долл. США, что составляет немного меньше, чем 1/10 от всех годовых мировых инвестиций (мирового валового прироста основного капитала). Такие средства вполне можно привлечь при условии реализации продуманной государственной политики и использования инновационных механизмов финансирования.

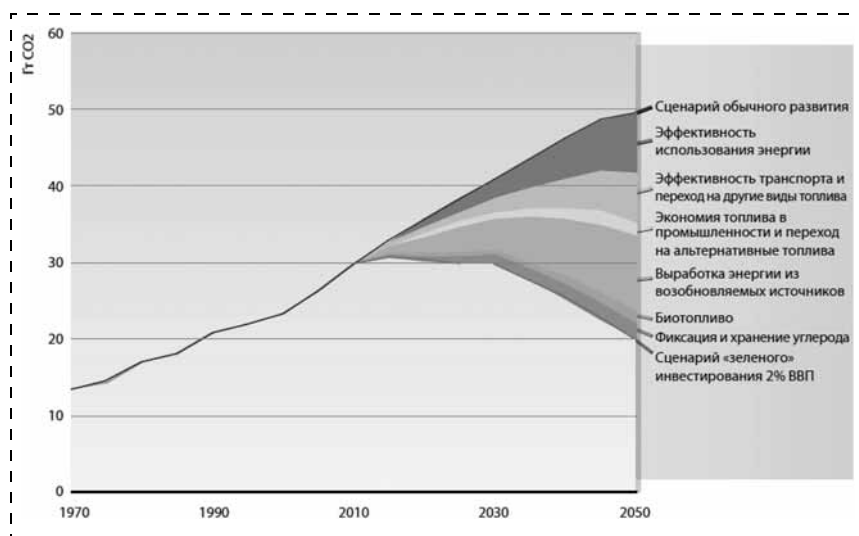
В докладе приводятся экономические и социальные аргументы того, что в течение 2012—2050 гг. ежегодное инвестирование указанной суммы, которая составляет всего лишь 2 % современного мирового ВВП, в "озеленение" десяти ключевых секторов экономики (сельское хозяйство, промышленность, энергетику, жилищно-коммунальное хозяйство, рыболовство, туризм, лесное хозяйство, транспорт, утилизацию и переработку отходов, водное хозяйство) позволит изменить сам характер развития мировой экономики и направить потоки государственного и частного капитала на уменьшение выбросов углерода и эффективное использование природных ресурсов. Кроме того, дополнительные финансы могут быть получены за счет прекращения субсидирования на закупку ископаемого топлива, превысившего в 2008 г. 650 млрд долл. США,

что препятствовало более широкому использованию возобновляемых источников энергии. Отмечается, что при переходе к "зеленой" экономике мировая потребность в энергии сначала несколько увеличится, но к 2050 г., благодаря существенному повышению энергоэффективности, вернется к нынешнему уровню и будет на 40 % меньше, чем в сценарии обычного развития, т. е. при сохранении "коричневой" экономики.

Перевод большинства секторов экономики на "зеленые рельсы" позволит существенно снизить выбросы парниковых газов. Если в сценарии "зеленой" экономики инвестировать более половины средств на повышение энергоэффективности и более активно использовать возобновляемые источники энергии, включая биотопливо "второго поколения" (БВП), то это позволит, помимо снижения мирового удельного энергопотребления примерно на 40 % к 2030 г., снизить ежегодные выбросы CO_2 , связанные с энергетикой, до 20 Гт в 2050 г. (см. рисунок).

БВП — это топливо из непищевого возобновляемого сырья, которым, в отличие от метанола, этанола и биодизеля (последний производится исключительно из растительного масла), может быть любая биомасса: древесные опилки, солома, водоросли. Благодаря такому сырью отпадает необходимость занимать площади для выращивания непродовольственных культур, таких как рапс и кукуруза, из которых добывают растительное масло, используемое для изготовления этанола.

Сегодня количество выбросов CO_2 составляет около 30 Гт. Вместе со снижением выбросов углерода за счет перевода сельского хозяйства на "зеленые" технологии ожидается уменьшение концентрации парниковых газов к 2050 г. до 450 частей на миллион, что необходимо для ограничения глобального потепления в 2°C . Из данных, представленных на рисунке, также следует, что увеличению использования энергии со стороны потребления за счет возобновляемых источников способствуют меры по повышению энергоэффективности во многих ключевых отраслях экономики.



Снижение выбросов CO_2 , связанных с выработкой энергии, при инвестировании 2 % мирового ВВП в "зеленую" экономику в сравнении с их инвестированием в сценарии обычного развития

В докладе показано также, что при переходе к "зеленой" экономике будет создано, как минимум, столько же рабочих мест, сколько и при "коричневой" экономике. При подготовке доклада было осуществлено моделирование мировой экономики и мирового рынка труда, которое не выявило значительной разницы между общей занятостью в "коричневой" экономике и занятостью в случае "зеленого" инвестирования. Особенно это коснется сельского и жилищно-коммунального хозяйств, энергетики, лесной промышленности и транспорта. Однако в секторах экономики, где природный капитал в значительной степени истощен, например в рыбном хозяйстве, произойдет временное снижение занятости и, соответственно, доходов, что потребует осуществления программ переквалификации рабочей силы.

Расчеты показывают, что если уже сейчас начать выделять хотя бы 1 % мирового ВВП на повышение эффективности использования энергии и увеличение использования возобновляемых источников энергии, это создаст дополнительные рабочие места в этом секторе экономики. Моделирование также показывает, что повышение эффективности использования энергии создаст значительный потенциал для увеличения занятости населения к 2050 г. на 20 % по сравнению с "коричневой" экономикой одновременно при стабильном экономическом росте и уменьшении выбросов CO_2 .

Помимо представления положительных аспектов при переходе к "зеленой" экономике, в докладе сделаны три ключевых вывода.

1. "Озеленение" экономики приводит не только к сохранению экологических ресурсов или природного капитала, но и обеспечивает более высокие темпы роста ВВП, а этот рост, как известно, является одним из основных показателей благополучия экономики.

2. Между сохранением экологических ресурсов, являющихся общим достоянием всех людей на Земле, и искоренением бедности существует неразрывная связь, поскольку бедные слои населения непосредственно выигрывают от увеличения природного капитала.

3. При переходе к "зеленой" экономике создаются новые рабочие места в количестве, которое со временем превышает число мест, исчезнувших в "коричневой" экономике. Однако на определенном этапе перехода сокращение рабочих мест неизбежно, что потребует вложения средств в профессиональную переподготовку рабочих кадров.

Авторы доклада считают, что "мировые лидеры, гражданское общество и бизнес обязаны все вместе переосмыслить и заново определить традиционные показатели богатства, процветания и благосостояния" и подчеркивают, что "самая серьезная опасность, подстерегающая мир сегодня — это опасность того, что все останется без изменений".

И. С. Пронин,

д-р физ.-мат. наук, проф.

E-mail: igorpronin@mail.ru



Уроки Олимпиады 2011 года по техносферной безопасности

В соответствии с планом Министерства образования и науки РФ в МГТУ им. Н. Э. Баумана на кафедре "Экология и промышленная безопасность" с 19 по 21 октября 2011 года проводился III тур Всероссийской студенческой Олимпиады по техносферной безопасности. Олимпиада проводилась в шестой раз, начиная с 2006 года, поэтому накопился определенный опыт и сложились традиции.

В этом году состязались в личных и командных соревнованиях представители 12 вузов из 8 городов России, всего 36 наиболее сильных студентов и магистрантов, завершающих образование по данному направлению. Команды возглавлялись руководителями, которые автоматически становились членами жюри и участвовали в оценке личных и командных соревнований по балльной системе от 0 до 3 баллов. Заранее была составлена памятка членам жюри, которой мог воспользоваться каждый.

Личные соревнования проводились в два этапа. Для первого этапа Оргкомитет Олимпиады до ее начала подготовил листы заданий (билеты). Каждый лист задания содержал четыре вопроса по основным терминам и понятиям техносферной безопасности и из категории квалификационных требований "Должен знать". Вопросы, включаемые в каждый лист, выбирались компьютером случайным образом из перечня, содержащего 105 позиций. Перечень вопросов выложен на сайте кафедры Э9 МГТУ им. Н. Э. Баумана в информации об Олимпиаде и содержался в буклете, выдаваемом каждому участнику при регистрации. Кроме того, в буклете содержались, программа Олимпиады, сведения о победителях прошлых лет и небольшой рассказ о кафедре, на базе которой проводилась Олимпиада.

В качестве примера можно привести билет № 13, в котором оказались следующие четыре вопроса.

1. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.

2. Уровень звукового давления в дБ, уровень звука в дБА.

3. Схема и характеристика приточной механической вентиляции.

4. Огнестойкость строительной конструкции.

Блестящий развернутый ответ, раскрывающий смысл понятия или термина — 3 балла; правильный, но скупой ответ — 2 балла; ответ, содержащий неточности и нестрогие понятия — 1 балл; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.

Достаточно хорошо справились с заданием студенты Национального исследовательского технологического университета "МИСиС", университетов Волгограда, Челябинска и Тольятти. Ответы студентки из Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета Ирины Минченко были отмечены высшим баллом. Те студенты, которые набрали 6 и более баллов, т. е. больше 50 % из 12 возможных, а таких оказалось 18 человек, были допущены ко второму этапу соревнований. Каждому участнику второго этапа предлагались одинаковые для всех задачи и вопросы, которые отражали квалификационные требования "Должен уметь". Во-пер-

вых, на примере пяти происшествий с работниками нужно было продемонстрировать умение правильно квалифицировать несчастные случаи. С этим заданием полностью справилось менее 50 % студентов, следовательно, в учебном процессе необходимо усилить этот раздел. С практическими заданиями второго этапа достаточно хорошо справилось только шесть студентов, которые и оказались победителями Олимпиады.

К сожалению, на два достаточно простых вопроса, с точки зрения организаторов Олимпиады, не ответил толково ни один студент. Ниже приводятся эти два вопроса:

— плотность какого воздуха больше: с относительной влажностью 20 % или с относительной влажностью 90 % при одинаковой температуре и атмосферном давлении, т. е. какой воздух тяжелее — сухой или влажный? От ответа на этот вопрос зависит, например, место расположения воздухозаборного устройства вытяжной вентиляции для удаления переувлажненного воздуха;

— объяснить, почему светильники с люминесцентными лампами, как правило, конструируются и изготавливаются многоламповыми? Какие неприятности возникают при выходе из строя отдельных ламп в светильнике.

Олимпиада становится площадкой, на которой преподаватели родственных кафедр знакомятся и перенимают опыт друг друга. Так, если на первых Олимпиадах подавляющее большинство студентов не справлялось с задачами на сложение логарифмических уровней в дБ и с задачами по электробезопасности, то сейчас такие задачи решаются успешно.

В результате двух этапов личных соревнований победителем Олимпиады 2011 года стала студентка Южно-Уральского государственного университета из Челябинска Немова Мария, набравшая 24,5 балла из 31 возможного. Остальные призовые места распределились следующим образом:

— второе место — Макова Юлия, 23 балла "МИСиС", г. Москва;

— третье место — Галушина Яна, 22,75 балла, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск;

— четвертое место — Башмаков Александр, 19,5 балла, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск;

— пятое место — Васильев Евгений, 19 баллов, Тольяттинский государственный университет;

— шестое место — Сазонов Дмитрий, 18 баллов, МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Командные соревнования состояли в защите перед жюри домашнего задания на тему, посвященную решению проблемы техносферной безопасности, которая разрабатывается научной школой кафедр университетов — участников Олимпиады. В этом году заметное место заняли работы, связанные с анализом рисков функционирования опасных объектов и комплексной аттестации рабочих мест.

Первое место завоевала команда МГТУ им. Н. Э. Баумана с докладом, посвященным исследованию активных методов снижения шума. Жюри высоко оценило научный уровень проведенных исследований, оригинальность созданной студентами Антоном Громоздиным, Дмитрием Сазоновым и Виктором Машкиным экспериментальной установки и эмоциональное представление материала. Второе место разделили команды Волгоградского архитектурно-строительного университета и Санкт-Петербургского горного института. Волгоградцы представили оригинальные исследования по использованию отходов целлюлозно-бумажного комбината, петербуржцы квалифицированно и бойко отбивались от каверзных вопросов участников Олимпиады. Третье место жюри присвоило команде "МИСиС", г. Москва, которая отличилась эффектной визуализацией результатов исследований, команде Тольяттинского государственного университета, представившей исследования по гибридным технологиям, и команде Южно-Уральского государственного университета из Челябинска, рассказавшей о реализации на практике предложенных студентами мер по повышению пожарной безопасности высотного здания университета. Интересные работы были представлены командами Уральского государственного университета путей сообщения (г. Екатеринбург)

и Курского государственного технического университета, однако, к сожалению, призовых мест на них "не хватило".

В последний третий день олимпиады по сложившейся традиции был организован силами преподавателей кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана мастер-класс, на котором была изложена методика преподавания одного из разделов акустики и раскрыты тонкости применения различных методов защиты от вибрации доцентами Смирновым С. Г. и Морозовой Л. Л.

На Олимпиаде 2011 года блестяще выступили студенты Южно-Уральского государственного университета, в этом немалая заслуга руководителя команды — доцента Калининой А. С. и всего преподавательского коллектива кафедры. Необходимо признать, что олимпиадное движение положительно влияет на уровень преподавания в университетах-участниках и с энтузиазмом воспринимается самими студентами, дает им возможность самовыражения и развития личности.

Подробная информация о проведении Олимпиад размещена на сайте <http://www.mhhs.ru>

С. Г. Смирнов, канд. техн. наук, доц., МГТУ им. Н. Э. Баумана — Председатель жюри Олимпиады 2011 г.

Съезд экологов России (Москва. 15—16 ноября 2011 г.)

15—16 ноября 2011 г. в Москве состоялся Всероссийский съезд экологов: 15 ноября — выставка и пленарное заседание в Государственном Кремлевском дворце, 16 ноября — круглые столы в Российской государственной библиотеке.

Тематика съезда — обсуждение экологических аспектов модернизации и технического развития экономики РФ; совершенствование государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, правового обеспечения и стимулирования перехода на экологически эффективные технологии; ликвидация накопленного экологического ущерба и усиление ответственности за нарушения в этой области; проблемы, связанные с изменением климата на планете и поддержанием комфортной среды проживания населения.

По этим темам на пленарном заседании съезда с докладами выступили: *Бедрицкий А. Н.* — советник Президента РФ по вопросам изменения климата, *Семенов П. В.* — зам. министра природных ресурсов и экологии РФ, *Махлаховская Т. В.* — и.о. начальника отдела анализа природоохранной деятельности и координации экологического образования Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, *Гильденскиольд С. Р.* — зам. министра экологии и природопользования правительства Московской области, *Чуракин Н. П.* — первый зам. председателя Комитета Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды, *Залиха-*

нов М. Ч. — академик РАН, председатель подкомитета Комитета Государственной Думы РФ по науке и наукоемким технологиям, *Соколова Н. Р.* — начальник управления экологического контроля Росприроднадзора, *Израэль Ю. А.* — академик РАН, директор Института глобального климата и экологии, *Осинов В. И.* — академик РАН, директор Института геоэкологии РАН, *Таганкин А. М.* — первый вице-президент Союза предпринимателей по сбору и переработке отходов производства и потребления, *Кутляхметов А. Н.* — министр природопользования и экологии Республики Башкортостан, *Честин И. Е.* — директор Всемирного фонда дикой природы, *Крайнов И. П.* — профессор, д. т. н., директор Межведомственного экологического центра Национальной академии наук Украины, *Лисовский С. А.* — гл. редактор газеты "Общество и экология" (Ленинградская обл.) и другие руководители и специалисты федеральных и региональных ведомств, предприятий и организаций.

На круглых столах участники съезда обсуждали проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами и пути экологически и экономически эффективного их решения; теоретические и практические подходы к энергосбережению; вопросы лесного законодательства РФ, обеспечения радиационной безопасности, сохранения водных ресурсов и др.

На съезде была принята приведенная ниже резолюция.

И. С. Пронин, д-р физ.-мат. наук, проф.

E-mail: igorpronin@mail.ru



Резолюция съезда экологов России

Заслушав и обсудив выступления участников Съезда экологов России, Съезд отмечает, что за прошедший год многие инициативы научных и общественных организаций в деле совершенствования экологического законодательства и регулирования в области охраны окружающей среды получают реализацию в виде законопроектов и решений органов государственной власти.

В 2011 году состоялся ряд мероприятий на уровне Президента Российской Федерации, результатом которых стали решения о необходимости активного совершенствования экологического законодательства, а также в области модернизации экономических механизмов охраны окружающей среды.

Большое внимание в перечнях поручений Президента Российской Федерации по итогам заседаний Президиума Государственного Совета 9 июня 2011 года в Дзержинске и Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 27 июня 2011 года уделено вопросам законодательного и технологического обеспечения ликвидации накопленного экологического ущерба, совершенствованию системы государственного экологического контроля, обеспечению экологической безопасности при реализации крупных инфраструктурных проектов на территориях субъектов Российской Федерации.

В указанных документах, как и в поручениях Президента на заседании Госсовета в мае 2010 года, значительное место уделяется совершенствованию процедур государственной экологической экспертизы, оценки воздействия на окружающую среду, что говорит о повышенном внимании государства к проблеме предотвращения негативного воздействия экономической деятельности на окружающую среду.

Участники Съезда с удовлетворением отмечают, что в перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам заседаний Президиума Государственного Совета 9 июня 2011 года вошло решение о подготовке документов к ратификации Конвенции "О доступе к информации, участию общественности в принятии решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды" (Орхус, 1998) и Конвенции "Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте" (Эспо, 1991), о чем специально отмечалось в Резолюции шестой Всероссийской конференции "Новые приоритеты национальной экологической политики в реальном секторе экономики".

Участники Съезда поддерживают поручения Президента Российской Федерации, направленные на обеспечение взаимодействия органов государственной власти с общественностью, волонтерами, некоммерческими организациями как путем совершенствования работы общественных советов, так и вовлечения в реализацию конкретной природоохранной работы.

Особого внимания заслуживают поручения в области экономического стимулирования разработки и внедрения экологически чистых технологий, рационального использования природных ресурсов, прежде всего нефтяного попутного газа, возобновляемых источников энергии. Участники Съезда полагают, что при разработ-

ке правовых и технологических решений по реализации данных поручений необходимо обеспечение максимального участия экспертного потенциала общественности и бизнеса.

Участники Съезда отмечают, что в исполнении данных ранее поручений Президента и Председателя Правительства Российской Федерации произошел позитивный сдвиг. В частности в Государственную Думу Правительством Российской Федерации были внесены шесть законопроектов, подготовленные в порядке их исполнения.

В то же время, ряд внесенных законопроектов лишь частично решают поставленные задачи. Так, например, положения проекта Федерального закона "О внесении изменений в федеральные законы "О континентальном шельфе Российской Федерации" и "О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации" не содержат реальных механизмов защиты морской среды от нефтяного загрязнения, необходимость законодательного закрепления которых поддержана экспертным сообществом и основана на международном опыте регулирования данного вопроса.

В связи с этим необходимо продолжить работу по реализации поручений Президента Российской Федерации, обеспечив широкое обсуждение с заинтересованными сторонами разработанных министерствами документов как в процессе их внутриведомственной подготовки, так и на стадии принятия законопроектов в Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации.

Участники Съезда рекомендуют законодательным и исполнительным органам государственной власти Российской Федерации, научным и общественным организациям:

- обеспечить эффективное выполнение поручений, данных Президентом Российской Федерации по итогам заседания Государственного Совета 9 июня 2011 года и Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 27 июня 2011 года, а также широкое общественное обсуждение разрабатываемых проектов документов;
- обеспечить скорейшее завершение работы по подготовке документов, необходимых для ратификации Конвенции "О доступе к информации, участию общественности в принятии решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды" (Орхус, 1998) и Конвенции "Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте" (Эспо, 1991), и обеспечить их ратификацию;
- при доработке проектов федеральных законов в области охраны окружающей среды, внесенных Правительством Российской Федерации в Государственную Думу, обеспечить участие представителей субъектов Российской Федерации, общественных и научных организаций, бизнеса;
- уделить особое внимание разработке проектов законодательных актов, направленных на экологическую безопасность при реализации инфраструктурных проектов по разведке, добыче и транспортировке углеводородов на континентальном шельфе Российской Фе-

дерации и в ее исключительной экономической зоне с учетом международных требований и стандартов, включая создание механизмов финансового обеспечения работ (мероприятий) по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;

- внести предложения по установлению особых режимов природопользования в Арктической зоне Российской Федерации, не допускающих возможность добычи нефти в ледовых условиях при отсутствии у операторов проверенных методов ликвидации разливов нефти подо льдом;
- разработать проекты нормативно-правовых актов, эффективно регулирующих вопросы ликвидации последствий негативного воздействия на окружающую среду и возмещения ущерба окружающей среде, нанесенного и накопленного в результате прошлой хозяйственной деятельности;
- продолжить работу по подготовке и принятию нормативных правовых актов в области совершенствования процедуры организации и проведения государственной экологической экспертизы;
- внести предложения по включению в российское законодательство стратегической экологической оценки проектов стратегий, программ, планов, включая документы территориального планирования;
- разработать меры по обеспечению экологической безопасности при реализации крупных инфраструктурных проектов на территориях субъектов Российской Федерации и представить предложения о мерах по ликвидации последствий накопленного экологического ущерба на территориях субъектов Российской Федерации;
- подготовить предложения о мерах экономического стимулирования разработки и внедрения экологически чистых технологий, включая формирование инфраструктуры сбора и переработки отходов, в том

числе за счет аккумуляции дополнительных финансовых ресурсов за счет введения специального налога на экологически неблагоприятную продукцию;

- разработать систему государственных мер, направленных на стимулирование производства и эксплуатации экологически чистого транспорта;
- внести предложения и рекомендации, направленные на стимулирование развития добровольных механизмов экологической ответственности, базирующихся на международных стандартах, в том числе таких, как нефинансовая отчетность и системы добровольной сертификации и маркировки, подлежащие независимой проверке и заверению, обеспечив привлечение к разработке заинтересованных общественных организаций;
- при создании новой структуры федеральных органов исполнительной власти рассмотреть вопрос о создании федерального органа по охране окружающей среды с прямым подчинением Правительству Российской Федерации, обладающего необходимыми полномочиями, материальными и финансовыми средствами;
- принять меры для включения экологических параметров в конкурсную документацию при размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд;
- обеспечить работу общественных советов на постоянной основе, а также создать механизмы взаимодействия органов исполнительной власти с волонтерами и некоммерческими организациями, работающими в сфере охраны окружающей среды, предусмотрев при этом меры поощрения за активную гражданскую позицию и развитие волонтерского движения.

Первый форум по экологической безопасности и геронтологии

(КНР. 15—18 ноября 2011 г.)

В период с 15 по 18 ноября 2011 года в г. Чэнду (провинция Сычуань, КНР) состоялся первый форум по экологической безопасности и геронтологии (см. 3-ю стр. обложки).

В ходе форума обсуждались проблемы охраны окружающей среды, безопасности продуктов питания, создания благоприятных условий для населения пожилого возраста, охраны здоровья, долголетия, а также экологической культуры и нравственности.

Организаторы форума — китайское отделение Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Экологический центр китайского фонда по изучению международных проблем и Между-

народная организация сотрудничества по экологической безопасности.

Спонсорскую поддержку обеспечила крупнейшая фармацевтическая корпорация "Enwei".

В работе форума принимали участие ученые, дипломаты, общественные деятели из Индии, Иордании, Китая, Монголии, России, США и других стран.

Открыл форум известный китайский ученый и общественный деятель вице-президент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности академик Цзян Минцзюнь (см. 3-ю стр. обложки). Он отметил важность проблем геронтологии и предложил объединить усилия ученых для защиты жизни и здоровья лиц пенсионного возраста.



С интересными докладами и сообщениями на форуме выступили ученые из России.

Особый интерес вызвала новая диагностическая технология проф. В. Н. Шабалина (см. 3-ю стр. обложки), академика РАМН, директора Научно-клинического центра геронтологии (совместно с проф. С. Н. Шатохиной).

Новая медицинская технология основана на исследовании структур биологических жидкостей, формирующихся в результате фазового перехода из жидкого состояния в твердое путем дегидратации в специальных условиях.

Предлагаемая технология включает в себя два способа дегидратации: "клиновидную" (обеспечивает системную самоорганизацию биожидкости) и "краевую" (обеспечивает локальную самоорганизацию биожидкости). Информация, полученная такими способами, дополняет друг друга, дает комплексную характеристику степени физиологического состояния организма, видов и тяжести протекающих патологических процессов, позволяет оценивать их динамику, эффективность применяемой терапии, прогнозировать течение и исход заболевания. Особая ценность технологии состоит в том, что она выявляет патологический процесс на самых ранних этапах его развития, на которых известные методы не результативны.

Один из наиболее важных разделов данной технологии относится к диагностике и контролю за развитием опухолевого роста. Технология позволяет контролировать начинающийся процесс метастазирования, а также определять наиболее эффективный терапевтический комплекс, включающий как химические, так и лучевые средства лечения.

Главный диетолог Санкт-Петербурга профессор В. А. Доценко в своем докладе подчеркнул, что 80 % всех заболеваний в той или иной степени связаны с пи-

танием, а 40 % заболеваний непосредственно обусловлены нарушением принципов здорового питания (по данным ВОЗ). Докладчик отметил, что в России в настоящее время проводится государственная политика здорового питания человека пожилого возраста. В связи с этим В. А. Доценко (см. 3-ю стр. обложки) изложил в своем докладе основные диетические законы питания пожилого человека.

Президент Международного института прорывных технологий и инноваций проф. Г. А. Угодчиков (см. 3-ю стр. обложки) посвятил свой доклад методам системного анализа в геронтологии (соавтор — Е. Г. Михайлова). Применение данного метода позволяет комплексно исследовать и определить возможные резервы для продления возраста активного долголетия.

Президент МАНЭБ проф. О. Н. Русак обосновал актуальность разработки нормативно-правовой базы для работающих пенсионеров, учитывающей физиологические, психологические и другие особенности лиц пожилого возраста.

Участники форума посетили крупнейшую фармацевтическую корпорацию "Enwei", которую возглавляет крупный китайский бизнесмен и ученый Сье Юнсинь. Для китайского бизнеса характерно стремление поддерживать ученых-экологов.

В работе форума участвовали члены китайского союза художников, которые средствами изобразительного искусства воспитывают экологическую культуру населения. Группа художников под руководством известного художника Сун Юн Синь провела мастер-класс, продемонстрировав свое искусство, призывающее людей бережно относиться к природе.

Решения форума направлены во Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ).

Я. О. Русак, академик МАНЭБ
E-mail: ksusha_rusak@list.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, e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Т. В. Пчелкина*

Сдано в набор 12.01.12. Подписано в печать 20.02.12. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ312.

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 "Авансесд солишнз".

Отпечатано в ООО "Авансесд солишнз". 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 5/7, стр. 2, офис 2.