



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

4(112)
2010

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
МАХУТОВ Н. А.
ПАВЛИХИН Г. П.
СИДОРОВ В. И.
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:

ГЕНДЕЛЬ Г. Л.
ГРУНИЧЕВ Н. С.
ИВАНОВ Н. И.
КАЛЕДИНА Н. О.
КАРНАУХ Н. Н.
КАРТАШОВ С. В.
КАЧАНОВ С. А.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.
КСЕНОФОНТОВ Б. С.
КУКУШКИН Ю. А.
МАСТРЮКОВ Б. С.
МЕДВЕДЕВ В. Т.
ПАНАРИН В. М.
ПОЛАНДОВ Ю. Х.
ПОПОВ В. М.
СИДОРОВ А. И.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.
ФРИДЛАНД С. В.
ХАБАРОВА Е. И.
ЦХАДАЯ Н. Д.
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Гоголев И. Г., Николаева Т. А., Дроконов А. М. Генерация и методы снижения шума газоперекачивающих агрегатов с авиационными и судовыми газотурбинными двигателями . . . 2
- Кретов И. Т., Шахов С. В., Потапов А. И., Попов Е. С., Попов Д. С. Оценка целостности технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства. . . 7
- Лазарев А. Г., Беспалов В. И., Лазарев А. А., Евтушенко А. И. Анализ звукоотражающих и звукопоглощающих свойств различных физических сред как основа решения проблем оздоровления акустической обстановки в производственных помещениях . . . 10
- Шаров Е. А., Кузеев И. Р. Комплексное исследование вала магистрального насоса неразрушающими и разрушающими методами контроля . . . 12

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Альков Н. М., Павлова А. В., Нгуэн Кхань Зуй, Абуова Г. Б., Утюбаева Н. В. Сорбционное удаление из воды ионов тяжелых металлов . . . 17
- Байгалиев Б. Е., Шайхутдинова А. А. Имитационная модель управления экологической безопасностью . . . 21
- Гигина О. С., Быковский Н. А., Кантор Е. А. Извлечение меди из отработанных кислотных растворов травления производства печатных плат . . . 24
- Степанова С. В., Низамов Р. Х., Шайхиев И. Г., Фриланд С. В. Использование отходов растительного происхождения в качестве сорбентов нефти . . . 28
- Томаков В. И., Томаков М. В., Домекин А. В., Петина И. А., Добророднов А. А., Шумаков С. Н. Мониторинг и защита подземных вод от загрязнения нефтепродуктами на территории Курской нефтебазы . . . 32
- Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Разработка принципов создания информационной системы для минимизации воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств на окружающую среду . . . 39

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Алешков Д. С., Бедрина Е. А. Оценка шумового загрязнения окружающей среды на примере города Омска . . . 43
- Каплан А. Л., Секачев Ю. Н. Некоторые проблемы государственного и общественного экологического контроля за отходами производства и потребления на территории Самарской области . . . 46

ОБРАЗОВАНИЕ

- Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 2007–2008 годы. Смирнов Сергей Георгиевич . . . 49

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ БЖД

- Новые документы по вопросам безопасности, принятые в 2009 г. и опубликованные в Российской газете (РГ) . . . 53

ИНФОРМАЦИЯ

- О XIII Международной специализированной выставке "Безопасность и охрана труда — 2009" . . . 55
- Высокий интерес к защите окружающей среды — по материалам Всероссийской студенческой олимпиады. . . 55

Приложение. История и современность кафедры "Безопасность жизнедеятельности" Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

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 621.311

И. Г. Гоголев, д-р техн. наук, **Т. А. Николаева**, д-р пед. наук,
А. М. Дроконов, канд. техн. наук,
Брянский государственный технический университет
E-mail: heat@tu—bryansk.ru

Генерация и методы снижения шума газоперекачивающих агрегатов с авиационными и судовыми газотурбинными двигателями

Рассмотрены результаты исследований акустических характеристик газоперекачивающих агрегатов с приводными газотурбинными двигателями авиационного и судового типов. Приведены способы снижения шума, излучаемого этими установками.

Ключевые слова: газоперекачивающий агрегат, звуковое давление, авиационный газотурбинный двигатель, судовой газотурбинный двигатель, звукопоглощающая конструкция.

Gogolev I. G., Nikolaeva T. A., Drokonov A. M. *Generating and method of reducing noise of gas pumping units having aviation and ship gas turbine engines*

The results of studies of acoustic characteristics of gas pumping units aviation and ship gas turbine engines are presented. Shown are methods reducing noise produced by the above units.

Keywords: gas pumping unit, sound pressure, aviation gas turbine engine, ship gas turbine engine, sound absorbent design.

При разработке перспектив развития газовой промышленности следует оптимизировать выбор типов газоперекачивающих агрегатов (ГПА), используемых на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов (МГ). Решение этой важнейшей задачи возможно за счет внедрения ГПА нового поколения, например с приводом от высокоэффективных конвертируемых газотурбинных двигателей транспортного (авиационного, судового) типа, компактность и малая масса которых обеспечивают их высокую транспортабельность и мобильность, простоту монтажных и демонтажных операций, возможность эксплуатации в различных климатических зонах.

Вместе с тем, такие двигатели, имея многие преимущества, обладают достаточно высокой аку-

стической мощностью, что создает неблагоприятную шумовую обстановку на территории эксплуатирующего предприятия и за его пределами. Для решения этой проблемы необходимо в технические условия на создание энергоблоков включать нормативные требования, предусмотренные санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562—96, согласно которым уровни звукового давления в октавных полосах частот (L , дБ) и эквивалентный уровень звука (L_A , дБА) не должны превышать:

- в помещении операторной — значений предельного спектра 60 и 65 дБА соответственно;

- в зоне обслуживания действующего энергетического оборудования (при полной рабочей смене у технического персонала) — 80 дБА;

- на границе санитарно-защитной зоны компрессорной станции — 40 и 45 дБА соответственно.

Для изучения проблемы уменьшения шума приводных двигателей (Д) и центробежных нагнетателей природного газа (Н) в агрегатах рассматриваемого класса следует установить причины его формирования в основных источниках — компрессорах, камерах сгорания, турбинах и нагнетателях различной конструкции, отличающихся природой и механизмом генерации акустического давления, и их вклад в общий уровень излучаемой ГПА звуковой мощности. Так, авторами было установлено, что для минимизации уровня излучаемого ГПА шума необходимы следующие конструктивные мероприятия [1]:

- в компрессоре и турбине: снизить уровень турбулентности и скорости течений, интенсивность взаимодействия потоков в лопаточных венцах; оптимизировать режим работы; осуществить "запирание" звука на входе в компрессор; оснастить установки звукоизолирующими кожухами и др.;

- в камере сгорания: исключить причины отрыва потока и вихреобразования, осуществить отстрой-

ку форсунок, улучшить аэродинамику входных каналов и т. д.;

— в нагнетателе: оптимизировать геометрию лопаток и их численное соотношение в рабочем колесе и диффузоре, использовать диффузорную решетку с переменным шагом, выполнить подрезку выходных кромок рабочих лопаток, ввести расфазировку по ступеням для многоступенчатых машин посредством установки колес на валу с угловым смещением и др.

С целью дальнейшего накопления банка данных по этой проблеме были выполнены комплексные исследования акустических характеристик энергоблоков, где объектами изучения служили ГПА, оснащенные конвертируемыми двигателями авиационного типа (АГПА), выпускаемые американской фирмой "Солар" и отечественными моторостроительными объединениями (ГПА-Ц-6,3; ГПА-Ц-16; ГПА-Ц-16Л; ГПА-Ц-16Р и ГПА-12ПЦ), а также агрегаты, в которых в качестве привода используются модернизированные судовые газотурбинные установки (СГПА), изготавливаемые Николаевским судостроительным заводом (Украина): ГПА-16МГ90 и ГПУ-16С.

Исследования акустических характеристик указанных турбоблоков выполнялись на режимах, близких к номинальным. Измерения производились по периметру установок в октавной полосе частот согласно ГОСТ 12.2.016.4—91.

Спектральный анализ шума АГПА исследованного класса позволил установить следующие закономерности.

В турбомашинах типа "Солар" (рис. 1) на частотных полосах $f > 100$ Гц среднеквадратическое значение (СКЗ) излучаемого давления превосходит предельно допустимый уровень (ПДУ). Так, на частотах 125...250 Гц превышение составляет 10...16 дБ, а в диапазоне от 500 до $8 \cdot 10^3$ Гц — 18...26 дБ (рис. 2, кривые 1 и 7). Эквивалентный уровень звукового давления АГПА (по шкале А) на 23 дБА выше ПДУ (рис. 2).

Спектр излучаемого шума имеет постоянный по времени широкополосный характер, что оказалось свойственно и другим машинам транспортно-

Исследование акустических характеристик газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-6,3 (с двигателем типа НК-12СТ мощностью 6,3 МВт и нагне-

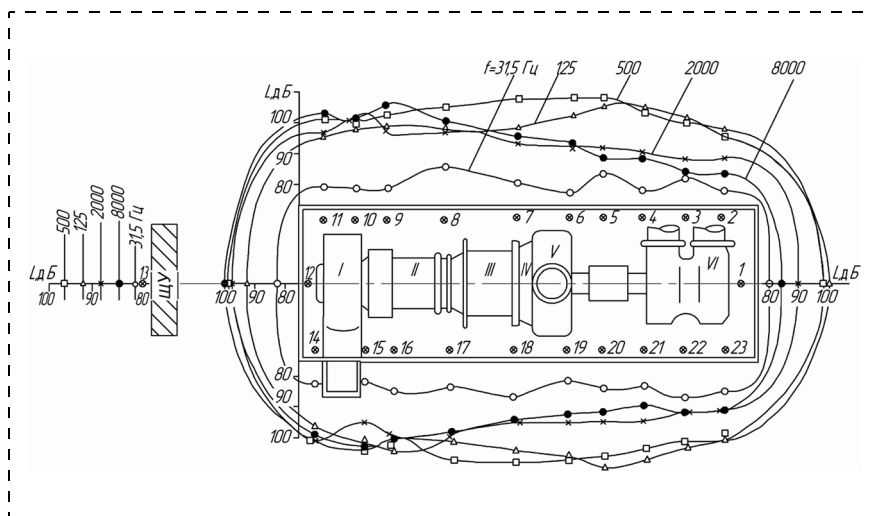


Рис. 1. Схема расположения точек измерения звукового давления и шумодиаграммы АГПА типа "Солар":

I — воздушный коллектор; II — компрессор; III — камера сгорания и турбина газогенератора; IV — силовая турбина; V — выхлопной коллектор; VI — нагнетатель; ЩУ — щит управления; ⊗ — 1...23 — точки измерения звукового давления

тателем природного газа типа НЦВ-6,3/125-2,2), смонтированного в металлическом звукопоглощающем контейнере на открытой площадке, показало, что интенсивность звука по контуру установки в отдельных зонах близка к 100 дБ (рис. 3). В области высоких частот уровень шума существенно превышает ПДУ (см. рис. 2, кривая 2). Например, на частоте $f = 4 \cdot 10^3$ Гц разность ΔL достигает 19 дБ, а излучаемый установкой эквивалентный уровень звука превосходит допустимый на 14 дБА (см. рис. 2).

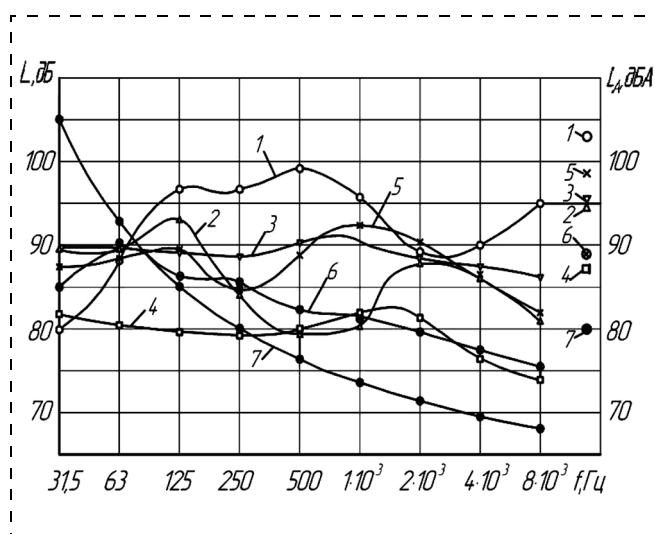


Рис. 2. Спектры шума АГПА типов:

1 — Солар; 2 — ГПА-Ц-6,3; 3 — ГПА-Ц-16; 4 — ГПА-Ц-16Л; 5 — ГПА-Ц-16Р; 6 — ГПА-12ПЦ; 7 — ПДУ

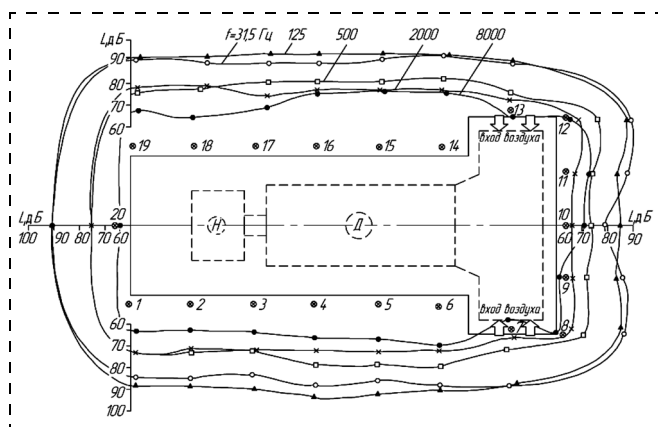


Рис. 3. Схема расположения точек измерения звукового давления и шумограммы АГПА типа ГПА-Ц-6,3:

Д — двигатель; Н — нагнетатель; ⊗ — 1...23 — точки измерения звукового давления

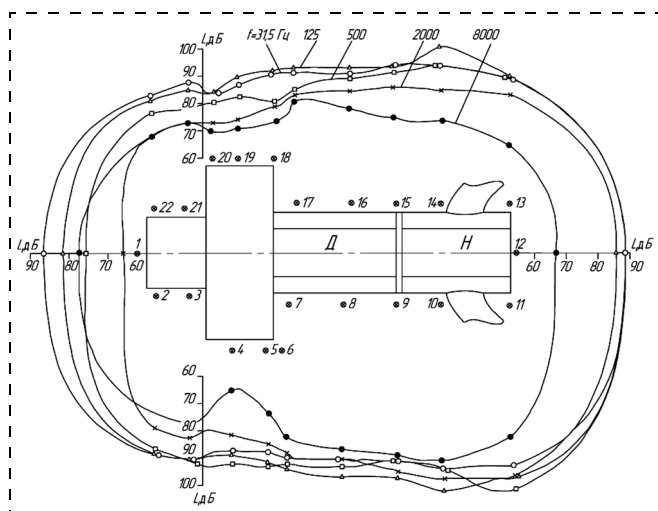


Рис. 4. Схема расположения точек измерения звукового давления и шумограммы АГПА типа ГПА-12 ПЦ (обозначения см. на рис. 3)

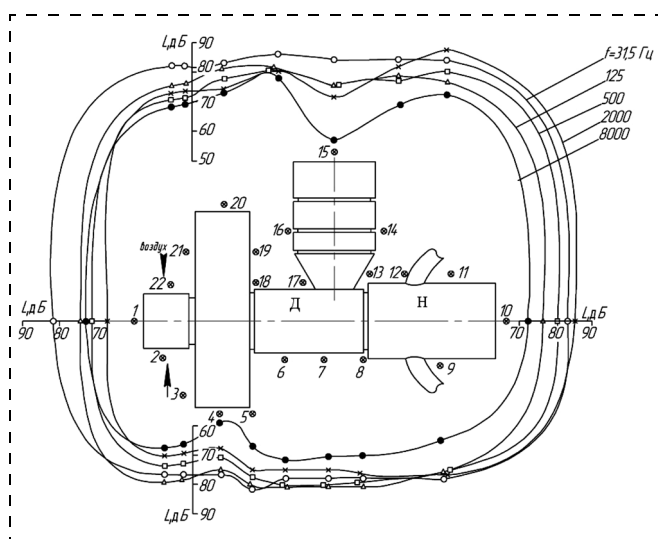


Рис. 5. Схема расположения точек измерения звукового давления и шумограммы АГПА типа ГПА-12 ПЦ (обозначения см. на рис. 3)

Измерение шума турбоблока типа ГПА-12ПЦ мощностью 12 МВт (с двигателем ПС-90 ГП и нагнетателем ГЦ 2-240/41,5-56) показало, что на частотах $f > 125$ Гц значения УЗД превышают ПДУ (см. рис. 2, кривая б), а наибольшие величины звукового давления зарегистрированы в зоне газохода нагнетателя, где его уровни в области низких частот более 100 дБ (рис. 4). Эквивалентный уровень шума энергоустановки превосходит допустимый на 9 дБА.

На КС МГ находится в эксплуатации большое количество смонтированных в блок — контейнерах модифицированных газоперекачивающих агрегатов типа АГПА мощностью 16 МВт, различающихся используемыми в установках двигателями и нагнетателями газа.

Рассмотрим из этого класса машин шумовые характеристики турбоблока типа ГПА-Ц-16Л с двигателем АЛ-31СТ и нагнетателем НЦ-16/76-1,44. Этой установке свойственна высокая неравномерность звукового поля вдоль контура. Максимальный уровень шума наблюдается как на низких, так и на высоких частотах (рис. 5).

Вместе с тем, агрегат характеризуется наименьшим уровнем акустической активности среди АГПА идентичной мощности. Так, в ГПА-Ц-16, оборудованном двигателем НК-16СТ и нагнетателем Ц-16/56-1,44, уровень звукового давления в сравнении с ГПА-Ц-16Л выше на 8 дБА, а в ГПА-Ц-16Р (с двигателем АЛ-31СТ и нагнетателем Ц-16/56-1,44) — на 10 дБА (см. рис. 2, кривые 3, 4 и 5).

Как видно, газоперекачивающие агрегаты с авиационными газотурбинными двигателями излучают шум, уровень которого существенно превосходит предельно допустимый, а потому нуждаются в реконструкции с целью улучшения экологических характеристик энергетического оборудования КС МГ, особенно ГПА производства фирмы "Солар".

Как отмечалось, программой настоящих исследований предусматривалось изучение акустических свойств СГПА мощностью 16 МВт.

Турбоблок этого класса ГПА-16МГ включает конвертируемый двигатель типа ДГ-90, размещаемый в контейнере, и центробежный нагнетатель газа типа 370-18-1, устанавливаемый в специальной галерее.

Регистрация шума производилась по периметру контейнера (обозначим этот блок зоной А) и нагнетателя (зона Б). Результаты измерений и расчета уровня звукового давления показаны на рис. 6, из которого видно, что интенсивность акустического поля по контуру контейнера распределена

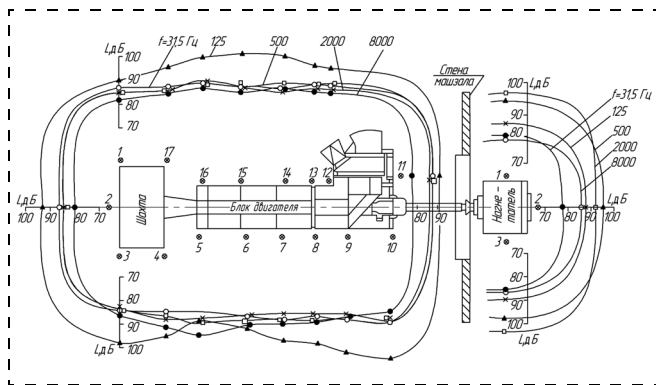


Рис. 6. Схема расположения точек измерения и шумограммы СГПА типа ГПА-16МГ на нескольких частотах: X — точки замера

неравномерно, особенно на частотах 125 и 8000 Гц. УЗД достигали максимума ($L = 100...105$ дБ) в области переходного патрубка (между воздухозаборной камерой (ВЗК) и компрессором) и в зоне выхлопа газа (см. рис. 6, точки замера 15, 10).

СКЗ звукового давления этого двигателя лишь в частотном диапазоне 63...250 Гц более 90 дБ. Вместе с тем, частотная полоса $f > 63$ Гц характеризуется превышением УЗД над ПДУ. Максимальное значение $\Delta L = 18...19$ дБ наблюдается на частоте 8000 Гц, а по шкале А оно составляет 15 дБА (рис. 7, а). Шум, излучаемый нагнетателем газа этой установки, имеет наибольшие уровни $L = 100...105$ дБ области высоких частот $f = 1000...2000$ Гц (см. рис. 6, 7, б).

СКЗ акустического давления Н на 27...31 дБ выше предельно допустимых значений, а по шкале А превосходит ПДУ на 28 дБА (рис. 7, б).

Агрегатам типа ГПУ-16С с приводом нагнетателей газа типа НЦ-16ДГ от двигателей ДГ-90, монтируемым блочно в контейнерах, СКЗ звуковой мощности несколько меньше, чем в установках ГПА-16МГ (см. рис. 7, а). Наибольшая разница между излучаемым и допустимым уровнями шума в турбоблоке ГПУ-16С составляет 14...16 дБ в частотном диапазоне 1000...2000 Гц, а по шкале А — 14...15 дБА (см. рис. 7, а).

Сравнительный анализ шумовых характеристик газоперекачивающих агрегатов с приводом от двигателей транспортного типа показал, что большинство АГПА отечественного производства обладают меньшей акустической мощностью, нежели СГПА. Исключение в группе авиаприводных машин составляет лишь установка ГПА-Ц-16Р (см. рис. 2). При этом все исследованные агрегаты транспортного класса излучают звуковое давление, существенно превышающее ПДУ, что свиде-

тельствует о необходимости рационального акустического проектирования таких турбоблоков и оптимизации конструкции систем шумоглушения их отсеков: ВЗК, Д, Н, выхлопного устройства.

Снижение шума двигателей энергоблоков и переходных патрубков этих установок может быть обеспечено облицовкой внутренней поверхности их корпусных элементов звукопоглощающими конструкциями (ЗПК), например одно- или двухсекционными ячеистыми оболочками, состоящими из перфорированной обшивки (металлической сетки) со стороны газового потока и системы сотовых (коробчатых) камер — резонаторов, настроенных на определенный частотный диапазон (рис. 8, а, б).

Следует отметить, что в двухслойных оболочках, которые следует располагать в области наибольшей интенсивности шума, вставки одного слоя по отношению к другому необходимо смешать на полшага с целью исключения прямолинейного течения акустических волн, что будет способствовать дополнительной диссипации их энергии.

Процесс гашения звукового давления в таких резонаторах протекает следующим образом. Если параметры частоты, доминирующей в волновом спектре энергоносителя, равны или близки собственной частоте колебаний сотовой структуры поверхностных резонаторов, то в их полостях формируются интенсивные акустические колебательные процессы, что способствует рассеиванию волновой энергии газа в камерах ЗПК. Ее непогашенная часть отражается через перфорированную

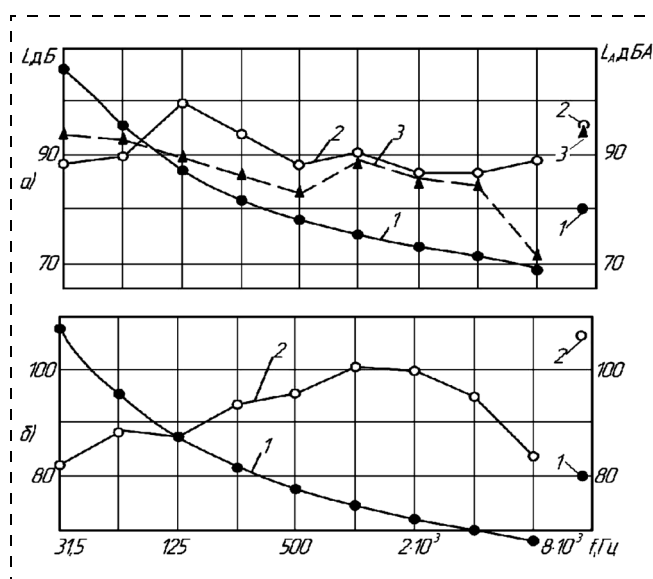


Рис. 7. Спектры шума ГПА типа ГПА-16МГ и ГПУ-16С: а, б — соответственно в зонах А и Б; 1 — ПДУ; 2 и 3 — соответственно агрегаты ГПА-16МГ и ГПУ-16С

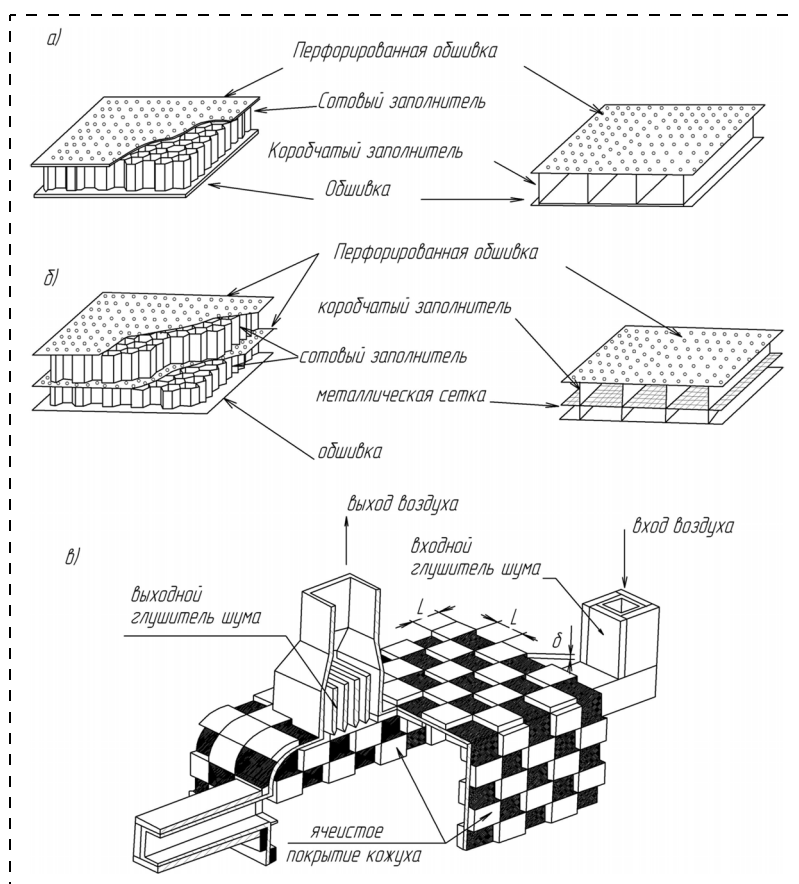


Рис. 8. Конструкции систем шумоглушения:

а, б — соответственно одно- и двухсекционная внутренняя звукопоглощающая оболочка корпуса двигателя (патрубков) [2]; *в* — звукопоглощающий кожух установки с ячеистым покрытием звукопоглощающим материалом

стенку в сферу потока, а возникающая разнонаправленность течений будет способствовать гашению звукового давления на корпусные элементы и, как следствие, уровня излучаемого шума. Таким образом, при проектировании ЗПК следует обеспечить согласование частот собственных колебаний резонансных камер (посредством оптимизации системы перфорации и геометрии камер) с частотным диапазоном акустического излучения теплоносителя.

При создании внешних экранирующих кожухов энергоустановок их поверхность следует оснащать высокоэффективными звукопоглощающими материалами (ЗПМ) типа Лайт—Баттс (минеральная вата на основе базальтовых пород) или БВТМ-ПМ (ультратонкое штапельное волокно), разместив заключенные в стеклотканевую оболочку (типа СЭ) секции из ЗПМ на внутренней и внешней поверхностях в шахматном порядке: одна ячейка с наполнителем, смежная — свободная (рис. 8, *в*). Размеры отдельных матов следует выбирать из условия $1,0 \leq L/\delta \leq 1,5$, где L — поперечный размер отдельного элемента звукопоглощающего мата, δ — толщина мата.

В качестве материалов для ЗПК, работающих в области высоких температур, следует использовать коррозионно-стойкие стали или титановые сплавы, а в зоне температур до $+150^\circ\text{C}$ — полимерные композиционные материалы (стеклопластики) на основе стеклянных нитей и эпоксидных связующих.

Внедрение результатов настоящих исследований в практику проектирования и модернизации энергетического оборудования компрессорных станций позволит обеспечить рекомендуемые

стандартом ИСО-2000 показатели шума в зоне действующих газоперекачивающих установок.

Список литературы

1. Апостолов А. А. Акустические характеристики газотурбинных установок магистральных газопроводов / А. А. Апостолов, И. Г. Гоголев, А. М. Дроконов, Н. В. Дашунин. — Брянск: БГТУ, 2002. — 180 с.
2. Иноземцев А. А. Газотурбинные двигатели / А. А. Иноземцев, В. Л. Сандрацкий. — Пермь: ОАО "Авиадвигатель", 2006. — 1500 с.

Внимание!

В Приложении к журналу "Безопасность жизнедеятельности" 2010, № 2 "Биотехнологические методы очистки воды, почвы и воздуха" по вине автора Б. С. Ксенофонтова не указана ссылка о заимствовании из Internet рисунков 1—3, размещенных на 2-й и 3-й стр. обложки Приложения.

Приносим свои извинения.

УДК 663.48

И. Т. Кретов, д-р техн. наук, проф., **С. В. Шахов**, канд. техн. наук, доц.,
А. И. Потапов, канд. техн. наук, **Е. С. Попов**, асп., **Д. С. Попов**,
 Воронежская государственная технологическая академия
 E-mail: e_s_popov@mail.ru

Оценка целостности технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства

Технологическая линия комплексной переработки отходов пивоваренного производства представлена в виде технологической системы, состоящей из одиннадцати подсистем. Выполнен расчет уровня целостности системы через экспериментальное определение стабильности отдельных подсистем. Проведенная диагностика позволяет определить уровень и направление развития всего технологического комплекса.

Ключевые слова: технологическая система, подсистема, целостность, стабильность, энтропия.

Kretov I. T., Shahov S. V., Potapov A. I., Popov E. S., Popov D. S. Estimation to wholeness of the technological system of the complex conversion departure brewing production

The technological line of the complex conversion departure brewing production is presented in the manner of technological system, consisting of eleven subsystems. The executed calculation level to wholeness of the system through experimental determination of the stabilities of the separate subsystems. The called on diagnostics allow to define the level and direction of the development of the whole technological complex.

Keywords: technological system, subsystem, wholeness, stability, entropy.

Технологические процессы в перерабатывающих отраслях, рассчитанные на выпуск большого количества одинаковых изделий, являются процессами массового производства. Специфика их для поточных линий заключается в том, что каждая отдельно взятая операция и весь процесс в целом совершаются в одних и тех же производственных условиях. Вместе с тем на течение процесса накладываются разные возмущения, что вносит определенные нарушения в процесс, и, как следствие, вырабатываемые изделия не бывают абсолютно одинаковыми. Чем меньше возмущений будет влиять на процесс, тем в меньшей степени он будет колебаться и более постоянным будет качество продукции. Поэтому основной технической харак-

теристикой таких процессов является стабильность как фактор целостности системы.

Решение проблемы развития технологических линий связано с расчетом уровня целостности существующих технологических систем через экспериментальное определение стабильности отдельных подсистем [1]. Экспериментальная часть данной задачи выполнена совместно с Воронежским филиалом ОАО "Пивоваренная компания "Балтика" — "Балтика — Воронеж".

Технологическая система комплексной переработки отходов пивоваренного производства представлена в виде структурной схемы (рис. 1), в которой система разбита на одиннадцать подсистем: *A* — включает технологические операции, связанные с отделением питательной среды от дрожжевой суспензии, промывкой медицинских дрожжей 1 %-ным раствором NaCl, промывкой медицинских дрожжей водой, вакуум-сублимационной сушкой

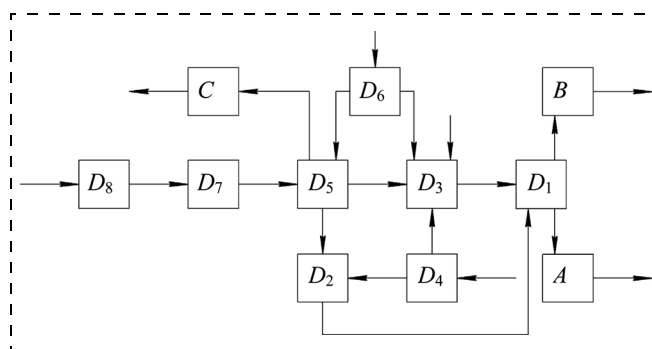


Рис. 1. Структурная схема технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства:

A — подсистема образования медицинских дрожжей; *B* — подсистема образования кормовых дрожжей; *C* — подсистема образования гранулированного кормового концентрата; *D*₁ — подсистема образования дрожжевой суспензии; *D*₂ — подсистема образования чистой культуры дрожжей; *D*₃ — подсистема образования питательной среды; *D*₄ — подсистема образования раствора сульфата аммония; *D*₅ — подсистема образования культуральной жидкости; *D*₆ — подсистема образования шрота и экстракта солодовых ростков; *D*₇ — подсистема образования разваренной охлажденной массы; *D*₈ — подсистема образования предразваренной массы



медицинских дрожжей, упаковкой и хранением медицинских дрожжей; *B* — включает технологические операции, связанные с сушкой кормовых дрожжей, отделением примесей от кормовых дрожжей, упаковкой и хранением кормовых дрожжей; *C* — включает технологические операции, связанные с гранулированием кормового концентрата, сушкой гранулированного кормового концентрата, отделением примесей от гранулированного кормового концентрата, упаковкой и хранением гранулированного кормового концентрата; *D*₁ — включает технологические операции, связанные с выращиванием кормовых дрожжей, освобождением дрожжевой суспензии от пены, концентрированием пивных избыточных дрожжей, плазмоллизированием дрожжевой суспензии; *D*₂ — включает технологические операции, связанные с образованием питательной среды, выращиванием чистой культуры дрожжей, образованием питательной среды, выращиванием засевных дрожжей; *D*₃ — включает технологические операции, связанные с образованием стерилизованного белкового отстоя, образованием питательной среды; *D*₄ — включает технологические операции, связанные с образованием рецептурной смеси раствора сульфата аммония, очисткой раствора сульфата аммония от примесей; *D*₅ — включает технологические операции, связанные с образованием суспензии грибных культур, образованием культуральной жидкости, образованием густой массы и смеси грубого фильтрата с частью густой массы; *D*₆ — включает технологические операции, связанные с измельчением солодовых ростков, образованием экстракта из дробленых солодовых ростков, образованием шрота и экстракта солодовых ростков из массы после экстракции, смешиванием шрота и части экстракта солодовых ростков; *D*₇ — включает технологические операции, связанные с образованием разваренной массы, выделением вторичного пара, охлаждением разваренной массы; *D*₈ — включает технологи-

ческие операции, связанные с образованием вытяжки из суперфосфата, смешиванием вытяжки из суперфосфата с отходами пивоваренного производства с последующим развариванием.

Выход каждой из подсистем оценивали следующими контролируемыми параметрами: *D*₈ — температурой предразваренной массы (*T* = 80...82 °C); *D*₇ — температурой разваренной массы (*T* = 46 °C); *D*₆ — содержанием сухих веществ (СВ = 3,25 %); *D*₅ — активной кислотностью суспензии грибных культур (рН = 6,4...6,6) и содержанием сухих веществ в культуральной жидкости (СВ = 5...6 %); *D*₄ — массовой долей сульфата аммония (24...26 %); *D*₃ — температурой питательной среды (*T* = 35...37 °C); *D*₂ — температурой чистой культуры дрожжей (*T* = 32...34 °C), активной кислотностью (рН = 4,6...4,8); *D*₁ — содержанием дрожжевых клеток (500...600 млн/мл), температурой дрожжевой суспензии (*T* = 70...75 °C); *C* — массовой долей влаги в гранулированном кормовом концентрате (*W* = 1...2 %); *B* — массовой долей влаги в кормовых дрожжах (*W* = 1...2 %); *A* — массовой долей влаги в медицинских дрожжах (*W* = 1...2 %).

За оцениваемый период времени принята величина не менее 15 суток — время, необходимое для проведения процессов брожения и созревания пива, в течение которого образуются пивные избыточные дрожжи, оседающие в конусе цилиндрико-конического танка, используемые для получения кормовых и медицинских дрожжей.

Уровень целостности технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства определяли по формуле

$$\Theta = \sum_{i=1}^L \eta_i - (L - 1),$$

где η_i — стабильность *i*-й подсистемы (*i* = *D*₈, *D*₇, *D*₆, *D*₅, *D*₄, *D*₃, *D*₂, *D*₁, *C*, *B*, *A*); *L* — количество подсистем в технологической системе (*L* = 11).

Под-система	Оцениваемый период, сут	Количество проб в пределах допуска	P_i	$1-P_i$	$-P_i \log_2 P_i$	$-(1-P_i) \log_2 (1-P_i)$	H_i , бит	η_i
<i>A</i>	15	100	0,94	0,06	0,09	0,24	0,33	0,67
<i>B</i>	15	98	0,95	0,05	0,07	0,21	0,28	0,72
<i>C</i>	15	97	0,94	0,06	0,09	0,24	0,33	0,67
<i>D</i> ₈	15	99	0,98	0,02	0,03	0,11	0,14	0,86
<i>D</i> ₇	15	98	0,97	0,03	0,04	0,15	0,19	0,81
<i>D</i> ₆	15	99	0,95	0,05	0,07	0,21	0,28	0,72
<i>D</i> ₅	15	96	0,94	0,06	0,09	0,24	0,33	0,67
<i>D</i> ₄	15	97	0,98	0,02	0,03	0,11	0,14	0,86
<i>D</i> ₃	15	98	0,95	0,05	0,07	0,21	0,28	0,72
<i>D</i> ₂	15	98	0,93	0,07	0,10	0,26	0,37	0,63
<i>D</i> ₁	15	97	0,98	0,02	0,03	0,11	0,14	0,86

Стабильность функционирования каждой подсистемы определяли по формуле

$$\eta_i = 1 - H_i/H_{\max},$$

где H_i — энтропия (мера разнообразия) i -й подсистемы, бит ($i = D_8, D_7, D_6, D_5, D_4, D_3, D_2, D_1, C, B, A$); $H_{\max}$ — максимальная энтропия состояния подсистемы, бит (для бинарных систем $H_{\max} = 1$ бит).

Энтропию каждой подсистемы определяли по формуле

$$H_i = -P_i \log_2 P_i - (1 - P_i) \log_2 (1 - P_i),$$

где P_i — вероятность попадания случайной величины в интервал от 0 до 1 ($i = D_8, D_7, D_6, D_5, D_4, D_3, D_2, D_1, C, B, A$).

В течение выбранного временного интервала были выполнены экспериментальные исследования, в результате которых была рассчитана стабильность функционирования каждой из подсистем (см. таблицу).

Уровень целостности системы за указанный период определялся как результат суммирования стабильностей отдельных подсистем

$$\Theta = 0,67 + 0,72 + 0,67 + 0,86 + 0,81 + 0,72 + 0,67 + 0,86 + 0,72 + 0,63 + 0,86 - 10 = -1,81.$$

Результаты экспериментальных исследований сравниваем с номограммой (рис. 2), в которой показана зависимость целостности системы Θ от средней стабильности подсистем η и их количества L ,

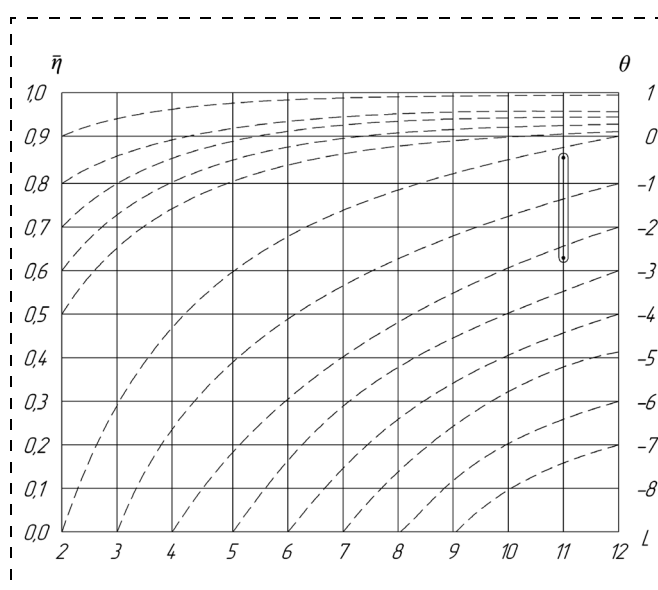


Рис. 2. Зависимость целостности системы Θ от средней стабильности подсистем η и их количества L

в которой линия $\Theta = 0$ является границей между системами суммативными (ниже этой линии) и целостными (выше этой линии). Проведенная диагностика технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства показывает, что уровень целостности системы оказался достаточно высоким, несмотря на то, что он находится в области суммативных подсистем [2].

Низким уровнем стабильности обладают подсистемы A (0,67), B (0,72), C (0,67), D_6 (0,72), D_5 (0,67), D_3 (0,72), D_2 (0,63) по сравнению с остальными подсистемами, в которых уровень стабильности выше и составляет D_8 (0,86), D_7 (0,81), D_4 (0,86), D_1 (0,86).

Низкий уровень стабильности в подсистемах A , B , C , D_6 , D_5 , D_3 , D_2 объясняется наличием большого количества технологических процессов и, соответственно, большим количеством аппаратов для их осуществления, на каждый из которых накладываются возмущения из внешней среды, что приводит к уменьшению стабильностей подсистем. С целью устранения данного негативного явления целесообразно провести модернизацию процессов в подсистемах, а также соединить усилия инженеров-технологов и инженеров-механиков для сокращения количества технологических процессов и объединения их в меньшем количестве аппаратов. При этом приоритет должен быть отдан работам по сокращению технологических процессов, поскольку в случае уменьшения их количества эти модернизированные процессы могут быть вовсе ликвидированы.

Высокий уровень стабильности в подсистемах D_8 , D_7 , D_4 , D_1 объясняется объединением нескольких технологических процессов в одном аппарате, а также тем, что в подсистеме D_1 концентрирование пивных избыточных дрожжей осуществляется при помощи мембранной фильтрации, сохраняющей целостную структуру дрожжевых клеток и тем самым высокое качество получаемого концентрата. Следовательно, следующим этапом развития данных подсистем является применение к ним средств автоматизации.

Таким образом, проведенная диагностика технологической системы комплексной переработки отходов пивоваренного производства позволила определить стабильность ее отдельных подсистем, а также уровень и направления ее развития.

Список литературы

1. Панфилов В. А. Теория технологического потока / В. А. Панфилов. — М.: Колос, 2007. — 319 с.
2. Панфилов В. А. Технологические линии пищевых производств / В. А. Панфилов. — М.: Колос, 1993. — 228 с.



УДК 530.19

А. Г. Лазарев, д-р философ. наук, канд. архитектуры, проф.,
В. И. Беспалов, д-р техн. наук, проф., **А. А. Лазарев**, **А. И. Евтушенко**,
Ростовский государственный строительный университет
E-mail: a.evtushenko@mail.ru

Анализ звукоотражающих и звукопоглощающих свойств различных физических сред как основа решения проблем оздоровления акустической обстановки в производственных помещениях

В статье приведены результаты исследования особенностей поведения звуковых волн в структуре звукоизолирующих материалов, определенные методом подбора эффективной звукоизоляции и шумопоглощения.

Ключевые слова: звуковые волны, акустическая обстановка, звукоизоляция, шумопоглощение.

Lasarev A. G., Bepalov V. I., Lasarev A. A., Evtushenko A. I. *Analysis of different physical medium's sound absorbent and sound fence properties as the basis for solving problems of the promotion of healthy acoustic atmosphere in the production premises*

In the article there are exemplified different research works devoted to the particular features of the sound-waves in the acoustic insulation materials' structure and a particular technics of an effective sound and noise insulation.

Keywords: sound-waves, acoustic atmosphere, sound insulation, noise absorb.

Достоверно установлено, что распространение звуковых колебаний в воздушной среде помещений, открытых пространств и в твердых средах происходит в форме продольных и поперечных колебаний [1–4].

Особый интерес для настоящего исследования представляет изучение особенностей поведения звуковых волн в твердых средах различной плотности. При рассмотрении процесса прохождения звуковой волны в пористом материале главной задачей является анализ эффективности поглощения упругих волн в зависимости от размеров пор, составляющих структуру материала.

Звуковые волны по своей физической природе представляют собой гармонические колебания частиц упругой среды, т. е. относятся к так называемым упругим волнам. Передача звуковой энергии при этом осуществляется за счет ударного контакта соседних частиц при их колебаниях. Физический смысл явления состоит в том, что звуковые волны

способны распространяться практически в любой среде, обладающей свойством упругости, т. е. в любом известном материале. Единственной преградой на пути звука может быть среда, лишенная упругости, т. е. вакуум. Эта идея реализована в целом ряде известных звукоизолирующих устройств, содержащих вакуумированную полость внутри твердого корпуса.

В то же время известны так называемые пористые и штучные (выполненные из пористых звукопоглощающих материалов) звукопоглотители, причем поглощение звука такими материалами объясняется тем, что оно происходит в результате перехода звуковой энергии в тепловую вследствие преодоления внутреннего трения в порах [1, 5–8].

Высокие звукопоглощающие свойства мелкопористых материалов объясняются как результат наличия в них вакуумированных полостей, т. е. пор, наполненных воздухом при давлении, равном атмосферному, которые, тем не менее, из-за своих малых размеров ведут себя как микроскопические вакуумированные звукоизолирующие устройства.

Звуковая энергия, попадая в них, незначительно отражается от границы раздела сред "воздух — пористый материал" и проходит внутрь, испытывая при распространении по твердому материалу оболочек пор (волокнам материала) звукопоглощение по указанным выше причинам.

Одним из наиболее распространенных пористых материалов, используемых в качестве звукопоглотителя, является вспененный полистирол (пенополистирол — ППС).

Акустические свойства пенопластов зависят, прежде всего, от их структуры, а точнее, от того, какая преобладает пористость — закрытого типа или открытого. Большинство пенопластов имеет преимущественно закрытую пористость, как, например, все виды пенополистирольных пенопластов: экструзионный полиэтилен, поливинилхлоридные пенопласты. Такие пенопласты хорошо поглощают звук, имеющий частоту лишь более 1600...2000 Гц, а пенопласты с закрытой пористостью хорошо отражают звуки любой частоты и поэтому являются хорошими звукоизоляционными материалами. Пенопла-

сты же преимущественно открытой структуры, такие как полиуретановый поролон, хорошо поглощают все звуковые частоты, при этом плохо отражая звук.

Поверхностные волны обусловлены колебанием частиц со значительной амплитудой на поверхности тела и постепенным ее уменьшением при удалении частиц от поверхности. Если продольная волна падает перпендикулярно на плоскую границу раздела двух сред, обладающих различным акустическим сопротивлением, то одна часть ее энергии переходит во вторую среду, а другая отражается в первую. Доля отраженной энергии тем больше, чем больше разность акустических сопротивлений сред. Если продольная волна попадает на границу раздела двух сред "воздух — твердое вещество" под углом, то отраженная и прошедшая волны преломляются и трансформируются в продольные и смещенные, распространяющиеся в первой и второй средах под различными углами. Поэтому металлы обладают хорошими отражающими свойствами.

Механизм поглощения звука вследствие теплопроводности и вязкости сохраняется, однако в металлах к нему добавляются новые механизмы поглощения. Они связаны с дефектами структуры. Известно, что поликристаллические твердые материалы состоят из мелких кристаллитов [1—4]. При прохождении звука в них возникают деформации, приводящие к поглощению звуковой энергии. Звук рассеивается и на границах кристаллитов. Кроме того, даже в монокристаллах имеются дефекты типа дислокаций (нарушений согласования атомных плоскостей), вносящие свой вклад в поглощение звука. Когда звуковая волна вызывает колебания атомов, дислокации смещаются, а затем возвращаются в исходное положение, рассеивая энергию вследствие внутреннего трения. Поглощением за счет дислокаций отличаются мягкие металлы, в которых звуковые колебания затухают чрезвычайно быстро. Но при низких температурах дислокации "замораживаются" в фиксированном положении, не смещаются и не преобразуют звуковую энергию в теплоту.

Металл сам по себе не поглощает звук, однако будучи перфорированным, он проявляет высокие акустические свойства — звуковая волна, беспрепятственно проникающая сквозь отверстия и смещаясь, не может вернуться обратно, многократно отражаясь от внутренней поверхности металла. Металлы относятся к материалам IV класса, т. е. отношение коэффициента поглощения к коэффициенту излучения (α/ε) > 1 (см. таблицу).

Воздух, заполняющий помещение, имеет определенную упругость и массу и оказывает сопротивление распространяющейся в нем звуковой волне. С позиции волновой теории воздушный объем закрытого помещения рассматривается как сложная многорезонансная колебательная система с определенными параметрами. При воздействии

сигнала, излучаемого источником звука, в воздушном объеме помещения возбуждаются собственные колебания.

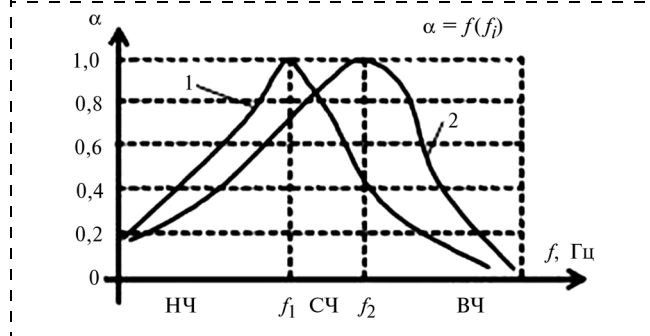
Свойство сжимаемости и упругости воздуха проявляется в том, что всякое возмущение в нем, т. е. местное сжатие, распространяется в виде колебаний давления и плотности. Ввиду малой длины волны звука характер его определяется, прежде всего, молекулярной структурой среды.

Звук в газе, и в частности в воздухе, распространяется с затуханием. Коэффициент поглощения звука в воздухе сильно зависит от частоты звука и толщины воздушного слоя (см. рисунок). В меньшей степени он зависит от температуры, а также от давления, зависимость от которого становится заметной лишь на больших высотах — более 1000 м.

Резины и пластмассы характеризуются малым значением динамического модуля упругости, как правило, не превышающим 1,2 МПа, при нагрузке 20 МПа. Упругие свойства скелета материала и наличие воздуха, заключенного в его порах, обуславливают гашение энергии удара и вибрации, что

Отношение коэффициентов поглощения и излучения

Материалы IV класса	Коэффициент		α/ε
	коротко-волнового поглощения α	длинно-волнового излучения ε	
Черная краска 0,43 мм на алюминии	0,94...0,98	0,88	1,07...1,11
Тусклая латунь, медь, свинец	0,2...0,4	0,4...0,65	0,5...0,6
Оцинкованное листовое железо, оxisленное	0,80	0,28	2,86
Оцинкованное листовое железо, чистое	0,65	0,13	5
Алюминиевая фольга	0,15	0,05	3
Магний	0,30	0,07	4,3
Хром	0,49	0,08	6,13
Полированный цинк	0,46	0,02	23
Проволочная сетка из нержавеющей стали	0,63...0,86	0,23...0,28	2,7...3,1



Зависимость коэффициента поглощения звука в воздухе в зависимости от частоты и толщины воздушного слоя:

1, 2 — кривая поглощения звука с толщиной воздушного слоя, равной 10 см и 5 см соответственно; НЧ — низкие частоты; СЧ — средние частоты; ВЧ — высокие частоты



способствует снижению структурного и ударного шума. Различают звукоизоляционные прокладочные материалы из эластичных газонаполненных пластмасс (пенополиуретан, пенополивинилхлорид, латексы синтетических каучуков), а также из литой или губчатой резины.

Таким образом, теоретические исследования и практические эксперименты позволяют, используя методики сравнительного и пофакторного анализа, выбирать наиболее эффективную шумозащиту от конкретной природы звуковых волн, распространяющихся в открытой или закрытой среде.

Список литературы

1. Вуд А. Звуковые волны и их применения. Изд-во: ЛКИ, 2008 г.
2. Беляев С. В. Акустика помещений. Изд-во: Издательство ЛКИ, 2008. — 132 с.

1. Бреховский Л. М., Гордин О. А. Акустика неоднородных сред в 2 томах. Основы теории отражения и распространения звука. Т. 1. М., 2007.
2. Горелик Г. С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. М., 2008.
3. Иванов Н. И. Основы виброакустики. — Санкт-Петербург, 2000.
4. Соловьянова И. П., Шабунин С. Н. Теория волновых процессов: Акустические волны: Учебное пособие. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. — 142 с.
5. ГОСТ 27296—87 (СТ СЭВ 4866—84) (1988) Защита от шума в строительстве — Звукоизоляция ограждающих конструкций — Методы измерений.
6. ГОСТ 27679—88 Защита от шума в строительстве — Санитарно-техническая арматура — Метод лабораторного измерения шума.
7. ГОСТ 28100—89 (СТ СЭВ 6085—87) Защита от шума в строительстве — Глушители шума — Методы определения акустических характеристик.
8. Зуев Л. Б., Семухин Б. С., Буммелева К. И. Акустические свойства материалов и сплавов и стабильность пластического течения. М., 2000.

УДК 621.671.2:620.17

Е. А. Шаров, асп., И. Р. Кузеев, д-р техн. наук, проф.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
E-mail: evkank@mail.ru

Комплексное исследование вала магистрального насоса неразрушающими и разрушающими методами контроля

Выполнен анализ условий эксплуатации и отказов насосного оборудования предприятий переработки и транспорта нефти. Показано распределение дефектов насосного агрегата по методам контроля, выявленных при технической диагностике. Проведено комплексное исследование вала магистрального насоса неразрушающими и разрушающими методами контроля после эксплуатации.

Ключевые слова: механические испытания, неразрушающий контроль, твердость, вал, дефект, предел прочности, микроструктура.

Sharov E. A., Kuzeev I. R. Integrated study of main pump's shaft by using method's of nondestructive and destructive check

Analyses of exploitation conditions and pump failures of oil refinery and transportation enterprises are carried out. Distribution of pump defects depending on methods of check is showed that are revealed during technical diagnostics. Interated study of main pump's shaft is carriad out by using methods of nondestructive and destructive sneck

Keywords: mechanical tests, non-destructive check, hardness, shaft, defect, ultimate strength, microstructure.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования в промышленности.

Насосы один из наиболее сложных видов оборудования нефтеперерабатывающих заводов и нефтеперекачивающих станций в отношении ремонта и эксплуатации. Известно, что нормальная, безаварийная работа любого оборудования в оптимальных режимах в значительной степени зависит не только от правильного выбора и обеспечения основных конструктивных решений при проектировании и изготовлении машин и аппаратов, но и от условий и выполнения правил их эксплуатации.

На нефтеперерабатывающих заводах насосы служат для перекачивания нефти, нефтепродуктов, сжиженных газов, воды, щелочей, кислот и работают в широких диапазонах производительности, напора и температуры. Поэтому обычные требования, предъявляемые к насосам (надежность и долговечность в эксплуатации, герметичность соединений и безупречная работа сальниковых или торцовых уплотнений), в условиях указанных предприятий приобретают чрезвычайно важное значение, поскольку неисправности в насосах и их узлах при-



Рис. 1. Статистика отказов насосно-компрессорного оборудования на одном из нефтеперерабатывающих заводов г. Уфы

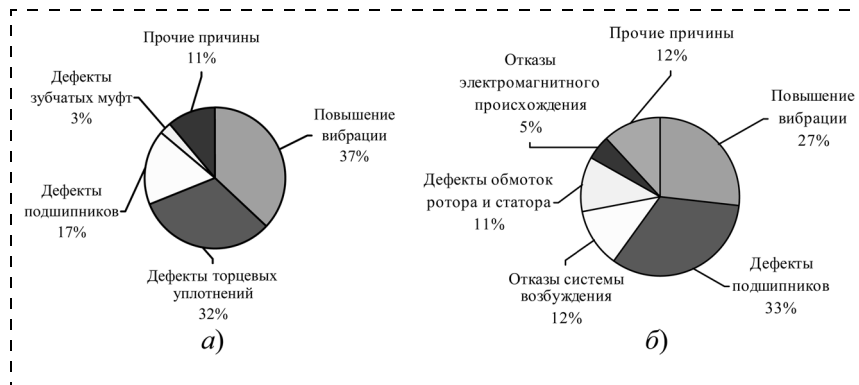


Рис. 2. Распределение отказов центробежных насосов типа НМ (а) и электродвигателей серии СТД (б)

водят к нарушениям технологического режима установок, а иногда и к авариям.

Магистральные нефтепроводы входят в энергетический комплекс России и представляют собой сложную, энергонасыщенную, территориально протяженную технологическую систему, предназначенную для бесперебойной подачи нефти из районов добычи к местам переработки и хранения.

Вместе с тем эксплуатация нефтегазовых объектов связана с рисками аварий, приводящих к материальным потерям, нарушению экологической обстановки и, что особенно существенно, к жертвам и болезням людей. Производственные объекты добычи, хранения, переработки и транспортировки нефти являются одними из наиболее опасных объектов хозяйственной деятельности.

Условия эксплуатации центробежных насосов на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и перекачивающих станциях (НПС) сведены в табл. 1 и 2.

Анализ отказов насосных агрегатов предприятий переработки и транспорта нефти представлен на рис. 1 и 2.

Проведенный анализ отказов насосного оборудования предприятий переработки и транспорта

нефти позволил установить причины отказов насосных агрегатов, которые должны быть положены в основу реализации системы диагностирования, такие как повышенная вибрация, дефекты подшипников и торцевых уплотнений, но существуют и "прочие причины" отказов, которые требуют дальнейших исследований.

В рамках экспертизы промышленной безопасности выполнена техническая диагностика 101 насосного агрегата, в том числе насосов НМ 10000-210 при разных постановках задач. Дефекты распределены по методам контроля, согласно которым они выявлялись. Результаты представлены на рис. 3. По данным анализа выявленных дефектов по методам контроля видно, что наиболее эффективным является визуально-измерительный и вибрационный методы контроля.

Анализ оборудования, применяемого на магистральных нефтепроводах, показал, что в настоящее время на НПС применяются магистральные насосы типа НМ, подпорные насосы типа НПВ и НГПН, их доля составляет около 90 % парка всех насосов.

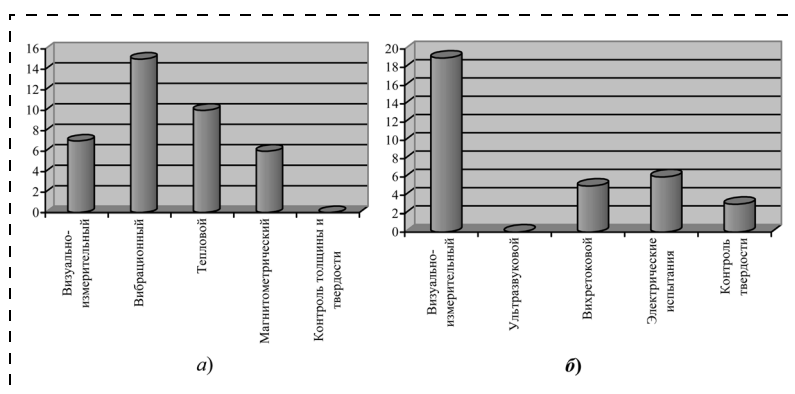


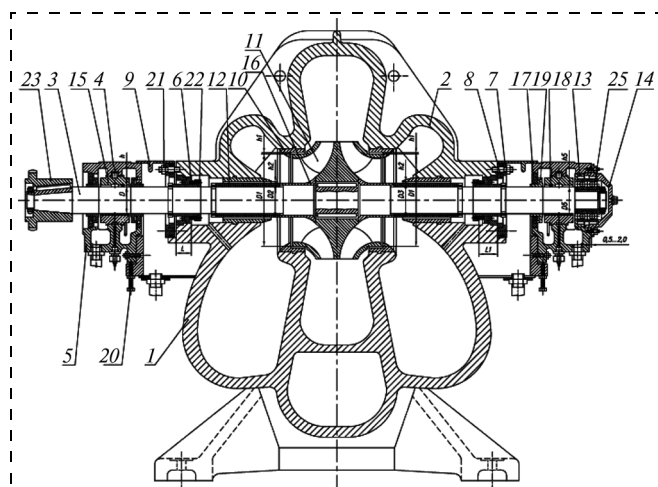
Рис. 3. Распределение выявленных дефектов при технической диагностике насосных агрегатов по методам контроля во время работы (перекачки) (а) и при разборке (ремонте) (б)

Таблица 1
Условия эксплуатации центробежных насосов на НПЗ

Условия работы насосных агрегатов	Доля, %
Температура среды свыше 200 °С	17
Давление свыше 1,6 МПа	32
Насосы, перекачивающие агрессивные среды	47
Насосы, установленные в открытых насосных	29

Таблица 2
Условия эксплуатации центробежных насосов на НПС

Наименование показателя	Значение
Температура перекачиваемой среды, °С	до 80
Давление, МПа	до 7,5



Производительность, м ³ /ч	10 000
Напор, м	210
Допускаемый кавитационный запас, м	65
Частота вращения, мин ⁻¹	3000
Предельное давление, МПа	7,5
Мощность ($\rho = 860 \text{ кг/см}^3$), кВт	5550
КПД (на воде), %, не менее	89
Утечка через уплотнение	300
Габаритные размеры, мм	2505×2600×2125
Масса, кг	9791
Материал корпусных деталей	Сталь 20Л
Материал вала насоса	Сталь 40Х
Материал рабочего колеса	Сталь 25Л

Рис. 4. Разрез и технические характеристики насоса НМ 10000-210

В качестве объекта исследования выбран магистральный насос НМ 10000-210. Разрез и технические характеристики показаны на рис. 4.

Агрегат нефтяной электронасосный центробежный магистрального типа "НМ" с подачей 10 000 м³/ч предназначен для транспортирования

по магистральным трубопроводам нефти с температурой от минус 5 °С до 80 °С, кинематической вязкостью не более 3 см²/с, с содержанием механических примесей по объему не более 0,05 % и размером не более 0,2 мм. Насос НМ 10000-210 — центробежный горизонтальный, одноступенчатый, спирального типа, с рабочим колесом двухстороннего входа, с подшипниками скольжения с принудительной смазкой.

Разрушение вала при эксплуатации может привести к выходу из строя всего насоса, восстановление которого будет невозможным или экономически нецелесообразным [1]. Как показывают исследования, причинами разрушения валов являются: наличие дефектов металлургического характера; растягивающие остаточные напряжения; высокие локальные напряжения в отдельных участках вала; неоптимальность радиусного перехода между стенками и дном шпоночной канавки; дефекты, возникающие при ремонте валов. Этому способствуют дополнительные нагрузки на вал при расцентровках, от гидравлических сил в проточной части насоса, особенно при изменении режима работы, от неравномерности теплового расширения и др.

Валы насосных агрегатов, как правило, изготавливаются из легированных углеродистых сталей. Исходными деталями для валов служат горячекатаные или кованые заготовки. Анализ показывает, что заготовки могут иметь следующие дефекты: трещины, волосовины, расслоения, флокены, а также неметаллические включения, раковины, пористость, скопление пузырей и т. д. При изготовлении валов могут возникнуть такие дефекты, как шлифовочные и термические трещины, обусловленные нарушениями режимов шлифования и термообработки. При эксплуатации могут возникнуть усталостные трещины, причинами появления которых в основном являются

дефекты металлургического характера — поверхностные и внутренние с выходом на поверхность. Причинами возникновения усталостных трещин могут быть также концентраторы напряжений в галтелях и углах шпоночных пазов. Наиболее опасными местами возникновения усталостных трещин являются галтельные переходы и шпоночные пазы в местах посадки рабочего колеса и под муфтой.

Проведено комплексное исследование вала магистрального насоса НМ 10000-210 из стали 40Х, отработавшего 72 000 ч (рис. 5), включающее в себя измерение твердости поверхностного слоя, определение химического состава, механические испытания на растяжение и ударную вязкость, металлографический анализ [2, 3].

Распределение измеренной твердости поверхностного слоя вала магистрального насоса НМ 10000-210 приведено на рис. 6.

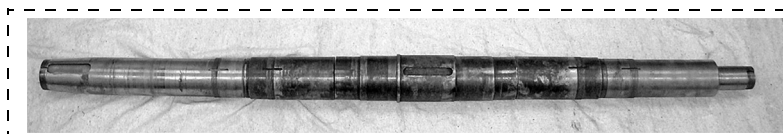


Рис. 5. Вал магистрального насоса НМ 10000-210 из стали 40Х

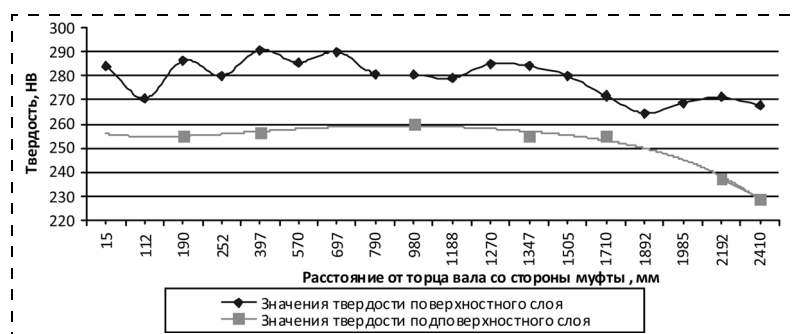


Рис. 6. Распределение твердости по поверхностному слою вала НМ 10000-210

Результаты химического анализа вала насоса НМ 10000-210

Наименование изделия	Содержание элементов, %					
	C	Si	Mn	Cr	S	P
Вал	0,43	0,26	0,62	0,91	0,022	0,021
Нормы по ГОСТ 4543—71 для стали 40X	0,36...0,44	0,17...0,37	0,50...0,80	0,80...1,10	Не более 0,025	0,025

Замеры твердости проводились методом Бринелля по поверхностному слою вала электронным динамическим твердомером ТДМ-2. Принимали твердость на участке как среднее из пяти значений. Твердость вала составляет 264,4...290,6 НВ, что соответствует твердости для стали 40X после отжига по ГОСТ 4543—71. По результатам измерения твердости видно, что значения поверхностного слоя вала ниже значений подповерхностного слоя, взятых из образцов для механических испытаний.

Результаты химического анализа вала насоса НМ 10000-210 приведены в табл. 3.

Исследования показали, что химический состав металла вала соответствует нормам для стали 40X по ГОСТ 4543—71 "Сталь легированная конструкционная".

Схема с указанием испытываемых участков вала показана на рис. 7.

Образцы до и после испытаний на растяжение и ударную вязкость представлены на рис. 8.

По результатам испытаний составлены графики распределения полученных значений предела прочности и предела текучести по участкам вала (рис. 9, 10).

Зависимость экспериментальных и по ГОСТ 22761—77 значений пределов прочности от твердости представлена на рис. 11.

Соотношение между твердостью по Бринеллю НВ и пределом прочности σ_B для конструкционных углеродистых и низколегированных сталей при испытании шаром диаметром 2,5 мм приведено в ГОСТ 22761—77.

По результатам анализа полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что истинные значения предела прочности отличаются от значений по ГОСТ 22761—77 на величину:

$$\Delta = -1,37HB + 387,23. \quad (1)$$

Соответственно истинные значения предела прочности вала насоса НМ 10000-210 с учетом накопленных повреждений после эксплуатации можно вычислить без проведения механических испытаний по формуле:

$$\sigma_B^{\text{ист}} = 1,56HB + 477,36; \quad (2)$$

$$\text{или } \sigma_B^{\text{ист}} = \sigma_B^{\text{ГОСТ}} - 1,37HB + 387,23. \quad (3)$$

Испытания на ударный изгиб проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 9454—78 "Метод испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах" на образцах тип 1

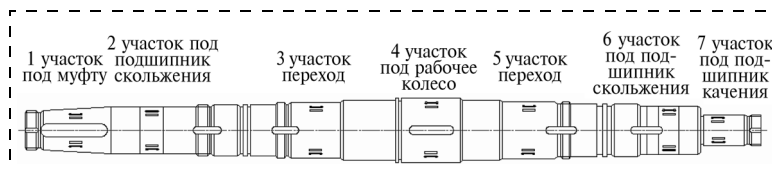
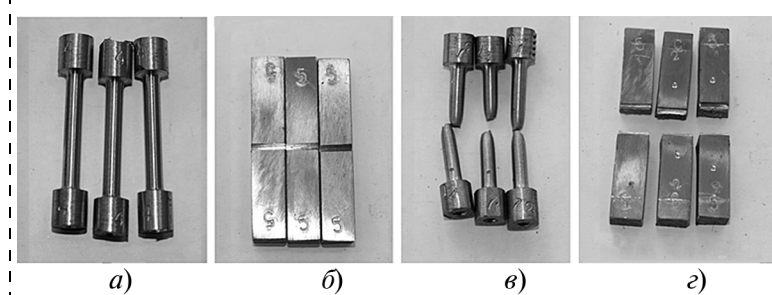
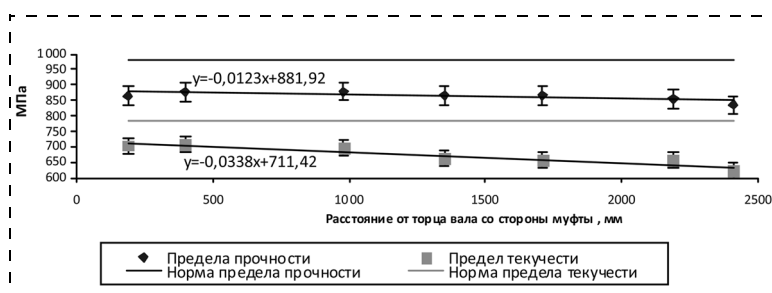

Рис. 7. Схема вала магистрального насоса НМ 10000-210, условно разделяющая его на семь участков, из которых взяты образцы для испытаний

Рис. 8. Образцы до испытаний на растяжение (а) и ударную вязкость (б), образцы после испытаний на растяжение (в) и ударную вязкость (г)

Рис. 9. Распределение экспериментальных значений предела прочности и предела текучести по участкам вала

Рис. 10. Распределение экспериментальных значений относительного сужения и относительного удлинения по участкам вала



с U-образным концентратором. Температура испытания $T = 20^\circ\text{C}$. Контроль твердости проведен по методу Бринелля при нагрузке 750 кг, диаметром шарика 5,0 мм по ГОСТ 9012—59.

По результатам испытаний на ударную вязкость строим график изменения экспериментальных значений ударной вязкости и твердости по участкам вала (рис. 12).

По результатам анализа полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том,

что при снижении значений ударной вязкости, которая характеризует материал как показатель сопротивления разрушению, происходит увеличение твердости. Соответственно происходит упрочнение материала вала насоса от заднего подшипника к месту посадки полумуфты.

Микроструктура металла просматривалась на поперечных относительно оси вала шлифах на микроскопе OLYMPUS U-TVO.35XC-2 при увеличении $\times 100$, $\times 500$, $\times 1000$. Осмотру подвергалась поверхность, расположенная в диаметральной плоскости вала. Расстояние от поверхности 10...15 мм. Результаты сведены в табл. 4 [4].

Металлографический анализ показал, что микроструктура вала идентичная на всех исследуемых участках. Микроструктура металла однотипна и состоит из сорбитообразного перлита и избыточного феррита. На отдельных участках перлит имеет пластинчатую форму.

Состояние микроструктуры подтверждается значениями механических свойств и твердости (металл не прошел термообработку улучшения — закалка + высокий отпуск).

Таким образом, по результатам измерения твердости вала насоса НМ 10000-210 видно, что значения поверхностного слоя вала ниже значений подповерхностного слоя, взятых из образцов для механических испытаний. Значения предела прочности, предела текучести и ударной вязкости ниже допустимых норм, а значения относительных сужения и удлинения выше допустимых норм по ГОСТ 4543—71 для стали 40X.

Установлено, что истинные значения предела прочности вала насоса НМ 10000-210 с учетом накоплений повреждений после эксплуатации можно вычислить без проведения механических испытаний по формулам (2) и (3).

По результатам механических испытаний установлено, что при снижении значений ударной вязкости наблюдается увеличение твердости от заднего подшипника к месту посадки полумуфты, т. е. произошло упрочнение материала вала насоса.

Список литературы

1. Куликов Д. В., Мекалова Н. В., Закиричная М. М. Физическая природа разрушения: Учебное пособие. — Уфа: Изд-во УГНТУ, 1999. — 395 с.
2. Горицкий В. М. Диагностика металлов. — М.: Металлургиздат, 2004. — 408 с.
3. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 624 с., ил.
4. Худяков М. А. Материаловедение: Учеб. пособие. — Уфа: Монография, 2006. — 238 с.

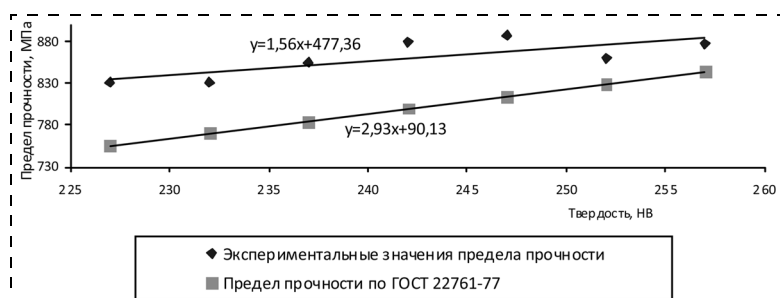


Рис. 11. Зависимость экспериментальных и по ГОСТ 22761—77 значений пределов прочности от твердости

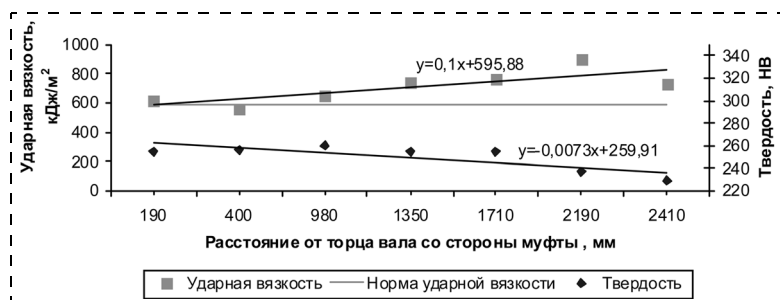


Рис. 12. График изменения экспериментальных значений ударной вязкости и твердости по участкам вала

Таблица 4

Микроструктуры вала насоса НМ 10000-210 с наработкой 72 000 ч

Участок вала	Увеличение		
	$\times 100$	$\times 500$	$\times 1000$
1 участок под муфту			
4 участок под рабочее колесо			
7 участок под подшипник качения			

УДК 641.183:543.54

Н. М. Алыков, д-р хим. наук, проф., **А. В. Павлова**, Нгуэн Кхань Зуй, асп.,
Астраханский государственный университет,
Г. Б. Абуова, асп., **Н. В. Утюбаева**, асп.,
Нижегородский архитектурно-строительный университет
E-mail: nastushka87-07@mail.ru

Сорбционное удаление из воды ионов тяжелых металлов

Сорбент ОБР-1, получаемый из отходов буровых работ, обладает хорошей сорбционной способностью по отношению к большой группе ионов металлов: железу (III), кобальту, никелю, цинку, кадмию, хрому, свинцу, ртути. Изучена адсорбция из воды этих ионов сорбентом ОБР-1 в статическом и динамическом режимах. Рассчитаны константы сорбции при температурах 278, 295 и 315 К, на основании чего определены основные термодинамические характеристики сорбции. Рассчитаны характеристики кинетики адсорбции металлов на сорбенте ОБР-1 из водных растворов.

Ключевые слова: адсорбция, сорбент ОБР-1, загрязнители воды, методы удаления.

Alykov N. M., Pavlova A. V., Nguan Khan Zuy, Abuova G. B., Utubaeva N. V. Adsorption of ions of iron (III), cobalt, nickel, cadmium, chromium, lead, mercury by sorbent OBR-1 from water

Sorbent OBR-1, produced from waste of chisel works, have a good sorption ability in relation to ions of metals: to iron, to cobalt, to nickel, to cadmium, to chromium, to lead, to mercury. Adsorption of these compounds from water by sorbent OBR-1 in static and dynamic modes is studied. Constants of sorption at temperatures 278, 295 and 315 are calculated, on the basis of that the basic thermo dynamical characteristics of sorption are calculated. A characteristic of kinetic of adsorption of metals by sorbent OBR-1 from water was calculated.

Keywords: adsorption, sorbent OBR-1, pollutants of water, methods of removal.

В последнее время нашли использование сорбенты, которые получают из отходов буровых работ (ОБР) [1].

Целью рассматриваемой работы явилось изучение возможностей применения нового сорбента ОБР-1 для удаления из воды большой группы ионов металлов, среди которых в первую очередь выделены железо (III), кобальт, никель, цинк, кадмий, хром, свинец, ртуть.

Здесь представлены результаты изучения сорбции ионов железа, кобальта, никеля, цинка, кадмия, хрома, свинца, ртути сорбентом ОБР-1, полученным из отходов буровых работ в Каспийском море.

Изучение сорбционных характеристик ОБР-1

Реагенты и аппаратура. Сорбент ОБР-1, растворы солей: сульфаты железа (III), цинка, кадмия, кобальта (II), никеля (II), хрома (III), ацетат свинца, нитрат ртути (II), квалификации "х. ч." индикатор пиридилазорезорцин (ПАР), буферные растворы аммонийно-ацетатные с $\text{pH} = 3 \dots 11$, среду с иными значениями pH создавали из растворов HCl или KOH . Ионная сила поддерживалась постоянной ($\mu = 0,05$; KCl). Температура растворов (278, 295, 315 К) поддерживалась постоянной с точностью $\pm 0,5$. Концентрационный фотоколориметр КФК-3-Ц. Иономер "Эконикс эксперт 0,001".

Влияние pH на сорбцию. Экспериментально были определены области pH , при которых наиболее полно происходит адсорбция ионов металлов на сорбенте ОБР-1. Для изученных процессов адсорбция происходит в широком диапазоне $\text{pH} = 3 \dots 8$ (величины $\text{pH}_{\text{опт}}$, при которых проводились дальнейшие исследования).

Изотермы сорбции ионов металлов из водных растворов. Содержание ионов металлов в водных растворах до и после сорбции при изучении изотерм сорбции определяли фотометрическим методом с использованием индикаторной реакции с пиридилазорезорцином, при участии которого формируются соединения, окрашенные в красный цвет.

Первая серия опытов: в 10 пробирок вносили 0; 0,8; 1; 2; 3; 4 $\text{см}^3 10^{-3}$ моль/ дм^3 и далее 0,6; 0,8; 1; 2 $\text{см}^3 10^{-2}$ моль/ дм^3 растворов соли металлов. Добавляли по 1 см^3 ацетатного буферного раствора с $\text{pH} = 6$ и доводили объем всех растворов водой до 10 см^3 .

При второй серии опытов с использованием тех же растворов вносили по 0,5 г сорбента ОБР-1. Интенсивно встряхивали содержимое пробирок в течение 5 мин и центрифугировали — 15 мин.

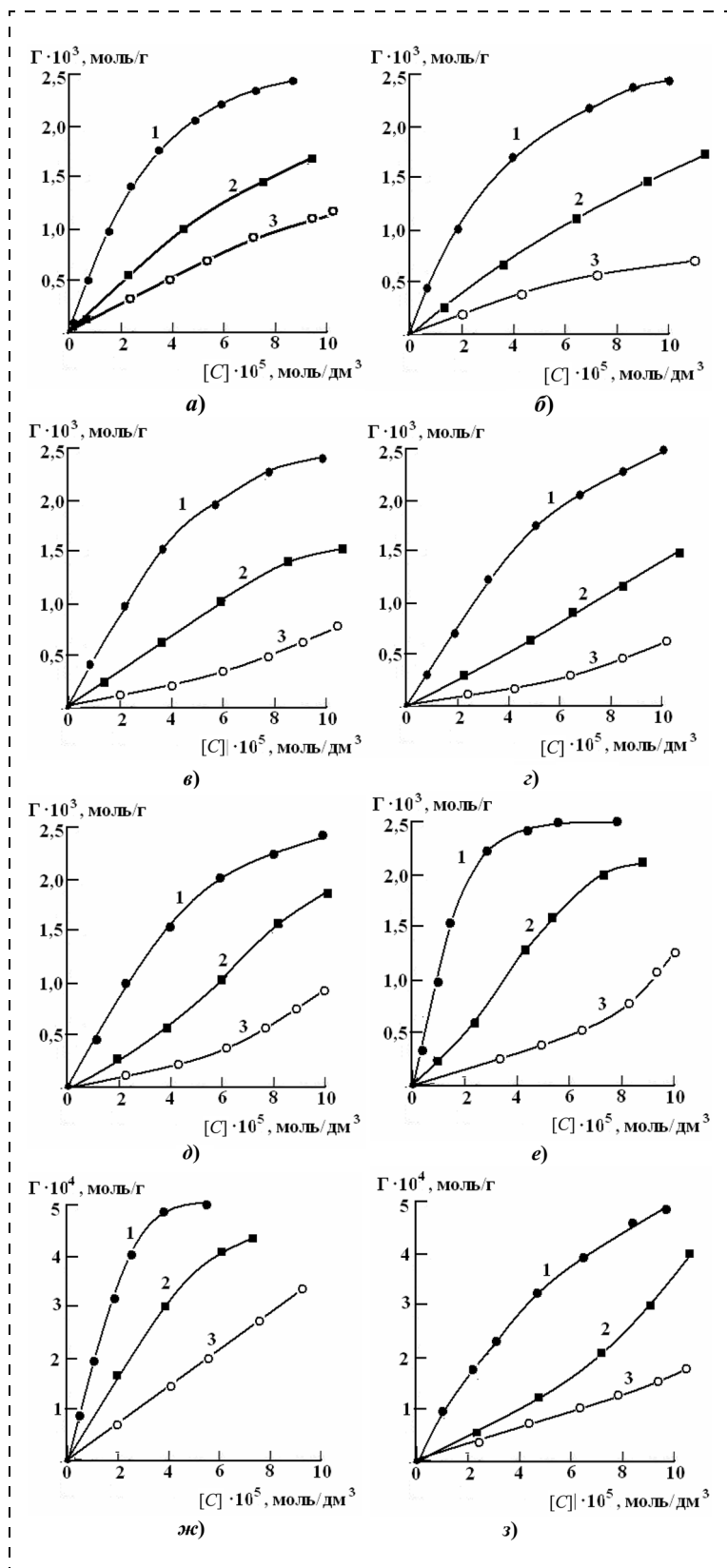


Рис. 1. Изотермы сорбции железа (III) — а; кобальта (II) — б; никеля (II) — в; цинка — г; кадмия — д; свинца — е; ртути (II) — ж; хрома (III) — з из водных растворов сорбентом ОБР-1 при температуре T : 1 — 278 К; 2 — 295 К; 3 — 315 К

Из растворов первой серии опытов и из осветленных центрифугированием растворов второй серии опытов отбирали по 5 см³ и вносили по 1 см³ раствора ПАР.

Измеряли оптические плотности растворов до и после сорбции при длине волны 540 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды. Опыты проводили при температурах $278 \pm 0,5$, $295 \pm 0,5$ и $315 \pm 0,5$ К.

По результатам первой серии опытов строили градуировочные графики в координатах "оптическая плотность — концентрация". По градуировочным графикам с использованием результатов второй серии опытов определяли равновесные концентрации исследуемых веществ. Строили изотермы сорбции в координатах "сорбция (A) — равновесная концентрация".

Сорбцию (Γ , моль/г) рассчитывали по уравнению:

$$\Gamma = \frac{(C_0 - x)MV}{1000m}, \quad (1)$$

где C_0 — исходная концентрация сорбата в пробе объемом $V = 10$ см³, моль/дм³; x — остаточная (равновесная) концентрация сорбата, моль/дм³; M — молярная масса сорбата, г/моль; m — масса сорбента, г. Изотермы сорбции ионов металлов приведены на рис. 1.

Изотермы сорбции ионов металлов на сорбенте ОБР-1 характеризуют сорбционную емкость этого сорбента по отношению к различным ионам металлов. Их можно отнести к S-типу, т. е. это изотермы по Ленгмюру. На основе изотерм сорбции путем графического решения уравнения Ленгмюра в прямолинейной форме определили предельную сорбцию Γ_∞ (емкость сорбента) и константы сорбции K для T_1 , T_2 , T_3 .

Различие в адсорбции при разных температурах позволило рассчитать термодинамические характеристики сорбции: изменение энтальпии (ΔH), изобарно-изотермического потенциала (ΔG) и эн-

тропии (ΔS), необходимые для трактовки механизма сорбции.

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \ln \frac{K_i}{K_k}}{T_i - T_k}; \quad (2)$$

$$\Delta G_i = -RT_i \ln K_i; \quad (3)$$

$$\Delta S_i = \frac{\Delta H - \Delta G_i}{T_i}. \quad (4)$$

Основные характеристики сорбции ионов металлов сорбентом ОБР-1 приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, сорбция изученных веществ возрастает с понижением температуры. Отрицательные значения изменений изобарно-изотермического потенциала и энтальпии свидетельствуют о самопроизвольном и экзотермическом процессе.

Кинетика сорбции. В колбу емкостью 500 см³, которую термостатировали (278 К, 295 К, 315 К), вносили 25 см³ соли металла, 20 см³ раствора с рН = 6 и воду до 250 см³. Отбирали 10 см³ исходного раствора, проводили индикаторную реакцию с 1 см³ ПАР, фотометрировали при 540 нм и получали данные для начальной реакции (время $\tau = 0$).

В оставшийся раствор вносили 2,5 г сорбента ОБР, одновременно включили секундомер, быстро перемешивали смесь. Через 5, 10, 20, 30, 100, 150, 200, 300, 600, 900 с отбирали по 11 см³ проб и центрифугировали 15 мин. Отбирали по 10 см³ центрифугата, быстро проводили индикаторную реакцию с 1 см³ ПАР и фотометрировали при 540 нм в кювете толщиной 0,5 см относительно воды.

По полученным данным строили изотермы кинетики сорбции в координатах "оптическая плотность — время" при температуре $278 \pm 0,5$, $295 \pm 0,5$ и $313 \pm 0,5$ К. Изотермы кинетики сорбции ионов металлов сорбентом ОБР-1 приведены на рис. 2.

Для всех сорбционных процессов характерен достаточно крутой начальный участок изотерм кинетики сорбции. Процесс сорбции протекает быстро и практически заканчивается через несколько минут.

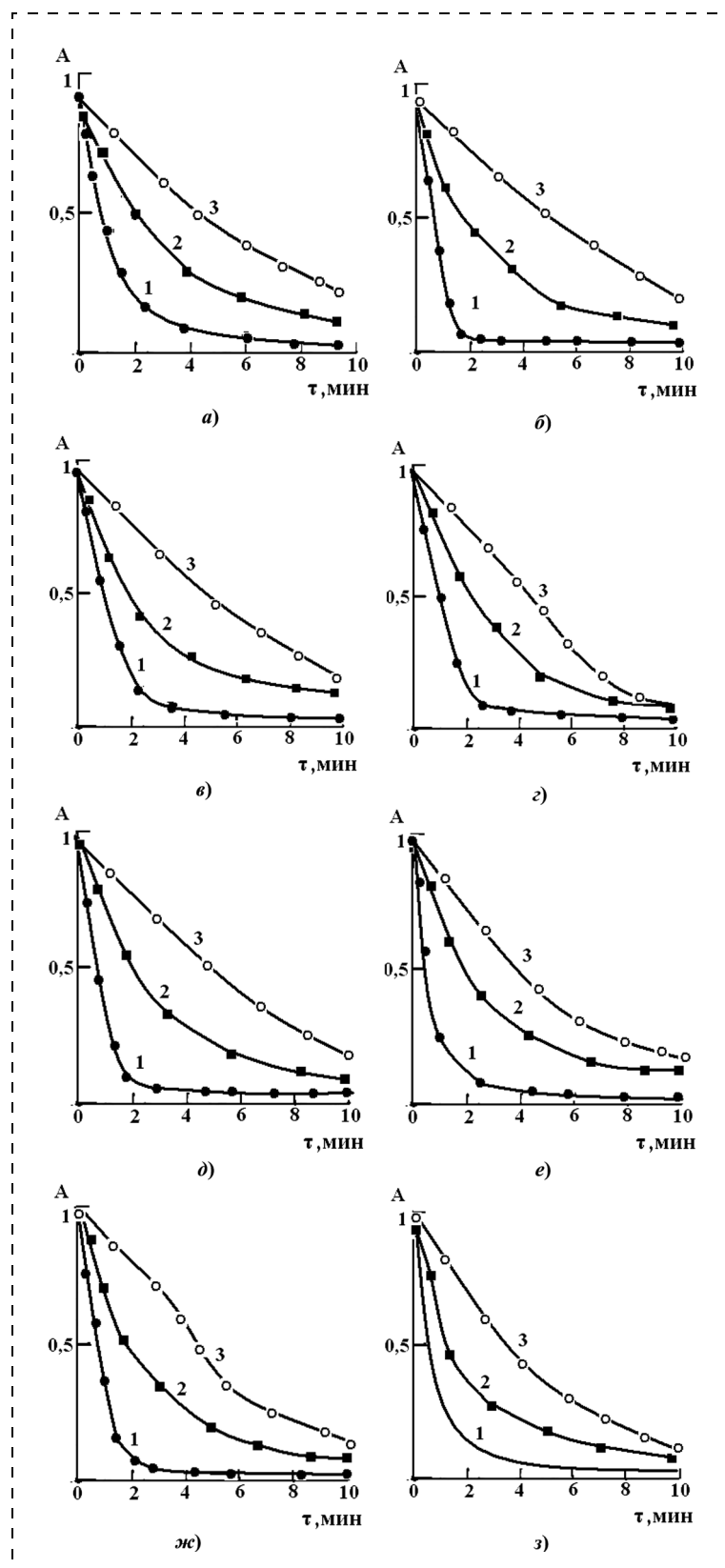


Рис. 2. Изотермы кинетики сорбции железа (III) — а; кобальта (II) — б; никеля (II) — в; цинка — г; кадмия — д; свинца — е; руту (II) — ж; хрома (III) — з сорбентом ОБР-1 при температуре: 1 — 278 К; 2 — 295 К; 3 — 315 К



Таблица 1

Основные термодинамические характеристики сорбции ионов металлов сорбентом ОБР-1 из водных растворов
(число опытов равно 6; степень надежности — 0,95; критерий Стьюдента — 2,57)

Ион ТТМ	Константа сорбции $K \cdot 10^{-3}$ при температурах, К			Γ_{∞} , мг/г при 298 К	$-\Delta H$, кДж/моль	$-\Delta G_{295}$, кДж/моль при 298 К	$-\Delta S_{295}$, Дж/моль · К при 298 К
	278	295	315				
Fe^{3+}	$10,0 \pm 1,00$	$1,11 \pm 0,12$	$0,31 \pm 0,05$	160	$42,98 \pm 5,20$	$17,35 \pm 2,05$	$86,01 \pm 7,50$
Co^{2+}	$9,5 \pm 1,05$	$1,00 \pm 0,12$	$0,25 \pm 0,03$	160	$71,47 \pm 7,05$	$17,09 \pm 1,52$	$182,5 \pm 17,3$
Ni^{2+}	$10,0 \pm 1,00$	$1,15 \pm 0,20$	$0,27 \pm 0,05$	150	$71,00 \pm 2,00$	$17,29 \pm 1,50$	$177,0 \pm 10,0$
Zn^{2+}	$12,0 \pm 1,00$	$1,05 \pm 0,20$	$0,20 \pm 0,03$	180	$80,44 \pm 7,50$	$17,21 \pm 1,85$	$212,0 \pm 15,5$
Cd^{2+}	$10,5 \pm 1,10$	$1,15 \pm 0,10$	$0,20 \pm 0,03$	320	$77,82 \pm 6,50$	$17,44 \pm 1,50$	$202,6 \pm 15,1$
Cr^{3+}	$18,0 \pm 1,50$	$8,0 \pm 0,60$	$4,00 \pm 0,20$	140	$29,55 \pm 3,50$	$22,44 \pm 1,80$	$24,50 \pm 2,20$
Pb^{2+}	$20,0 \pm 1,80$	$10,5 \pm 1,05$	$2,50 \pm 0,30$	810	$40,85 \pm 3,55$	$22,79 \pm 2,50$	$60,60 \pm 4,05$
Hg^{2+}	$9,5 \pm 1,05$	$4,50 \pm 0,50$	$1,20 \pm 0,03$	520	$40,65 \pm 3,50$	$20,80 \pm 2,05$	$66,6 \pm 7,50$

Таблица 2

Основные характеристики кинетики адсорбции металлов на сорбенте ОБР-1 из водных растворов
(число опытов равно 6; степень надежности — 0,95; критерий Стьюдента — 2,57)

Ион ТТМ	Константы скоростей $K \cdot 10^{-2}$ при температурах, К			$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	$-\Delta S^{\#}$, кДж/моль · К
	278	295	315		
Fe^{3+}	$8,38 \pm 0,95$	$4,06 \pm 0,53$	$2,09 \pm 0,35$	$22,28 \pm 1,50$	$218,2 \pm 15,0$
Co^{2+}	$10,50 \pm 0,95$	$4,15 \pm 0,45$	$2,15 \pm 0,25$	$31,16 \pm 2,50$	$230,0 \pm 12,3$
Ni^{2+}	$9,50 \pm 0,98$	$4,10 \pm 0,41$	$2,20 \pm 0,20$	$28,74 \pm 2,65$	$225,0 \pm 15,0$
Zn^{2+}	$9,80 \pm 1,00$	$5,10 \pm 0,50$	$3,50 \pm 0,45$	$20,29 \pm 2,10$	$228,0 \pm 18,0$
Cd^{2+}	$12,50 \pm 1,20$	$6,25 \pm 0,50$	$3,20 \pm 0,35$	$26,77 \pm 2,50$	$230,5 \pm 17,5$
Cr^{3+}	$11,25 \pm 1,15$	$6,15 \pm 0,65$	$3,05 \pm 0,35$	$25,64 \pm 2,10$	$215,0 \pm 18,0$
Pb^{2+}	$8,25 \pm 0,90$	$4,10 \pm 0,45$	$2,02 \pm 0,25$	$25,97 \pm 2,25$	$225,0 \pm 18,5$
Hg^{2+}	$10,7 \pm 1,05$	$4,20 \pm 0,50$	$2,25 \pm 0,23$	$30,64 \pm 2,95$	$235,0 \pm 18,5$

По экспериментальным данным, с использованием кинетического уравнения первого порядка, по уравнению (5), рассчитаны значения констант скоростей сорбции.

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{A_0}{A_t}, \quad (5)$$

где τ — время, с; A_0 — исходные оптические плотности (при $\tau = 0$); A_t — оптические плотности, соответствующие времени τ_t .

$$\ln PZ_0 = 10,36 + \ln T + \frac{\Delta S^{\#}}{R}, \quad (6)$$

где $\Delta S^{\#}$ — изменение энтропии активации формирования активированного комплекса; R — газовая постоянная.

Результаты расчета констант скоростей сорбции, $\Delta S^{\#}$ и $E_{\text{акт}}$ приведены в табл. 2.

Анализ результатов, приведенных в табл. 1 и 2, позволяет считать, что во всех случаях адсорбция проходит в две стадии. Первая стадия — формирование адсорбционного активированного комплекса АК[#], захват сорбентом сорбата, при этом процесс сопровождается только лишь образованием унитарной неустойчивой частицы (величины $\Delta S^{\#}$, в основном, отрицательны). Адсорбционный активированный комплекс АК[#] становится более устойчивым, когда происходит перераспределение связей и вытеснение воды из координационной сферы сорбента и металла.

Список литературы

1. Алыков Н. М. Адсорбция из воды органических веществ сорбентом ОБР-1 / Абуова Г. Б., Менкеев О. А., Нгуэн Кхань Зуй, Лобанов С. В., Алыкова А. Е., Сахнова В. А., Объедкова О. А. // Естественные науки. — 2009. — № 1. — С. 11—17.

УДК 504.61:662.61(470.57)

Б. Е. Байгалиев, д-р техн. наук, проф.,
Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева,
А. А. Шайхутдинова, асп.,
Оренбургский государственный институт менеджмента
E-mail: varvarushka@yandex.ru

Имитационная модель управления экологической безопасностью

В статье представлено имитационное моделирование технологических процессов предприятия топливно-энергетического комплекса Кумертауская ТЭЦ с использованием методов многомерной геометрии, планирования и обработки эксперимента с применением вычислительной техники и программных комплексов "Curve Expert" и "Mathematica Notebook".

Ключевые слова: имитационная модель, Евклидово пространство, гиперповерхность, плата за выброс.

Baigaliev B. E., Shayhutdinova A. A. Imitating Model of Ecological Safety Management

The article in question identifies and analyzes the multivariate geometry method, the experiment planning and processing method and suggests the imitating model of Kumertau thermal power station technological process.

Keywords: imitating model, Euclid space, hyper surface, payment for emission.

Сжигание смеси топлива (газообразного и твердого) — это сложный физико-химический процесс, который зависит от многих факторов, связанных между собой и влияющих друг на друга [1]. Ввиду сложности протекающего физико-химического процесса в топке парового котла (горение топлива) полной математической модели не существует, так как невозможно учесть все составляющие, влияющие на процесс горения смеси топлив. Поэтому математические модели основываются на упрощениях и допущениях. Моделирование технологических процессов базируется в своем большинстве на одномерных моделях вне зависимости от числа зависимых и независимых переменных, определяющих физическую сущность процесса. Поэтому определяются независимые переменные, характеризующие технологический процесс как факторы, а зависящие от них переменные как параметры, характеризующие сущность исследуемого процесса [2–4].

В этом случае модель процесса может быть представлена некоторым объектом многомерного фак-

торно-параметрического пространства. Наиболее удобным представляется использование многомерного расширенного Евклидова пространства E_n^+ , где n суммарное значение числа параметров и факторов (рис. 1, для пространства E_3^+).

С геометрической точки зрения, статистическая информация о процессе представляет собой некоторое упорядоченное множество точек, являющихся точечным каркасом n -мерного объекта, ограниченного гиперповерхностью D_{n-1} . Построение модели процесса сводится к построению ограничивающей область гиперповерхности. Широко используемое в исследовательской практике изображение на отдельных плоских графиках зависимостей параметров от факторов позволяет скомпоновать их в специальный чертеж Радищева-Мемке. Он представляет собой плоский эквивалент многомерного факторно-параметрического пространства.

Для определения зависимости выбросов основных загрязняющих веществ от нагрузки топлива на котлоагрегат, а также для отслеживания оптимальных значений этих параметров для выявления зоны, в которой КПД остается достаточно высоким, можно создать модель функционирования исследуемого промышленного объекта.

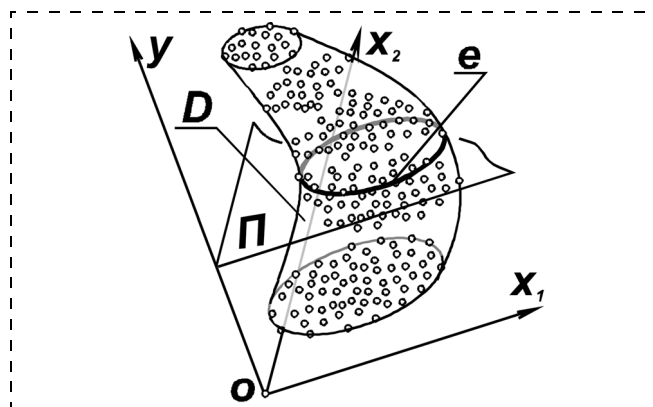


Рис. 1. D-поверхность:

X_1, X_2, Y — оси координат; O — точка отсчета; D — гиперповерхность; P — секущая плоскость; e — область сечения гиперповерхности секущей плоскостью

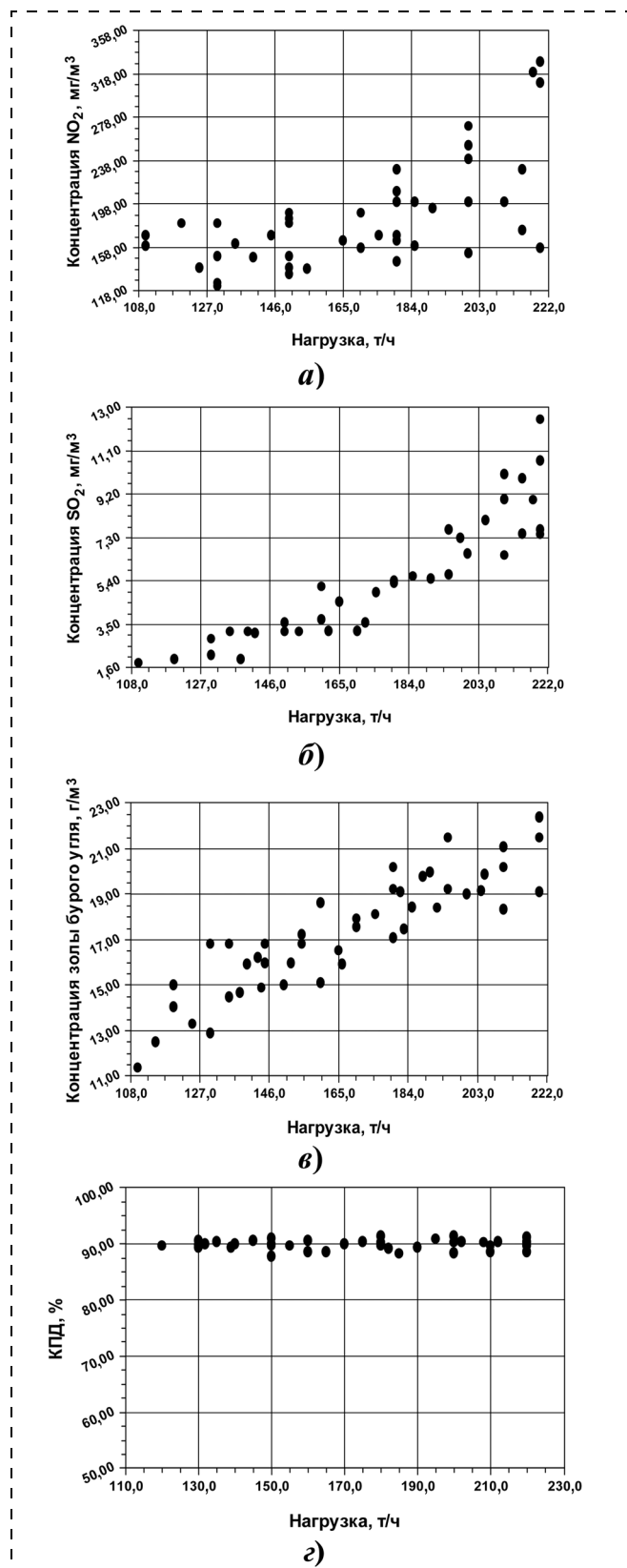


Рис. 2. Зависимость концентрации вещества и КПД от нагрузки при функционировании всех рассматриваемых котлоагрегатов: а — диоксида азота; б — диоксида серы; в — золы бурого угля; г — КПД

Имитационная модель представлена на примере предприятия топливно-энергетического комплекса ООО "Башкирская генерирующая компания" Кумертауская ТЭЦ, которое в качестве топлива использует газ и бурый уголь в равном процентном соотношении. На Кумертауской ТЭЦ работают два паровых котла типа Е-170/100 номинальной паропроизводительностью 170 т/ч (давление пара в барабане 110 атм. (1 атм. = 10^5 Па), температура 510 °С) и четыре паровых котла типа Е-220/100 (ТП-14А) номинальной паропроизводительностью 220 т/ч (давление пара в барабане 110 атм., температура 540 °С). Получение пара происходит при сжигании топлива факельным способом.

В основу имитационной модели технологического процесса положены статистические данные о характере выбросов Кумертауской ТЭЦ. Согласно режимным картам для каждого парового котла и всех вместе при моделировании внесены значения содержания диоксида азота, сернистого ангидрида и золы бурого угля с учетом нагрузки и КПД (рис. 2).

Обработка данных с использованием специальной программы "Curve Expert" позволила получить систему графиков (рис. 3), дополненных уравнениями (1)–(8), отражающими зависимости концентраций NO_2 , SO_2 , золы бурого угля и КПД от величины нагрузки (N , т/ч).

Графики зависимостей концентрации диоксида азота от величины нагрузки описываются уравнениями (1) и (2):

$$C_{1\text{NO}_2}(N) = 0,012810516 + 2,0023889N - 0,0018983197N^2 - 0,0000017686783N^3; \quad (1)$$

$$C_{2\text{NO}_2}(N) = -0,0053628918 + 1,3696181N - 0,0037661191N^2 + 0,000003663667N^3, \quad (2)$$

где $C_{1\text{NO}_2}(N)$, $C_{2\text{NO}_2}(N)$ — максимальное и минимальное значения концентрации диоксида азота при определенном значении нагрузки, мг/м³; N — нагрузка на паровой котел, т/ч.

Графики зависимостей концентрации диоксида серы от величины нагрузки описываются уравнениями (3) и (4):

$$C_{1\text{SO}_2}(N) = 1/(10,694299 - 8,4642219N^{0,041980075}); \quad (3)$$

$$C_{2\text{SO}_2}(N) = 1/(3,3126451 - 1,0499487N^{0,20553637}), \quad (4)$$

где $C_{1\text{SO}_2}(N)$, $C_{2\text{SO}_2}(N)$ — максимальное и минимальное значения концентрации диоксида серы при определенном значении нагрузки, мг/м³.

Графики зависимостей концентрации золы бурого угля от величины нагрузки описываются уравнениями (5) и (6):

$$C_{13\text{БУ}}(N) = 36,855541(1 - (\exp[-0,0043779883N])); \quad (5)$$

$$C_{23\text{БУ}}(N) = 35,701804(1 - (\exp[-0,0034902787N])), \quad (6)$$

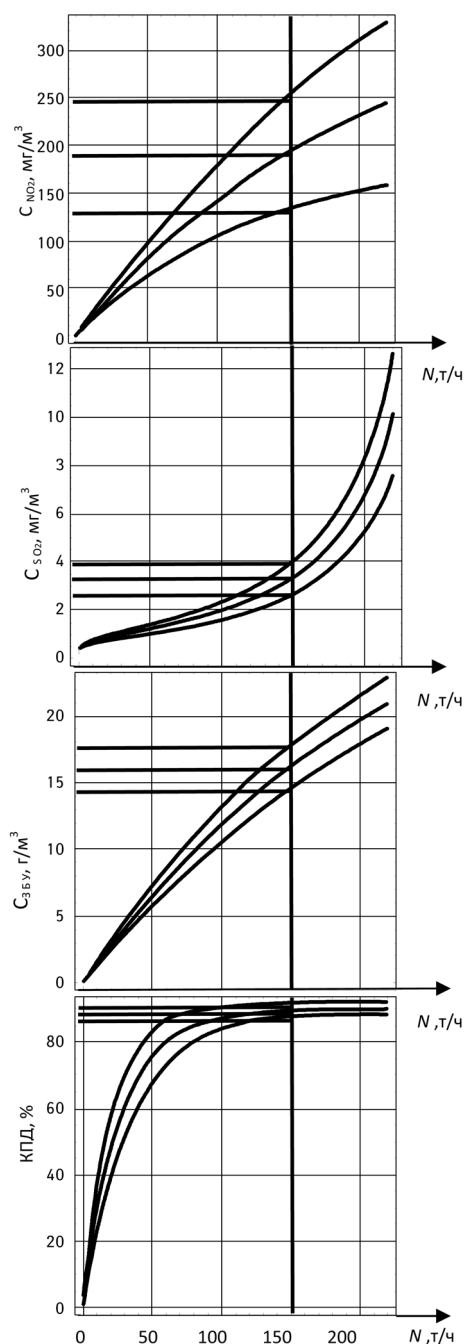


Рис. 3. Обобщающая имитационная модель при фиксированной нагрузке

где $C_{13\text{БУ}}(N)$, $C_{23\text{БУ}}(N)$ — максимальное и минимальное значение концентрации золы бурого угля при определенном значении нагрузки, г/м^3 .

Графики зависимостей КПД от величины нагрузки описываются уравнениями (7) и (8):

$$k_{1\text{КПД}}(N) = 91,675(1 - (\exp[-0,048401969N])); \quad (7)$$

$$k_{2\text{КПД}}(N) = 88,71543(1 - (\exp[-0,028938873N])), \quad (8)$$

где $k_{1\text{КПД}}(N)$, $k_{2\text{КПД}}(N)$ — максимальное и минимальное значение КПД при определенном значении нагрузки, %.

Для того чтобы найти среднее значение между максимальным и минимальным значениями любого из исследуемых параметров, необходимо сложить их значения и поделить на 2.

Графическое представление этого процесса приведено на рис. 3. Предлагаемая модель позволяет при фиксированном значении нагрузки, при заданном КПД, определять значения концентраций вредных выбросов, а также находить интервалы изменения входящих в уравнения переменных. При фиксировании каждой переменной поочередно были получены интервалы значений концентрации NO_2 , SO_2 , золы бурого угля и КПД от величины нагрузки. Так, при нагрузке 150 т/ч интервалы вышеперечисленных параметров будут иметь следующие значения: C_{NO_2} от 133,17 до 251,42 г/м^3 , C_{SO_2} от 2,69 до 4,23 г/м^3 , $C_{\text{ЗБУ}}$ от 14,58 до 17,79 г/м^3 , КПД от 92,26 до 93,70 %.

Таким образом, при достаточно высоком значении КПД, но при оптимальной нагрузке 150 т/ч значения выбросов находятся на минимальном уровне и соответственно снижаются в 1,2 раза по диоксиду азота, 2,1 раза по диоксиду серы и 1,2 раза по золе бурого угля. Это позволит снизить годовые выбросы исследуемых загрязняющих веществ диоксида азота на 121,04 г/год, диоксида серы — 4464,77 и золы бурого угля — 2991,18 т/год, что было рассчитано по предлагаемым уравнениям.

Расчет платы за выброс загрязняющих веществ предприятием Кумертауская ТЭЦ при разных значениях нагрузки

Наименование вещества	При максимальной нагрузке		При оптимальной нагрузке	
	масса выброса, т/год	плата за выброс, руб/год	масса выброса, т/год	плата за выброс, руб/год
Зола бурых углей	17947,07	3512241,60	14955,89	2926867,67
Диоксид серы	8523,66	647798,16	4058,89	308475,64
Диоксиды азота	726,23	71751,52	605,19	59792,77
Другие	628,40	11625,17	628,40	11625,17
ИТОГО	27825,36	4243416,45	20248,37	3306761,25



Для определения экономической эффективности снижения нагрузки на котлоагрегаты произведен расчет платы за выброс загрязняющих веществ от стационарных источников при максимальных значениях нагрузки и при расчетном оптимальном значении в 150 т/ч (см. таблицу).

Таким образом, при оптимальном значении нагрузки в 150 т/ч произойдет снижение годовых выбросов, и размер платы за выброс снизится соответственно в 1,3 раза или на 936 655,20 руб.

Разработанная модель может быть использована с целью определения наиболее приемлемых режимов с позиции экологической безопасности и выбора оптимальных режимов работы ТЭЦ, а также для использования в системах автоматизированного управления отдельными агрегатами процесса горения и системой в целом.

Значения концентраций выбросов ниже минимальных можно получить изменением либо конструкции агрегата, либо вмешательством в технологию процесса производства энергии, либо применяя дополнительную очистку топлива и уходящих газов.

Список литературы

1. Частухин В. И., Частухин В. В. Топливо и теория горения: учебное пособие. — Киев: Выща шк. Головное изд-во, 1999. — 186 с.
2. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 2000. — 280 с.
3. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 122 с.
4. Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. Многомерные статистические методы. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 352 с.

УДК 628.349.087

О. С. Гигина, асп., Н. А. Быковский, канд. техн. наук, доц.,

Е. А. Кантор, д-р хим. наук, проф.,

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

E-mail: nk.ufa@mail.ru

Извлечение меди из отработанных кислотных растворов травления производства печатных плат

Описан исследованный процесс электрохимической очистки отработанных кислотных растворов травления, содержащих медь, в электролизере. Показано, что в этом процессе происходит извлечение меди в металлической форме. Изучено влияние технологических параметров электрохимической обработки сточных вод на процесс их очистки от меди.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, медь(II), электролизер.

Gigina O. S., Bikovsky N. A., Kantor E. A.
The extraction of copper from waste acidic water of etching in production of print plates

The process electrochemical cleaning of waste acidic water, containing of copper, was studied by means of electrolysis. It was shown, that extraction of copper in metal form take place in this process. The influence technological parameters electrochemical treatment of waste acidic water was studied on the process of cleaning from copper.

Keywords: waste water, cleaning, copper (II), electrolyzer.

Соединения меди представляют значительную опасность для природной среды, поскольку обладают высокой токсичностью и кумулятивным эффектом [1]. Ежегодно в сточных водах гальванических цехов теряется свыше 0,46 тыс. т меди [2]. В сточных водах медь может присутствовать как в виде ионов Cu^{2+} , так и в виде ряда устойчивых комплексных соединений $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{CuCl}_4]^{2-}$.

К настоящему времени разработаны и внедрены в практику различные способы очистки промышленных стоков, в частности, стоков гальванических производств и производства печатных плат от тяжелых металлов и сопутствующих загрязнений [3].

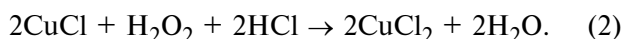
Реагентные методы наиболее распространены и связаны с химическим осаждением металлов посредством обработки стоков щелочью, карбонатами, сульфидами, железным купоросом. Образующие труднорастворимые соединения отделяют от жидкой фазы обычными способами, принятыми в водочистке (отстаивание, флотация, фильтрация и др.). Несмотря на относительную простоту и надежность у реагентных методов есть существенные недос-

татки. В частности, при очистке стоков гальванических производств невозможно установить режим (диапазон pH), обеспечивающий совместное осаждение различных металлов, поскольку некоторые металлы обладают амфотерными свойствами [4]. Наличие в растворе комплексообразователей также затрудняет выделение металлов [5]. Известковые реагенты усложняют решение проблем, связанных с утилизацией осадка. В целом применение реагентных технологий связано со значительным расходом химикатов и вторичным загрязнением очищаемой воды, а также характеризуется потерей ценных химических продуктов и металлов.

Используемые в настоящее время химические способы очистки в сочетании с механическим отстаиванием позволяют извлекать всего 50...80 % загрязнений, в то же время образуется значительное количество гальваношламов, которые необходимо перерабатывать или утилизировать.

Электрохимические способы позволяют очищать стоки от загрязнений до предельно допустимых концентраций, концентрировать и извлекать ценные химические продукты и металлы. Как правило, электрохимические способы считают экологически чистыми, исключая «вторичное» загрязнение воды анионами и катионами, характерное для реагентных способов.

Авторами проведена электрохимическая обработка отработанного кислотного раствора травления производства печатных плат с содержанием хлорной меди CuCl_2 — 118 г/л (в пересчете на медь), соляной кислоты HCl — 72 г/л, перекиси водорода H_2O_2 — 14 г/л. Исходный раствор травления содержал 80 г/л CuCl_2 (в пересчете на медь), 100 г/л HCl , 30 г/л H_2O_2 . В процессе травления протекают следующие реакции



При травлении раствор обогащается ионами меди, что изменяет его характеристики и при определенных концентрациях компонентов делает непригодным для дальнейшей эксплуатации [4]. Вследствие этого в производстве печатных плат образуется отработанный травильный раствор (ОТР) с концентрацией ионов меди 100...160 г/л, содержащий соляную кислоту и перекись водорода.

Для исследования возможности извлечения меди из ОТР использовали электролизер объемом 200 см³. В качестве катода применяли медные и титановые пластины площадью 9 см², а в качестве анода —

титановую пластину, покрытую окисью рутения. Расстояние между электродами составляло 2,5 см. Токовая нагрузка на электролизере оставалась постоянной — 1 А. Общее время непрерывной работы электролизера 8 ч. Рабочий раствор анализировали на содержание меди в одновалентной (Cu^+) и двухвалентной (Cu^{2+}) форме. Установлено отсутствие ионов Cu^+ .

Процесс осаждения меди на катоде идет параллельно с процессом перехода металлической меди в ионную форму (согласно реакциям (1), (2)). Примерно через 4 ч система переходит в состояние динамического равновесия, при котором концентрация меди устанавливается на уровне 113 г/л при использовании медного и 108 г/л при использовании титанового катодов. При этом степень извлечения меди составляет соответственно 4,2 и 8,5 %, выход меди по току — 19,9 и 24,4 %. Переход системы в состояние равновесия возможен вследствие присутствия перекиси водорода и соляной кислоты в количествах, обеспечивающих протекание реакций (1), (2).

Для повышения эффективности электролиза увеличили токовую нагрузку до 8 А. При этом использовали электролизер объемом 150 см³, систему электродов, состоящую из двух медных катодов общей площадью 40 см² и трех анодов. В качестве анодов применяли титановые пластины, покрытые окисью рутения. Расстояние между электродами составляло 1 см, объем рабочей среды — 150 см³. При работе в течение 4 ч произошло снижение концентрации меди до 82,1 г/л. Таким образом, степень извлечения меди повысилась до 30,4 %, однако выход по току составил 15,7 %.

Можно предположить, что изменение исходной среды рабочего раствора путем разбавления приведет к снижению скорости реакции (1) и (2) и позволит повысить степень извлечения меди из травильного раствора. С этой целью сточную воду перед процессом очистки разбавляли дистиллированной водой в 1,5 раза. Общий объем рабочей среды составлял 150 см³. Плотность тока на электролизере изменялась в каждом эксперименте и составляла — 200 А/м², 250 А/м², 500 А/м², 750 А/м², 1000 А/м², 1250 А/м², 1500 А/м², 1750 А/м², 2000 А/м². Рабочий раствор анализировали на содержание меди (Cu^{2+}) и хлора (Cl^-).

После шестичасовой обработки разбавленного раствора при плотности тока 200 А/м² концентрация меди в растворе возрастает с 77 г/л до 80 г/л, а при плотности тока 250 А/м² — с 77 г/л до 77,5 г/л. Это происходит вследствие превышения скорости



окисления меди по реакциям (1), (2) скорости осаждения меди на катодах. После шестичасовой обработки раствора при плотности тока 500 А/м^2 концентрация меди в растворе снижается с 77 г/л до $48,7 \text{ г/л}$, а при плотности тока 750 А/м^2 — с 77 г/л до $32,4 \text{ г/л}$. Степень извлечения меди при этом составила $36,8 \%$ и $44,6 \%$ соответственно. С ростом токовой нагрузки скорость осаждения меди на ка-

тодах возрастает и при плотности тока 2000 А/м^2 достигает значения $41,9 \text{ г/(л} \cdot \text{ч)}$. Степень извлечения меди при этом составляет $97,2 \%$. По достижении снижения концентрации меди в рабочем растворе до $2...4 \text{ г/л}$ скорость извлечения меди резко уменьшается вследствие увеличения скорости восстановления водорода на катодах, протекающего в две последовательные стадии: разряда иона водо-

рода на электроде с образованием атомного водорода, адсорбируемого электродом, и удаления адсорбированного водорода с электрода с образованием молекулярного водорода



Ощутимое уменьшение скорости извлечения меди вследствие параллельного восстановления водорода происходит тем раньше, чем выше величина плотности тока. Так, например, при плотности тока 1250 А/м^2 скорость осаждения меди начинает уменьшаться при достижении величины концентрации меди в стоке порядка $2,2 \text{ г/л}$ и падает на $24,8 \text{ г/(л} \cdot \text{ч)}$ при остаточной концентрации $1,08 \text{ г/л}$, а при плотности тока 1500 А/м^2 — при достижении концентрации меди порядка $4,2 \text{ г/л}$ и скорость падает на $19 \text{ г/(л} \cdot \text{ч)}$ при остаточной концентрации $1,12 \text{ г/л}$ и на $28,1 \text{ г/(л} \cdot \text{ч)}$ при остаточной концентрации $0,33 \text{ г/л}$ (рис. 1).

Следует отметить, что глубина извлечения меди из рабочего раствора для плотностей тока $1000...2000 \text{ А/м}^2$ не зависит от величины токовой нагрузки, а определяется количеством пропущенного электричества. Остаточная концентрация меди в стоке находится в пределах $0,17...1 \text{ г/л}$. Для достижения таких концентраций необходимо пропустить через раствор электричество в количестве $50...55 \text{ кКл}$ (рис. 2).

Для плотностей тока $1000...2000 \text{ А/м}^2$ удельный расход электроэнергии на обработку 1 м^3 рабочего раствора возрастает с 35 до $162 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^3$ (т. е. в $4,6$ раза) при увеличении степени очистки от 20 до 97% и с 162 до $178 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^3$ (т. е. в $1,1$ раза) при увеличении степени очистки от 97 до $99,8 \%$ (рис. 3).

Удельный расход электроэнергии на извлечение 1 кг меди из рабочего рас-

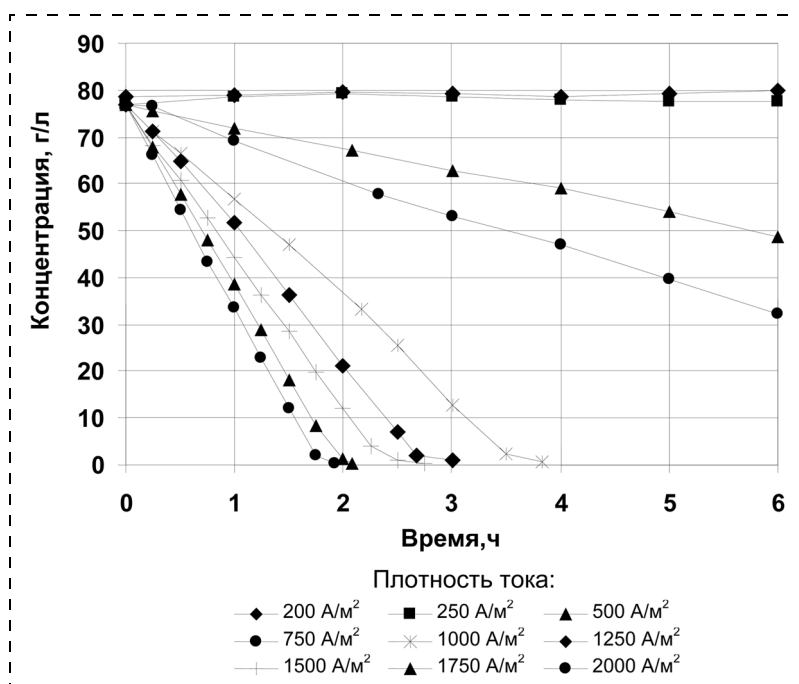


Рис. 1. Зависимость концентрации меди в рабочем растворе от времени обработки в аппарате

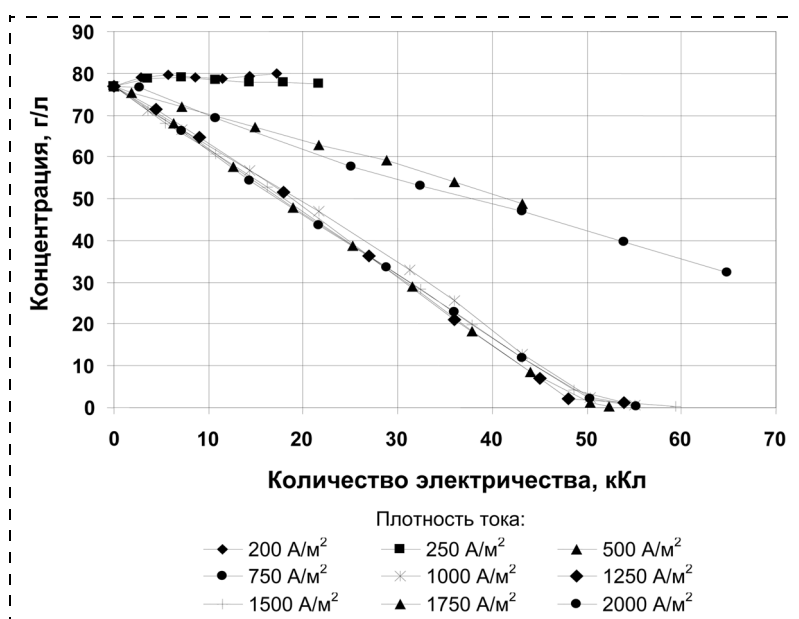


Рис. 2. Зависимость концентрации меди в рабочем растворе от количества пропущенного электричества

Зависимость выхода меди по току и степень очистки рабочего раствора от времени обработки и плотности тока на электролизере

Плотность тока, А/м ²	200	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Время обработки, ч	6	6	6	6	3,83	3	2,75	2,08	1,92
Степень очистки, %	—2	0,9	36,4	59	99,3	98,6	99,6	99,8	99,8
Выход меди по току, %	1,7	4,8	30,8	33,3	61,6	63,6	52,9	62,1	58,2

твора составляет 2,2 кВт·ч/кг при увеличении степени очистки от 20 до 97 % и возрастает до 2,47 кВт·ч/кг с изменением степени очистки от 97 до 99,8 % для плотностей тока 1000...2000 А/м².

Была проведена также оценка параметра выхода меди по току. С увеличением плотности тока сокращается общее время обработки рабочего раствора и возрастает выход меди по току. При этом возможно достижение снижения концентрации меди до 0,17...1 г/л, степени очистки до 97...99,8 % и, соответственно, выхода меди по току до 63 %.

Процесс очистки рабочего раствора с высокой степенью извлечения меди предпочтительно проводить при плотности тока 1000 А/м². Это объясняется тем, что с ростом токовой нагрузки изменяется структура осадка меди на катодах. Осадок становится рыхлым, а это, в свою очередь, создает дополнительные трудности для проведения процесса очистки. Сложности такой обработки рабочего раствора связаны с возможным разрядом осадка на

анодах и осыпанием его на дно электролизера. При плотности тока 1000 А/м² на структуру осадка существенное влияние оказывают два параллельно протекающих на катодах процесса — осаждение меди и восстановление водорода. Осадок имеет структуру объемной, рыхлой "шубы", быстрое обрастание поверхности катодов которой приводит к сокращению межэлектродного расстояния и, как следствие, к падению напряжения. Такие изменения затрудняют процесс очистки и ухудшают характеристику осадка (см. таблицу).

Таким образом, было установлено, что возможно извлечение меди в металлической форме с высокой степенью эффективности при электрохимической обработке кислотных растворов травления, содержащих перекись водорода, лишь при разбавлении исходного стока минимум в 1,5 раза. Присутствие перекиси водорода и кислая среда стока (рН = 0,1) являются лимитирующими факторами при проведении процесса электрохимической очистки. Тем не менее, использование локальных установок для электрохимической очистки таких стоков позволит значительно снизить в них концентрацию меди, что упростит их дальнейшую обработку.

Список литературы

1. Лазарев Н. В., Ливина Э. Н. Вредные вещества в химической промышленности : Справочник. Т. 1. — Л.: Химия, 1976. — 573 с.
2. Гарбер М. И. Ресурсосберегающая технология гальванических покрытий. — М.: Машиностроение, 1988. — 58 с.
3. Халдеев Г. В., Кичигин В. И., Зубарева Г. И. Очистка и переработка сточных вод гальванического производства. — Пермь: ПГТУ, 2005.
4. Ахметов Н. С. Неорганическая химия: Учебное пособие для вузов: 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1975. — 672 с.
5. Яковлев С. В., Краснобородько И. Т., Рогов В. М. Технология электрохимической очистки воды. — Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. — 312 с.
6. Ильин В. А. Технология изготовления печатных плат. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1984. — 77 с.

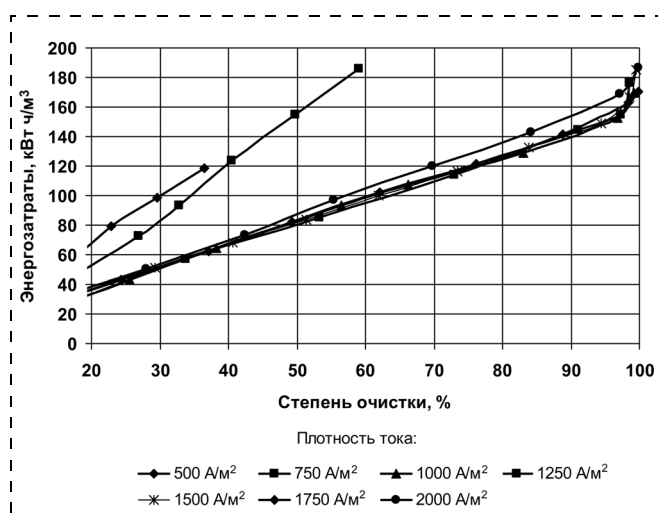


Рис. 3. Зависимость удельного расхода электроэнергии от степени извлечения



УДК 628.316.12

С. В. Степанова¹, канд. техн. наук, доц., Р. Х. Низамов²,
И. Г. Шайхиев¹, канд. техн. наук, доц., С. В. Фридланд¹, д-р хим. наук

¹ Казанский государственный технологический университет

² Юго-Восточное территориальное Управление Министерства экологии
и природных ресурсов Республики Татарстан, г. Альметьевск

E-mail: ssvkan@mail.ru

Использование отходов растительного происхождения в качестве сорбентов нефти

Приведены данные исследования возможности использования отходов растительного происхождения для очистки поверхности водных объектов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. Показана эффективность их применения с целью получения первичного экологического эффекта — разрыва сплошного пленочного загрязнения.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, растительные отходы, сорбенты, сорбционная емкость, очистка природных вод.

Stepanova S. V., Nizamov R. H., Shajhiyev I. G., Fridland S. V. Use of a waste of a phyto-genesis as oil sorbents

Research of possibility of use of a waste of a phyto-genesis for clearing of a surface of water objects of pollution by oil and mineral oil is conducted. Efficiency of their application for the purpose of reception of primary ecological effect — rupture of continuous film pollution is shown.

Keywords: oil, mineral oil, vegetative waste, sorbets, petrocapacity, treatment of natural waters.

Наиболее широко распространенными загрязнителями сточных и природных вод являются нефтепродукты — широкая группа углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, которые вследствие их высокой токсичности принадлежат, по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды.

В настоящее время имеется значительный арсенал методов ликвидации поверхностных загрязнений воды. Сейчас в мире при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов предлагается использовать около двух сотен сорбентов, которые можно классифицировать по различным признакам.

Одной из приоритетных современных задач по защите окружающей среды, в том числе и водных акваторий, является поиск высокоэффективных сорбентов нефти и нефтепродуктов. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к разработке

сорбентов (эффективность, величина относительной сорбции, стоимость, доступность, сезонность, экологическая чистота, затраты на доставку сырья и переработку, утилизацию, захоронение, экологическая безопасность процессов переработки использованных сорбентов), очевидно, что выгоднее всего в настоящее время использовать сорбенты растительного происхождения.

Остро стоит вопрос о целесообразности использования сорбентов из местного сырья и отходов промышленного и сельскохозяйственного производства, что позволит не только оперативно решать экологические проблемы, связанные с разливами нефти и нефтепродуктов, но и принесет существенную экономическую прибыль. Кроме того, частично решаются проблемы утилизации местных отходов и создания новых рабочих мест.

Использование материалов, являющихся потенциальным местным сырьем для производства сорбентов, позволяет совместить ликвидацию отходов сельскохозяйственного производства с природоохранной деятельностью.

В свете вышеизложенного в настоящей работе в качестве сорбентов исследовались отходы сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения, имеющие показатели, приведенные в табл. 1.

На территории Республики Татарстан уже многие десятилетия ведется добыча нефти, но, к сожалению, показатели ее качества не отвечают многим мировым стандартам. Большая часть нефти, добываемой в республике, обладает высокой вязкостью, имеет в своем составе большое количество соединений серы, асфальтенов, парафинов, хлоридов.

Первоначально исследовалась сорбционная емкость вышеуказанных сорбентов (см. табл. 1) по отношению к нефти Тумутукского месторождения, добытой НГДУ "ТатНефтьГеология" (Республика Татарстан) с показателями, приведенными в табл. 2.

Для определения нефтеемкости сорбентов в чашки Петри наливалось по 50 г нефти, далее сверху насыпались исследуемые сорбенты в количестве 1 г.

Таблица 1

Физические свойства сорбентов

Характеристика сорбентов	Наименование сорбента					
	Измельченные початки кукурузы	Солома пшеницы	Ячневая мучка	Отходы после подработки рапса	Пивная дробина	Шелуха пшеницы
Насыпная плотность, г/см ³	0,221	0,050	0,4	0,6	1,0	0,1
Влажность, %	2,812	7,688	0,25	4,25	4,0	3,7
Зольность, %	0,376	0,015	0,19	0,24	0,20	0,48
Плаучесть, %	12,76	86,14	30,5	49,2	46,0	97,9

Через определенные промежутки времени с помощью латунных сит с ячейками 0,18 мм снимался исследуемый образец сорбента с поглощенным сорбатом. Сорбционная емкость в статических условиях вычислялась как отношение массы поглощенного нефтепродукта к массе сорбента:

$$a = m_{\text{погл}}/m_{\text{сорб}}$$

где $m_{\text{погл}}$ — масса поглощенного нефтепродукта, г;
 $m_{\text{сорб}}$ — масса сорбента, г.

Кривые зависимости нефтеемкости от времени контакта и вида сорбента представлены на рис. 1. Как видно из кривых, приведенных на рисунке, наибольшее поглощение сорбата наблюдается в первые 5...10 мин взаимодействия сорбента с нефтью. Увеличение времени контакта сорбата с сорбентами не приводит к существенному увеличению нефтеемкости. Наибольшей сорбционной емкостью по отношению к исследуемой нефти обладает шелуха пшеницы, наименьшей — отходы после подработки рапса.

Анализируя построенные по результатам исследований кривые зависимости нефтеемкости сорбентов от времени (см. рис. 1), можно сделать вывод о том, что поглощение нефти с течением времени некоторыми сорбентами (шелухой пшеницы и ячневой мучкой) идет неравномерно и с увеличением времени взаимодействия нефтеемкость уменьшается. Последнее обстоятельство объясняется, по-видимому, частичной десорбцией сорбата с поверхности сорбента. Нефтеемкость остальных сорбентов с течением времени остается практически неизменной, имея тенденцию к увеличению искомого показателя.

В последующем в качестве сорбатов для определения маслосорбности исследуемых сорбентов использовались машинные масла, некоторые показатели которых приведены в табл. 3.

При использовании в качестве сорбата индустриального масла марки "ТЭп-15В" были получены зависимости сорбционной маслосорбности от времени контактирования, приведенные на рис. 2.

Таблица 2

Значения основных свойств нефти

Показатель	Значение
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,921
Кинематическая вязкость, сСт:	
при 5 °С	250,4
при 10 °С	156,4
при 20 °С	77,67
Содержание хлористых солей, мг/л	1866
Содержание механических примесей, %	0,056
Содержание асфальтенов, %	3,4
Содержание парафинов, %	2,9
Содержание смол силикагелевых, %	34,1
Содержание серы, %	3,71
Начало кипения, °С	55

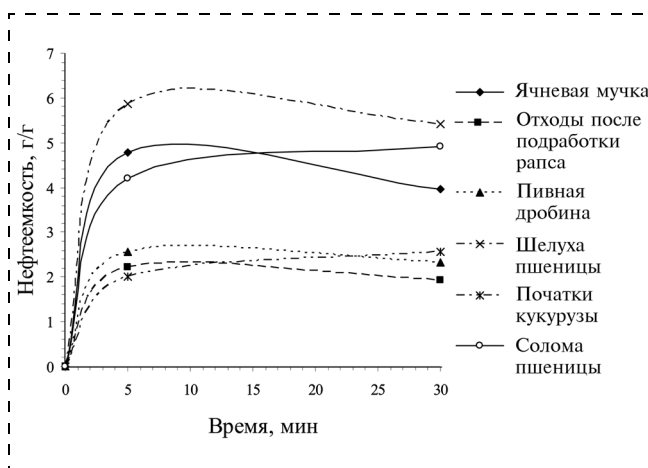


Рис. 1. Зависимость нефтеемкости сорбентов от времени

Таблица 3

Характеристики масел

Марка масла	Динамическая вязкость, сСт	Плотность, г/см ³
ТЭп-15В	685,3	0,936
М8Г-Г2К	149,7	0,893
М10-Г2К	162,8	0,899

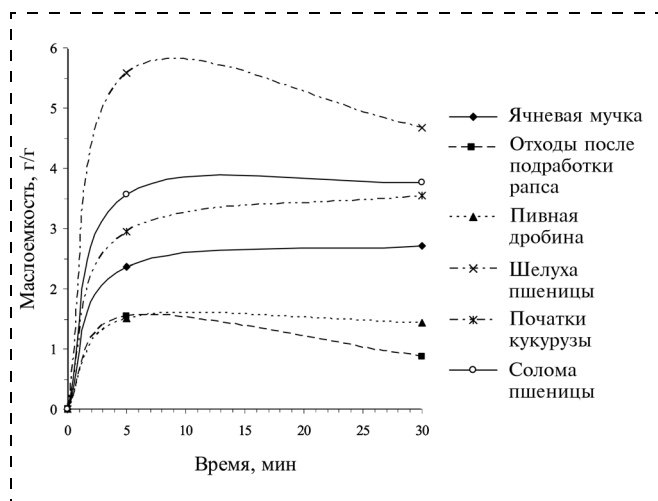


Рис. 2. Зависимость маслоемкости сорбентов от времени (для масла марки ТЭп-15В)

Зависимости значений маслоемкости при использовании в качестве сорбата масел марок М8Г-Г2К и М10-Г2К от времени приведены на рис. 3 и 4 соответственно.

В результате исследования поглощения масел различных марок сорбентами установлено, что с увеличением времени взаимодействия сорбата и сорбентов маслоемкость некоторых из них (шелуха пшеницы и отходы после подработки рапса) также несколько уменьшается, что вызвано десорбцией сорбата.

При рассмотрении процесса сорбции нефтепродуктов, в частности масел марок ТЭп-15В, М8Г-Г2К и М10Г2К, следует вывод о том, что с увеличением времени выдержки маслоемкость сорбента практически не меняется. Сравнительно лучшими сорбционными свойствами обладает шелуха пшеницы,

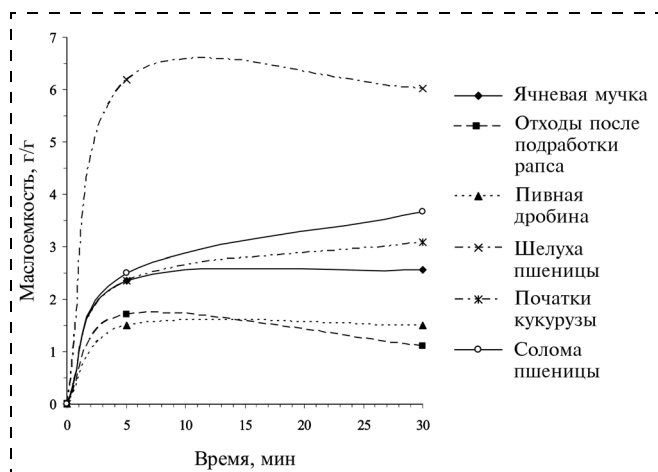


Рис. 3. Зависимость маслоемкости сорбентов от времени (для масла марки М8Г-Г2К)

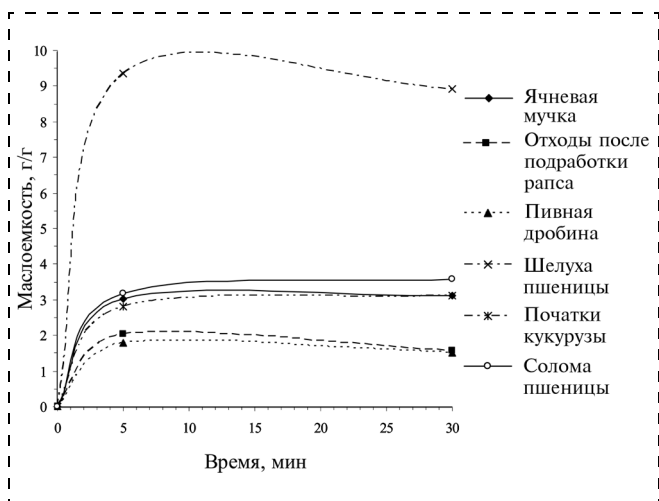


Рис. 4. Зависимость маслоемкости сорбентов от времени (для масла марки М10-Г2К)

так как полное заполнение пор наступает через 10 мин, при этом визуально наблюдается осветление масел.

Одним из актуальнейших вопросов охраны окружающей среды является проблема локализации и удаления с водной поверхности нефти при аварийных разливах последней на морских и речных акваториях. В связи с этим была исследована возможность использования растительных отходов для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водных объектах.

Из-за впитывания влаги масса растительных сорбентов увеличивается, в результате чего ухудшается их плавучесть, а также сорбционная емкость, поскольку часть порового пространства занимает водная фаза. Первоначально определялась водопоглощающая способность альтернативных сорбентов.

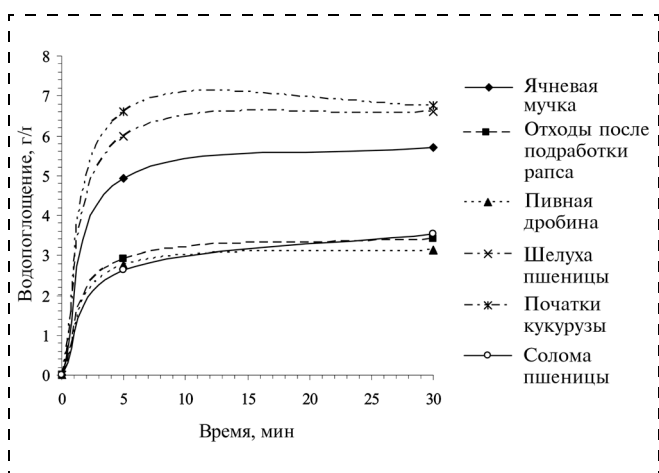


Рис. 5. Зависимость водопоглощения сорбентов от времени

При проведении эксперимента были получены приведенные на рис. 5 кривые зависимости водопоглощения от времени контакта с водой. Как видно из графиков, исследуемые отходы сельскохозяйственного производства обладают гидрофильными свойствами, полное насыщение пор сорбентов водой происходит в течение 5...10 минут взаимодействия. Наименьшими значениями водопоглощения обладают пивная дробина, отходы после подработки рапса и солома пшеницы.

Деятельность человека заставляет контактировать нефть и воду, разрушая созданную природой гармонию чистоты. Буквально на всех этапах — от добычи, транспортировки и переработки до использования в виде горючесмазочных материалов и других продуктов, утилизации нефтеотходов, ликвидации разливов нефти, очистки сточных вод — приходится иметь дело с проблемой разделения нефти, нефтепродуктов и воды, их взаимной очистки.

В связи с этим был исследован процесс имитации загрязнения карбоновой нефтью поверхности воды.

В чашки Петри разливали по 50 мл воды. Затем, имитируя нефтяное загрязнение, вносили по 7 мл нефти. Далее 1 г исследуемого адсорбента сплошным слоем наносили на поверхность загрязненной нефтью воды. Через определенный промежуток времени (1, 3, 5, 10, 20, 30 мин) с помощью сита снимали исследуемый образец, давали стечь некоторой части нефтепродукта и воды с образца и взвешивали его на аналитических весах.

После сорбции нефти с поверхности воды методом экстракции определялось остаточное содержание нефти в воде. При использовании в качестве сорбента массой 1 г для сорбции нефти с поверхности воды были получены показатели, приведенные на рис. 6.

Остаточное количество нефти на воде уменьшается с увеличением времени выдержки сорбента. Даже после 30 мин от начала эксперимента оно превышает ПДК нефти в воде (0,3 мг/л).

При анализе полученных данных выяснилось, что способность всех сорбентов поглощать воду довольно велика, и это обусловлено растительным происхождением исследуемых образцов, т. е. их белковой структурой.

Способность впитывать воду у отходов пшеницы очень мала, поэтому они имеют наименьший удельный вес и обладают высокой флотиремостью (плавучестью), что исключает загрязнение дна водоема сорбента с нефтью и увеличивает контакт с нефтяной пленкой. Отходы пшеницы обладают большим суммарным объемом пор, а следовательно,

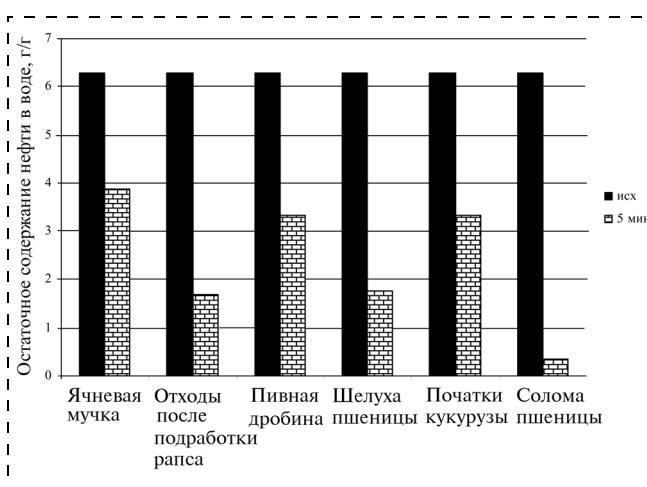


Рис. 6. Остаточное содержание нефти в воде

Таблица 4

Показатели качества сорбентов

Наименование сорбента					
Початки кукурузы	Солома пшеницы	Ячневая мучка	Отходы после подработки рапса	Пивная дробина	Шелуха пшеницы
0,048	1,197	0,255	0,322	0,376	0,869

повышенной нефтеемкостью, а также плавучестью по сравнению с другими сорбентами. Из-за высокой плавучести солома и шелуха не тонут и активно участвуют в процессе сорбции.

При сорбции нефтепродуктов всеми сорбентами выявлена общая тенденция — очень интенсивное поглощение сорбата в начале процесса. Это можно объяснить тем, что первоначально идет заполнение макропор, затем — мезопор и только в конце микропор (выход графиков на прямую).

По полученным экспериментальным данным для каждого растительного отхода был определен показатель качества сорбции (табл. 4).

Показатель качества сорбции (безразмерная величина) определяется по формуле:

$$П = (a \cdot P) / (100 \% \cdot B),$$

где a — нефтеемкость, г/г; $П$ — плавучесть, %; B — водопоглощение, г/г.

Исследованные сорбенты обладают высокой нефтеемкостью (от 4 до 7 г/г). Применение их для очистки водной поверхности обеспечивает получение первичного экологического эффекта — разрыв сплошного пленочного загрязнения, сорбцию эмульгированных нефтей.



УДК 502.171:504.5:665.61

В. И. Томаков, д-р. пед. наук, проф., **М. В. Томаков**, канд. техн. наук, доц.,
А. В. Домекин, **И. А. Петина**,
Курский государственный технический университет,
А. А. Добrorоднов, **С. Н. Шумаков**,
ООО "Курскоблнефтепродукт"
E-mail: tomakov_v_i@rambler.ru

Мониторинг и защита подземных вод от загрязнения нефтепродуктами на территории Курской нефтебазы

Рассмотрена геологическая среда на территории Курской нефтебазы. Цель исследования — оценка загрязнения геологической среды и подземных вод нефтепродуктами и обзор внедряемых инженерных решений, обеспечивающих защиту подземных вод от загрязнения нефтепродуктами.

Ключевые слова: охрана геологической среды, нефтепродукты, подземные воды, нефтяные загрязнения.

Tomakov V. I., Tomakov M. V., Domekin A. V., Petina I. A., Dobrorodnov A. A., Shumakov S. N. *Monitoring and protection of underground waters from pollution by petroleum products on the site of Kursk petroleum-storage depot*

The article deals with the geological environment state on the site of Kursk petroleum-storage depot. The given investigation includes evaluation of pollution of geological environment and underground waters by oil products and engineering decisions providing protection and rehabilitation of geological objects from pollution by oil products.

Keywords: geological environment, oil products, underground waters, pollution by petroleum products.

Введение

Среди веществ, загрязняющих геологическую среду и подземные воды, следует выделить нефтепродукты (НП), так как они представляют собой серьезную опасность как для здоровья и качества жизни населения, так и для жизнедеятельности других биологических видов. Под загрязнением геологической среды нефтепродуктами следует понимать ухудшение качества геологической среды (физических, химических, биологических свойств), приводящее к ощутимому экологическому и социально-экономическому ущербу.

Поступление углеводородов нефти в природные среды происходит на всех этапах ее передела — от

добычи до потребления нефтепродуктов. Полная реабилитация территорий, подвергшихся загрязнению нефтепродуктами, становится возможной спустя многие годы и требует больших материальных затрат.

Добавляет сложность проблеме и тот факт, что загрязнение геологической среды (в том числе подземных вод) нефтепродуктами в течение многих лет может оставаться незаметным, накапливаться. А когда оно проявится, масштаб загрязнения может оказаться катастрофическим. Поэтому крайне важно уже на ранних стадиях фиксировать любые факты загрязнения нефтепродуктами геологической среды (грунтов и подземных вод), рассматривая их как потенциально опасное загрязнение геологической среды нефтепродуктами. Под потенциально опасным загрязнением геологической среды следует понимать процесс, который не может быть заранее оценен по своим последствиям, но с немалой долей вероятности способен выйти за допустимые рамки ограничений.

На территории России находятся тысячи объектов добычи, транспортировки, хранения нефтепродуктов, являющихся потенциальными загрязнителями грунтовых вод. Поэтому необходимо выделить объекты, представляющие на сегодняшний день наибольшую опасность, и осуществлять тщательный геоэкологический мониторинг на всех из них.

На предварительном этапе приближенными методами без проведения полевых и лабораторных работ возможно оценить масштаб загрязнения геологической среды нефтепродуктами. При этом предполагается, что возможные утечки пропорциональны "масштабу" объекта, годовому обороту нефтепродуктов. Так, по данным ОАО "Роснефть", из-за старения основных фондов объем утечек растет в пропорции, данные по которой приведены в таблице.

Курская нефтебаза функционирует более 50 лет. Основными нефтепродуктами, хранящимися на нефтебазе, являются бензин, дизельное топливо и

Срок эксплуатации объекта, лет	Величина потерь, % от годового оборота
0...5	0,1
5...10	0,2
10...20	0,3
20...30	0,5
30...40	1,0
40...50	1,5
>50	2,0

масла. Суммарный годовой объем грузооборота составляет более 200 тыс. т. Таким образом можно приблизительно определить объемы потерь. В результате деятельности Курской нефтебазы в пределах промплощадки и прилегающей к ней части городской территории сформировался очаг загрязнения в виде линзы подпочвенных скоплений нефтепродуктов, площадью порядка 125 тыс. м². Анализ массовой структуры загрязнения показал, что его основная доля приходится на жидкие нефтепродукты. Значительное место занимают адсорбированные грунтом и песками нефтепродукты. Парогазовая углеводородная фаза составляет меньшую часть загрязнения. Ощутимая доля приходится на растворенные углеводороды.

Также в рассматриваемом районе г. Курска огромное техногенное воздействие оказывают промышленные предприятия ЗАО "Курскрезинотехника", ЗАО "Курский завод "Аккумулятор", Курская ТЭЦ-1, ОАО "САН Интербрю" (филиал в г. Курске), ООО "Энергосервис" и др., имеющие в своем составе объекты-загрязнители (продуктопроводы, склады горюче-смазочных материалов и прочие объекты топливного обеспечения). Вследствие этого на водозаборах этих предприятий произошло потенциально опасное загрязнение геологической среды (грунтов и подземных вод) нефтепродуктами.

Водопотребление и качество подземных вод

Подземные воды являются важнейшим ресурсом, так как в Курской области они в ряде случаев являются основным источником питьевого водоснабжения [1]. В частности, на территории Курской области разведано 89 месторождений пресных и одно месторождение минеральных подземных вод. Потенциальные ресурсы пресных подземных вод Курской области составляют 2,18 млн м³/сут или 0,8 км³/год. В 2006 г. учтенный водоотбор подземных вод составил 341,72 тыс. м³/сут. Максимальный отбор подземных вод по области произведен в Курском районе — самом крупном по численности

населения (468,9 тыс. чел) — 159,54 тыс. м³/сут. В областном центре — г. Курске с числом жителей 412,4 тыс. человек отбирается воды 144,45 тыс. м³/сут, из них 129,38 тыс. м³/сут приходится на долю 20 централизованных водозаборов МУП "Курск-водоканал".

Крупные коммунальные водозаборы г. Курска: "Киевский", "Зоринский", "Рышковский", "Северный" размещены за пределами городской черты на расстоянии 0,5...4,0 км от потребителей и имеют линейную схему расположения скважин.

Мелкие водозаборы г. Курска расположены в пределах городской застройки, часто на территории конкретного водопотребителя, имеют площадную схему расположения скважин. При этом нередко поверхностное загрязнение территорий предприятий приводит к проникновению загрязняющих веществ вглубь и попаданию их в подземные водные горизонты.

Наиболее плохое положение с качеством подземных вод сложилось на водозаборах, расположенных в речных долинах реки Сейм (водозаборы "Киевский", "Зоринский", "Рышковский" и другие) и реки Тускарь (водозабор "Северный"). Данные водозаборы все инфильтрационного типа и эксплуатируют совместно альб-сеноманский водоносный горизонт, а по долинам рек — четвертично-альб-сеноманский водоносный комплекс. В силу близкого залегания к дневной поверхности и слабой защищенности от загрязнения подземные воды четвертичного аллювиального водоносного горизонта наиболее подвержены загрязнению. На протяжении ряда лет в подземных водах отмечаются повышенная общая жесткость, запах, повышенное содержание железа, аммиака, а также присутствие в воде нефтепродуктов.

Характеристика объекта воздействия и территориальное распространение загрязнения геологической среды нефтепродуктами

В административном отношении Курская нефтебаза находится в Сеймском округе г. Курска в южной его части и занимает площадь 9,8 га. Нефтебаза функционирует с 1956 г. В производственном отношении нефтебаза подчинена ООО "Курскоблнефтепродукт" и осуществляет прием, хранение, погрузку, транспортировку и реализацию нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, масла). Годовой оборот составляет более 200 тыс. т. Прием нефтепродуктов производится по железной дороге. Отгрузка нефтепродуктов на местную реализацию производится автотранспортом. До 1986 г. нефтебаза обеспечивалась нефтепродуктами только



за счет доставки их железнодорожным и автомобильным транспортом. В 1986 г. к нефтебазе был подведен магистральный нефтепродуктопровод, и тем самым резко увеличилось не только поступление нефтепродуктов, но и их потеря (в настоящее время нефтепродуктопровод законсервирован).

На территории нефтебазы расположены железнодорожная и автомобильная наливная эстакады, резервуары типа РВС, складские помещения, пожарный водоем, автогаражи, ремонтный механический цех, стоянка автотранспорта, бытовые и административные помещения и другие объекты.

По состоянию на 1998 г. резервуарный парк нефтебазы состоял из 49 резервуаров различной емкости. Существующий резервуарный парк в настоящее время состоит из 36 резервуаров типа РВС. Семнадцать из них предназначены для светлых нефтепродуктов (девять из которых были выведены из эксплуатации на основании несоответствия промышленной безопасности) и девятнадцать — для темных нефтепродуктов, которые не эксплуатируются (срок постройки резервуаров — 1958—1974 гг.). Срок службы 85 % резервуаров составляет более 30 лет, т. е. большая часть резервуаров выработала свой нормативный расчетный срок службы — нормативный срок службы резервуара составляет 20 лет. В настоящее время в эксплуатации находится восемь резервуаров типа РВС общим объемом 8,8 тыс. м³.

Основными источниками загрязнения являются технологические процессы и оборудование при приеме, хранении и отпуске нефтепродуктов, т. е. эксплуатационные факторы, которые были заложены еще при проектировании нефтебазы, действуют в процессе эксплуатации более 50 лет.

В 1992 г. на территории Рышковского свеклопункта, находящегося возле Курской нефтебазы, рядом с трассой подходящего к нефтебазе нефтепродуктопровода "Орел-Курск" при бурении контрольных скважин было обнаружено скопление нефтепродуктов в верхнем водоносном горизонте. Распоряжением Главы администрации г. Курска от 14.02.1992 г. № 90 "О чрезвычайных мерах по ликвидации негативной экологической обстановки в районе нефтебазы" был создан штаб по чрезвычайному положению и поставлена задача по принятию мер по выявлению причин создавшейся ситуации. "Комплексной программой по ликвидации загрязнения водоносного горизонта в Промышленном районе г. Курска" было предусмотрено совместно с городским комитетом экологии и управлением ГО и ЧС области определить вероятные источники загрязнения.

Наиболее полно масштабы и характер загрязнения были изучены сразу же в 1992 г. Юго-Западным трестом инженерно-строительных изысканий и специалистами ВСЕГИНГЕО (г. Москва). Было выявлено: в пределах промышленной площадки Курской нефтебазы и прилегающей к ней части городской территории (Рышковский свеклопункт) сформировался очаг загрязнения нефтепродуктами в виде "линзы" площадью порядка 16...18 га и объемом около 30 тыс. м³. Территория нефтебазы и прилегающая к ней территория и вся толща пород на глубину до 7 м пропитаны нефтепродуктами. Мощность нефтепродукта в скважинах на тот период составляла от 0,2 до 2 м. Извлекаемые запасы на период изысканий (1992 г.) были оценены в количестве около 9 тыс. м³ в верхнем водоносном горизонте на глубине 7...12 м. Гидрогеологами фирмы ООО "Октябрьская" было выявлено, что пятно загрязнения продвинулось в направлении реки Сейм на 300 м от нефтебазы, скорость продвижения составила около 4 см в сутки.

В результате проведенных работ выявлено территориальное распространение загрязнения геологической среды нефтепродуктами.

1. На северо-западе нефтебазы преобладают тяжелые углеводороды, это дает основание предположить, что формирование данной линзы произошло в результате утечек масел, мазута и других тяжелых нефтепродуктов. В данном районе расположена площадка приема тяжелых или темных нефтепродуктов.

2. На юго-западе нефтебазы преобладают легкие углеводороды. Здесь находится площадка приема и хранения легких (осветленных) нефтепродуктов.

3. На севере от северо-западной оконечности нефтебазы присутствуют как легкие, так и тяжелые нефтепродукты. В данном районе расположена разрушенная насосная станция ливневых стоков.

Наибольшие концентрации нефтепродуктов на территории Курской нефтебазы оказались сосредоточенными в средне-верхнечетвертичном водоносном горизонте (до 130 ПДК). Наиболее сильному загрязнению оказались подвержены породы зоны аэрации и подземные воды средне-верхнечетвертичного водоносного горизонта. В нижележащем альб-сеноманском водоносном горизонте также просматривается ореол загрязненных нефтепродуктами вод, который в целом повторяет контур пятна загрязнения в средне-верхнечетвертичном водоносном горизонте.

Анализ массовой структуры загрязнения показал, что его основная доля приходится на жидкие нефтепродукты. Значительное место занимают ад-

сорбированные грунтом и песками нефтепродукты. Парогазовая углеводородная фаза составляет меньшую часть загрязнения. Ощутимая доля приходится на растворенные углеводороды.

Мониторинг геологической среды и подземных вод

Курская нефтебаза попала в перечень опасных производственных объектов. Согласно выполнению комплексной программы по улучшению экологической обстановки в г. Курске¹ было принято решение о постоянном ведении наблюдения за качеством подземных вод. Мониторинг ориентирован на информационную поддержку решения комплекса задач в рамках производственного экологического контроля предприятия, и в первую очередь он направлен на повышение уровня экологической безопасности производственной деятельности нефтебазы, учитывая неблагоприятные последствия изменений подземных вод. Необходимая для решения задач информация получается путем контроля динамики загрязнения геологической среды на основе регулярных измерений, проводимых на пунктах созданной специализированной сети наблюдений.

Начиная с 1999 г. и по настоящее время на территории ООО "Курскоблнефтепродукт" и прилегающей к нему территории Рышковского свеклопункта и других предприятий промышленной зоны южной части г. Курска проводится мониторинг подземных вод и линзы подземных скоплений нефтепродукта. Ведение этих работ осуществляет филиал ФГУП "Геоцентр-Москва" ТЦ "Курскгеомониторинг".

Анализ материалов, отражающих пространственные положения ореолов загрязнения подземных вод свободной и растворенной формами нефтепродуктов (ЗАО ГИДЭК, г. Москва, ТЦ "Курскгеомониторинг"), показал, что растворенная форма нефтепродуктов в силу своей высокой миграционной способности присутствует как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях практически на всей исследуемой территории. В частности, загрязнение распространено на таких предприятиях, как "Курская нефтебаза", ЗАО "Курскрезинотехника", ТЭЦ-1 и др. Нефтепродукты из линзы вместе с водой мигрируют в сторону реки Сейм и представляют потенциальную угрозу загрязнения ее вод и городского водозабора.

Специалистами ЗАО "ГИДЭК" (г. Москва) в 2007 г. проведено опробование подземных вод из наблю-

дательных скважин (из средне-верхнечетвертичного водоносного горизонта и из альб-сеноманского водоносного горизонта) с целью отбора проб воды для определения содержания в них растворенного нефтепродукта и фенолов. Химико-аналитические исследования отобранных проб выполнены в аналитической лаборатории института ВСЕГИНГЕО (Московская обл.).

Оценка уровня загрязненности среды нефтепродуктами

1. Обстановка в настоящее время стабилизировалась. В результате откачек водонефтяной эмульсии из дренажных колодцев силами предприятия ООО "Курскоблнефтепродукт" удалось локализовать линзу нефтепродуктов (основной источник загрязнения) и предотвратить ее дальнейшее распространение.

2. Опыт исследования территорий, загрязненных нефтепродуктами, показывает, что наибольшую способность к миграции имеют растворенные нефтепродукты. Источником поступления растворенных нефтепродуктов в подземные воды является линза свободных нефтепродуктов и остаточные нефтепродукты в сорбированном или зашемленном состоянии. При проведении реабилитационных работ удается извлечь 30...40 % запасов свободных нефтепродуктов, остальные переходят в зашемленное и сорбированное состояние. Таким образом, источник растворенных нефтепродуктов можно связать с линзой свободных нефтепродуктов, границы которой определены по данным мониторинга.

3. Загрязнение растворенными нефтепродуктами и фенолами геологической среды с территории нефтебазы происходит в основном в зоне развития линзы свободных нефтепродуктов и приурочено собственно к самой территории нефтебазы и прилегающей к ней с северо-запада части городской территории. Наиболее сильному загрязнению подвержены породы зоны аэрации и подземные воды средне-верхнечетвертичного водоносного горизонта.

4. Фенолами загрязнены лишь подземные воды средне-верхнечетвертичного водоносного горизонта в пределах развития линзы свободных нефтепродуктов. Пятно фенольного загрязнения в этом горизонте имеет меньшее распространение, чем нефтепродуктовое. Под его влиянием оказываются Курская нефтебаза и прилегающие с северо-запада и севера территории. В альб-сеноманском водоносном горизонте фенолы обнаружены в единичных скважинах на территории Курской нефтебазы и ЗАО "Курскрезинотехника".

¹ Распоряжение Губернатора Курской области "О неотложных мерах по предотвращению возникновения чрезвычайной ситуации на Курской нефтебазе" от 29.10.98 г. № 691-р.



5. Количественная оценка загрязнения подземных вод нефтепродуктами в пределах территории Курской нефтебазы показала, что такое загрязнение присутствует, а наибольшие концентрации нефтепродуктов сосредоточены в средне-верхне-четвертичном водоносном горизонте (содержание от 34 до 130 ПДК) и приурочены к ранее образовавшейся и существующей в настоящее время линзе подпочвенных скоплений нефтепродуктов. Это территория, где в настоящее время имеют место притоки свежего нефтепродукта, который питает существующую здесь линзу (юго-западная часть территории нефтебазы, где расположены емкости нефтепродуктов), и примыкающая непосредственно к нефтебазе с северо-запада часть площадки Рышковского свеклопункта, где породы зоны аэрации сильно загрязнены нефтепродуктами в результате их миграции в этом направлении вниз с естественным потоком движения подземных вод со стороны площадки нефтебазы.

Во второй зоне исследования (это территория Рышковского свеклопункта и участок городской территории до юго-западной окраины ОАО "САН Интербрю", ТЭЦ-1, которая имеет собственный источник загрязнения — АЗС, старое хранилище мазута, ЗАО "Курскрезинотехника" и др.) загрязнение подземных вод средне-верхне-четвертичного водоносного горизонта растворенными нефтепродуктами составляет от 2 до 7 ПДК.

6. Загрязнение нефтепродуктами имеет развитие в горизонтальном основном направлении как вниз по потоку, так и в сторону работающих водозаборов предприятий ОАО "Молоко" и ОАО "САН Интербрю". В северном направлении загрязнение подземных вод средне-верхне-четвертичного водоносного горизонта растворенными нефтепродуктами постепенно уменьшается от 5...7 до 2...3 ПДК на территории ЗАО "Курскрезинотехника". На территории ТЭЦ-1 содержание растворенных нефтепродуктов в подземных водах средне-верхне-четвертичного горизонта снова увеличивается до 7 ПДК, и это вероятнее всего происходит за счет наличия здесь АЗС и хранилища нефтепродуктов.

7. В нижележащем альб-сеноманском водоносном горизонте также просматривается ореол загрязненных нефтепродуктами вод, который в целом повторяет контур пятна загрязнения в средне-верхне-четвертичном водоносном горизонте. Подземные воды альб-сеноманского водоносного горизонта загрязнены растворенными нефтепродуктами в незначительной степени — концентрации нефтепродуктов в этом горизонте не превышают 1,5...3 ПДК. При этом на территории Рышковского свеклопунк-

та загрязнение минимальное 0,14...0,17 мг/дм³, т. е. 1,4...1,7 ПДК. Максимальное значение (3 ПДК) имеет место на территории Курской нефтебазы и на территории ТЭЦ-1. На территории ЗАО "Курскрезинотехника" содержание растворенного нефтепродукта составляет 0,24...0,26 мг/дм³, что также превышает ПДК.

В вертикальном плане подземные воды альб-сеноманского водоносного горизонта, залегающего непосредственно под средне-верхне-четвертичным, загрязнены в незначительной степени (1,5...3 ПДК).

8. Загрязнения поверхностных вод реки Сейм нефтепродуктами в настоящий момент не выявлено.

Методы реабилитации и защиты

Нефтяное загрязнение геологической среды, особенно мощное с образованием жидкой фазы на поверхности водоносного горизонта, характеризуется сложной многоуровневой структурой [23]. Основные элементы такого рода загрязнений: зона газообразных углеводородов (УГВ), зона защемленных УГВ, зона УГВ насыщения (линза жидких нефтепродуктов), зона капельных УГВ в воде, зона эмульгированных и растворенных УГВ.

Полевые исследования. Процесс экологической реабилитации и защиты геологической среды проводится в несколько этапов:

- бурение сети наблюдательных скважин в границах аномалий;
- отбор проб грунта для определения физических параметров и концентраций адсорбированных нефтепродуктов;
- определение закономерностей формирования горизонтальной и вертикальной зональности в распределении содержаний нефтепродуктов (НП) в геологической среде;
- количественная оценка степени загрязнения подземных вод НП;
- характеристика динамики и направленности изменения гидрогеохимического режима и его зависимости от внешних факторов;
- комплексное геофизическое обследование линзы гравитационно-подвижных НП, определение контура нефтяного загрязнения и характера пространственно-временной изменчивости его границ;
- становление количественной зависимости содержаний НП между различными водоносными горизонтами в естественном и нарушенном уровнях режимах;
- получение краткосрочных и долгосрочных прогнозов о вероятном развитии гидрохимической обстановки в исследуемых водоносных горизонтах;

— строительство и эксплуатация инженерных сооружений для откачки смеси нефти с водой из грунтов.

Процесс наблюдений за состоянием недр состоит из сети одиночных наблюдательных скважин, расположенных на территории предприятия с учетом особенностей потока грунтовых вод и расположения потенциальных источников загрязнения геологической среды. Наблюдательные скважины предназначены для производства следующих видов наблюдения:

- измерений положения уровней грунтовых вод и их температуры;
- контроля появления слоя свободных нефтепродуктов на поверхности грунтовых вод;
- отбора проб для оценки меры и особенностей загрязнения недр растворенными и свободными нефтепродуктами;
- измерений концентраций углеводородных паров и газов в зоне аэрации (в интервале между поверхностью земли и грунтовыми водами).

Гравитационные методы экологической реабилитации. При отсутствии прямых утечек углеводородов из резервуаров хранения устойчивым источником загрязнения подземных вод в настоящее время являются насыщенные нефтепродуктами грунты зоны аэрации. В этой ситуации количество поступающих загрязняющих веществ в водоносные горизонты находится в прямой зависимости от интенсивности процесса инфильтрации атмосферных осадков.

Основной, наиболее опасной и высоко мобильной является жидкофазная часть загрязнения. Фактически, она формирует все другие его элементы и определяет масштаб проблемы в целом. По этой причине удаление жидких нефтепродуктов из загрязненной зоны является абсолютно приоритетной задачей. До ее решения ликвидация других элементов загрязнения бессмысленна, так как они будут воспроизводиться жидкими нефтепродуктами, мигрирующими в грунтовом массиве.

Для ликвидации жидкофазного загрязнения существует множество различных методов как по инженерному решению, так и по механизму воздействия. На данном объекте применяются гравитационные методы (откачка из массива). Для осуществления откачек смеси нефти с водой из грунтов на объекте были построены и введены в штатную эксплуатацию одинаковые по принципу и по инженерному исполнению системы ликвидации загрязнений в виде вертикальных скважин (ВС), и это позволило эффективно извлекать жидкие нефтепродукты. Откачка производится постоянно.

Прекращение откачки характеризуется существенным увеличением загрязнения подземных вод. Также скважины ориентированы на медленное "натекание" нефтепродуктов. Снижает эффективность использования ВС и тот факт, что перфорация скважин в интервале залегания слоя жидких нефтепродуктов подвергается кольматажу за счет мелкодисперсных частиц, содержащихся в суспензии вода — нефтепродукты. Также имеет место минералообразование на сетке фильтра, вызванное повышенным содержанием железистых соединений в грунтовой воде, и это характеризует систему, как не стабильную и недостаточно эффективную, что отмечается в аналогичных ситуациях [4].

Более благоприятные технические условия можно создать за счет шахтного лучевого дренажа, что позволило бы стабилизировать работу системы и увеличить ее эффективность. Шахтный лучевой дренаж (ШЛД) включает в себя вертикальный шахтный колодец диаметром 4 м. Из шахтного колодца с помощью специальных установок бурятся горизонтальные скважины на различных уровнях разреза. Из шахтного колодца НП откачиваются насосом в заглубленный резервуар-отстойник, расположенный на дневной поверхности. Из резервуара нефтепродукты отгружаются в автотранспорт и вывозятся на утилизацию.

Данная технология позволяет не только эффективно извлекать жидкие нефтепродукты, отмечают автор работы [4], но и производить дальнейшую деструкцию загрязнения путем биовентиляции (подача смеси воздуха и биологически активных компонентов в верхние дрены ШЛД, что активизирует деятельность бактерий и вытесняет углеводородные газы из грунтов зоны аэрации). Шахтный лучевой дренаж заменяет 10...12 скважин.

Инженерно-строительные решения. Загрязнение территории нефтебазы происходило с самого начала ее деятельности. Часть резервуаров выработала свой нормативный расчетный срок службы. Разрушилось твердое покрытие проездов и площадок. Уклоны площадок не обеспечивают направленный сток атмосферных и поливомоечных вод в дождевую канализацию.

С целью предотвращения попадания нефтепродуктов в геологическую среду предлагается:

- замена резервуарного парка;
- строительство сетей промышленно-дождевой канализации с приемными колодцами и дождеприемниками для сбора вод со всей территории предприятия;
- строительство очистных сооружений промышленно-дождевых стоков;



- реконструкция существующей обваловки резервуарного парка;
- реконструкция проездов и площадок с твердым покрытием;
- устройство защитного полимерного экрана в резервуарном парке и в откосах обваловки резервуаров;
- вертикальная планировка территории, обеспечивающая отвод поверхностных стоков со всех площадок и проездов нефтебазы в дождевую канализацию и очистные сооружения;
- строительство временной площадки рекультивации, предназначенной для биологической утилизации сильно загрязненных почв и жидких нефтешламмов, собранных с поверхности почвы сорбентами.

Предусматривается *сорбционно-микробиологическая рекультивация*:

- обследование состояния реабилитируемой территории путем проведения инженерно-геологических изысканий, определение количественных и качественных характеристик нефтезагрязнений, оценка микробиологических и агрохимических показателей загрязненной почвы и воды и т. д.;
- исследование и разработка метода сорбционно-микробиологической очистки поверхности почвы и подземных вод от нефтепродуктов;
- теоретические и экспериментальные исследования по разработке сорбционных технологий (оценка возможностей применения сорбционных методов очистки с использованием биологической деструкции нефтепродуктов, подбор сорбционных материалов и т. д.);
- очистка средне загрязненной почвы непосредственно на месте загрязнения, т. е. без изъятия почвы;
- биологическая утилизация нефтезагрязнений на площадке рекультивации.

Заключение

В результате многолетней эксплуатации нефтебазы из-за утечек и инфильтрации нефтепродуктов в грунтовую толщу, сложенную хорошо проницаемыми песками, произошло существенное загрязнение геологической среды территории.

Комплексный мониторинг показал, что в почвенном слое по степени загрязненности нефтепродуктами выделяется сильно загрязненный участок, вытягивающийся вдоль наливных сооружений.

Район с признаками загрязнения подземных вод имеет повсеместное распространение в пределах территории предприятия и в границах района выделяются участки с содержанием нефтепродуктов до 120 ПДК.

В грунтах зоны аэрации значение содержания нефтепродуктов превышает фоновое, но органолептические признаки загрязненности начинают проявляться при содержании нефтепродуктов 50 мг/кг.

Нефтепродукты, загрязняющие подземные воды, находятся в трех фазах: в виде чистого нефтепродукта мощностью до 0,2 м на поверхности подземных вод, в виде пленок и эмульсий в верхней части горизонта подземных вод, в виде истинного раствора по всей мощности водоносного комплекса.

Продолжительная эксплуатация нефтебазы привела к нарушению устойчивости геологической среды и появлению экологической проблемы, связанной с накоплением в грунтовой толще и особенно в подземных водах исследуемой территории нефтепродуктов. Данное загрязнение может представлять потенциальную опасность для подземных вод четвертичного комплекса участка собственных водозаборов предприятий, но пока не представляет опасности для вод реки Сейм.

Постоянный мониторинг и проведение инженерных мероприятий по устранению и недопущению загрязнения геологической среды оптимизирует охрану подземных вод и снижает экологический риск, обеспечивает выполнение требования Федерального Закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" и Закона Курской области "Об охране окружающей среды на территории Курской области" от 1 марта 2004 г. № 3-ЗКО.

Список литературы

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2006 году / Департамент экологической безопасности и природопользования Курской области. — Курск, 2007. — 195 с.
2. Гоголь С. Б., Дадькин С. В. Опыт очистки геологической среды от нефтяного загрязнения на территории г. Брянска // Геологический вестник центральных районов России. — 1999. — № 1—2. — С. 74—78.
3. Королев В. А. Очистка грунтов от загрязнений. — М.: МАИК "Наука — Интерпериодика", 2001. — 365 с.
4. Голубев А. А. Гравитационные методы экологической реабилитации геологической среды от углеводородных загрязнений // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — 2007. — № 2. — Вып. № 10. — С. 138—143.

УДК 621.9.079

М. Ю. Худошина, д-р физ.-мат. наук, проф., **О. В. Бутримова**,
МГТУ "СТАНКИН"
E-mail: olga.stankin@mail.ru

Разработка принципов создания информационной системы для минимизации воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств на окружающую среду

В статье показано влияние смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) на окружающую среду и безопасность персонала. Рассмотрены принципы создания информационной системы (ИС) СОТС, предназначенной для принятия решений по экологически обоснованному применению СОТС.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические средства, информационная система, поддержка принятия решений, безопасность.

Hudoshina M. Y., Butrimova O. V. Working out of principles of creation of information system for minimisation of influence of lubricating cooling technological means for environment

In article influence of lubricating cooling technological means on environment and safety of the personnel is shown. Principles of creation of the information system "Lubricating cooling technological means" intended for decision-making on ecologically well-founded application cooling technological means are considered.

Keywords: lubricating cooling technological means, information system, decision-making support, safety.

Как известно, любое производство оказывает воздействие на окружающую среду (ОС). Каждый технологический процесс, производство потребляют различные ресурсы и образуют отходы. К их числу относятся потребляемые и отработанные смазочно-охлаждающие технологические средства.

Используемые СОТС значительно усиливают негативное воздействие производства на ОС, так как в результате потребления нефти образуются отходы — отработанные нефтепродукты, опасные для ОС. Кроме того, негативное воздействие на ОС оказывают производство СОТС и их эксплуатация. Но в настоящее время полный отказ от использования СОТС не возможен, так как необходимо существенное усовершенствование параметров обработки, но даже и в этом случае часто не удастся добиться удовлетворительного качества продукции. Кроме того, из-за возможности взрыва газопылевой смеси возникают трудности обеспечения безопасности при "сухой" обработке.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что одним из важнейших эксплуатационных свойств СОТС является его экологичность. Считается, что экологичность СОТС определяют такие его свойства, как безопасность, влияние на окружающую среду, возможность регенерации и утилизации. Но и другие свойства СОТС, прежде всего определяющие ее сохраняемость и технологичность, также, хотя и косвенно, влияют на экологическую безопасность. Например, термическая и физико-химическая стабильность, биостойкость характеризуют срок годности СОТС, т. е. связаны с ресурсосбережением. Эти же свойства также очень важны с точки зрения воздействия СОТС на рабочий персонал. Смазывающие, охлаждающие, противозадирные, противозадирные свойства в числе прочего, характеризуют экономию инструментальных материалов, а также снижение потребляемой технологическим процессом мощности [1—3].

Выбирая СОТС для того или иного процесса обработки, для начала необходимо определить приоритеты предприятия — какие свойства СОТС оно считает наиболее важными. Ранее главными требованиями, предъявляемыми к СОТС, были их технологические свойства. Но в настоящее время на первое место выдвигают безопасность СОТС и простоту их утилизации. Далее следуют условия совместимости СОТС с инструментальным и обрабатываемым материалами, возможность их регенерации. И только после этого оценивается эффективность СОТС и их окупаемость [4]. И все же, конечно, использование экологически безопасного СОТС не имеет смысла, если они будут значительно уступать по технологическим свойствам более "вредному" аналогу и будут значительно дороже.

Поэтому необходимо решать проблему СОТС комплексно. Следует рассматривать технологию, оборудование и инструмент как единую систему. На протяжении многих лет большинство технологий обработки уже успело "сформироваться". Найдены оптимальные варианты, обеспечивающие наилучшие условия обработки с точки зрения обеспечения качества продукции — оборудование, режущий инструмент, режимы резания, СОТС и т. д. Но в то же время постоянно появляются новые виды оборудования, инструмент, новые СОТС. Чаше



Массивы информации об элементах, учитываемых при принятии решений

Массив информации	Элементы массивов информации
СОТС	Масляные СОТС. Концентраты Масляные СОТС. Растворы Водные СОТС. Концентраты Водные СОТС. Растворы Базовые масла Пластичные СОТС Твердые СОТС
Система применения СОТС	Нагнетающее оборудование Трубопроводы Устройства регенерации СОТС: устройства физической (фильтры, гравитационные, центробежные, магнитные сепараторы) и химической регенерации Устройства активации СОТС Устройства контроля качества СОТС
Система утилизации СОТС	Устройства переработки СОТС
Технологическая система за исключением СОТС и систем их применения и утилизации	Оборудование, группы оборудования, ГАУ, АЛ и др. Инструмент Заготовки, полуфабрикаты

всего, если изменить один из компонентов системы, например, изменить СОТС, то система может утратить свои первоначальные свойства, причем ее характеристики могут как улучшиться, так и ухудшиться. Может усилиться их воздействие на ОС в результате большего потребления ресурсов или образования большего количества отходов.

Поэтому, изменяя какой-либо компонент системы, необходимо оценивать, как изменятся свойства системы в целом и при необходимости изменить и другие ее компоненты, чтобы добиться оптимального состояния. Для поддержки принятия решения по выбору отдельных компонент технологической системы и оптимизации этой системы в целом предлагается использовать информационную систему (ИС). Предметной областью разработанной ИС с рабочим названием ИС "СОТС" является система "СОТС — Система применения СОТС — Система утилизации СОТС — Технологическая система за исключением СОТС и систем их применения и утилизации".

Основной частью информационной базы является база данных (БД) "СОТС". В основе ее создания лежат массивы информации об элементах, учитываемых при принятии решений (см. таблицу). При этом в БД включены как технические, так и экологические, и экономические характеристики элементов.

С точки зрения обеспечения безопасности персонала и окружающей среды, наиболее важными характеристиками СОТС являются токсикологические характеристики, а именно: класс опасности, ПДК аэрозоля в воздухе рабочей зоны, средняя смертельная концентрация CL_{50} и средняя

смертельная доза DL_{50} , зона острого действия, зона хронического действия и др. Такие физико-химические характеристики СОТС, как вязкость, индекс вязкости и плотность, определяют возможность и полноту регенерации СОТС, а значит, влияют на ресурсосбережение. Эксплуатационные характеристики СОТС определяют эффективность реализации процесса резания, а значит, его экономичность, что также влияет на ресурсосбережение [1—3].

При таком количестве параметров и характеристик — технологических, экологических и экономических — существует множество разнообразных вариантов выбора СОТС, систем их применения и утилизации, каждый из которых может быть более предпочтителен в определенных условиях. Принятие решения по выбору из множества вариантов приводит к множеству исходов, которые оцениваются по комплексному критерию. Он должен учитывать экологические параметры и целевые характеристики производственного назначения. Соответствие выбранного решения данному критерию характеризуется детерминированной связью. Ее можно оценить критериальной функцией или целевой функцией. ИС "СОТС" позволяет автоматизировать отдельные этапы принятия решения, сделать обозримым множество альтернатив принимаемого решения, по необходимости менять критерии оценки выбора, т. е. менять набор целевых функций.

Информационная система может выполнять роли информационно-логической (ИЛС) (экспертной) систем, а также может являться элементом информационно-управляющей системы (ИУС) и системы обработки экспериментальных данных (СОЭД) (рис. 1) [5—7]. Предполагается, что информационная система ИС "СОТС" в будущем будет интегрирована в общую систему управления производством [8].

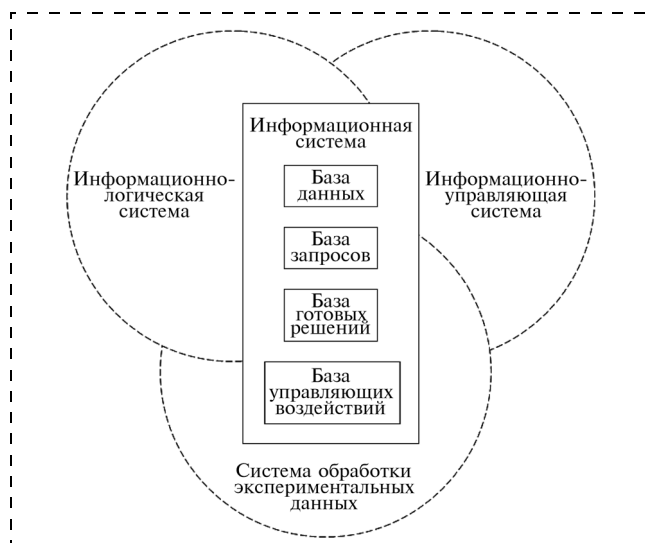


Рис. 1. Структура информационной системы ИС "СОТС"

Ниже перечислены основные этапы проектирования информационной системы "СОТС".

1. Функциональное моделирование предметной области, в результате которого были определены первичные информационные объекты и связи между ними.

2. Концептуальное моделирование — построение модели "сущность—связь". Определение "сущностей" предметной области и типов связей между ними [9].

3. Построение структуры БД "СОТС" на основе модели "сущность—связь" [9].

4. Построение экспертной системы "СОТС" на основе БД "СОТС".

Принятие решений на основе информации базы данных "СОТС" осуществляется с помощью математических методов оптимизации и принятия решений, в частности, с помощью метода построения множества Парето, метода ограничений и метода попарных сравнений критериев и альтернатив выбора (метод Саати). Пользователь информационной системы "СОТС" может применить эти методы с помощью экспертной системы "СОТС", которая является продукционной экспертной системой. Она оперирует знаниями двух видов — декларативными и процедурными. Декларативные знания — факты — данные, содержащиеся в БД "СОТС". Процедурные знания заключаются в правилах манипулирования фактами для получения заключений, приводящих к новым знаниям (как декларативным, так, в некоторых случаях, и процедурным). Процедурные знания получают с помощью экспертов в области СОТС и с помощью применения перечисленных выше методов принятия решений. Форма представления процедурных знаний — продукция ЕСЛИ... ТО... [7].

На рис. 2 представлена схема процесса принятия решений с помощью ИС "СОТС" и показано взаимодействие между отдельными компонентами различных систем, участвующих в процессе принятия решения. Такими системами являются: окружающая среда, технологическая среда, человек, принимающий решение в данной ситуации, и ИС "СОТС". Связи между компонентами систем показаны с помощью стрелок.

Процесс принятия решения по выбору СОТС, систем применения и утилизации СОТС начинается с постановки конкретной задачи инженером, а также задания критериев выбора и ограничений. На основе этой информации, при обращении инженера к ИС, формируется запрос или ряд запросов к БД. Формирование и выполнение запроса является реализацией метода построения множества Парето и метода ограничений. Результатом выполнения запроса является совокупность записей таблиц БД, отвечающих заданным в запросе критериям и ограничениям. Пример запроса: найти СОТС IV класса опасности, не содержащие серу,

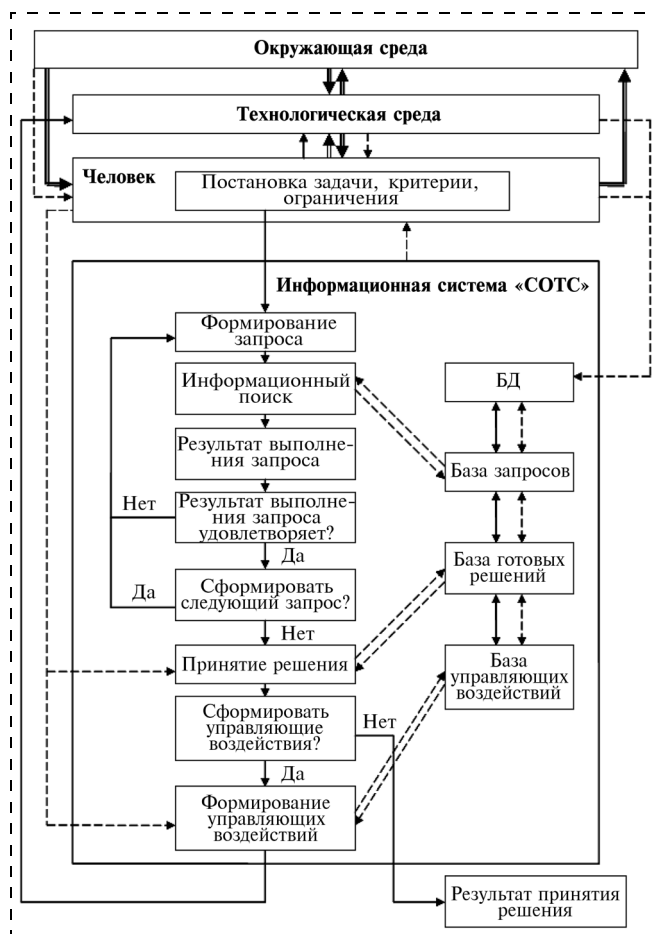


Рис. 2. Схема процесса принятия решений с помощью ИС "СОТС"

Двойная стрелка — материальное физическое воздействие элементов системы друг на друга; одинарная стрелка — целенаправленные действия, производимые элементами системы и подсистем; пунктирная стрелка — информационные связи

с температурой вспышки в открытом тигле не более 180 °С, применяемые для высокоскоростного шлифования, а также предложить варианты систем регенерации для этих СОТС.

По результатам выполненных запросов ИС предлагает пользователю решение, полученное с помощью метода попарных сравнений критериев и альтернатив, которые реализуется в диалоговом режиме на основе информации, предоставляемой пользователем. Здесь учитывается устанавливаемая пользователем степень важности каждого из критериев, по которым осуществляется выбор. Таким образом, например, из найденных по выше описанному запросу СОТС выбирается одно или несколько СОТС в зависимости от того, насколько они отвечают наиболее важным критериям выбора. Например, если стоит задача выбрать, прежде всего, наименее токсичное СОТС, то критерии, определяющие токсичность СОТС, например, CL_{50} и DL_{50} , будут иметь наибольший вес по сравнению с другими критериями. Таким образом, предпочтение



будет отдаваться тем СОТС, которые, подходя по всем параметрам, заданным предварительным запросом, будут обладать минимальной токсичностью по сравнению с остальными СОТС, выбранными по результатам запроса. В реальных условиях при выборе СОТС, систем их подачи, регенерации и утилизации, как правило, используется гораздо больше критериев и ограничений.

ИС "СОТС" с названием ИС "СОТС" ^{общая} будет размещена в сети Internet и станет доступна всем пользователям. Кроме того, ИС "СОТС" может быть включена в локальную корпоративную систему управления предприятия, которая функционирует в сети Intranet (локальная сеть). Эти ИС имеют название ИС "СОТС" ^{частная}. Они будут настраиваться под конкретные задачи предприятия, используя предложенную структуру, базовую информацию и принципы заполнения. ИС "СОТС" ^{частная} могут быть связаны с ИС "СОТС" ^{общая}, которая размещается на Интернет-сайте.

На рис. 3 показаны три способа эксплуатации ИС "СОТС":

1) Использование ИС "СОТС" в качестве информационно-поисковой и информационно-логической системы. При этом ИС "СОТС" предоставляет доступ к информации без возможности редактировать и дополнять ее.

2) Использование ИС "СОТС" в качестве информационно-поисковой и информационно-логической системы с возможностью редактирования и добавления информации. Пользователи, которые смогут использовать эту возможность, являются специалистами в данной области (инженеры, научные работники) и будут зарегистрированы на сайте ИС "СОТС". Кроме того, дополнение информации в ИС "СОТС" может происходить также с помощью ИС "СОТС" ^{частные} — программ, функционирующих в локальных сетях отдельных предприятий, фирм, научных центров и связанных

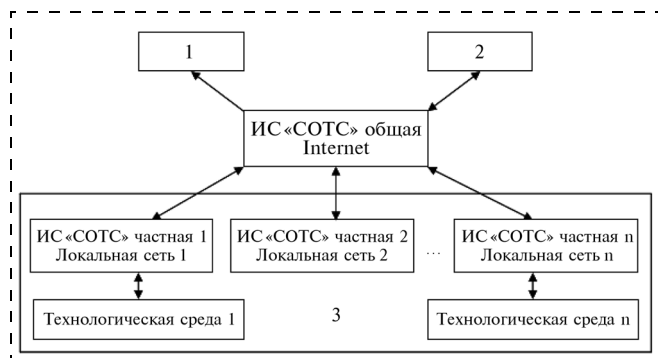


Рис. 3. Размещение ИС "СОТС" в едином информационном поле: использование ИС "СОТС":

1 — в качестве ИПС и ИЛС; 2 — в качестве ИПС и ИЛС с возможностью редактирования и дополнения информации; 3 — в качестве ИПС, ИЛС и как элемент ИУС (стрелками показаны информационные связи)

с ИС "СОТС" ^{общая}. Таким образом, с помощью ИС "СОТС" создается единое информационное поле. Дополнение информации в ИС "СОТС" происходит путем добавления в таблицы БД СОТС новых записей. Для контроля происхождения информации в каждой строке указывается источник данной записи. Информация об источниках записей выносится в отдельную таблицу и включает в себя сведения об источнике (авторы, название, дата публикации, получения данной информации), тип источника (литературный источник, экспериментальные данные, полученные автором записи и т. д.), сведения об авторе записи, дату появления записи. Это помогает в дальнейшем сортировать информацию по ее источникам, а также по степени достоверности, надежности, новизне.

3) Использование ИС "СОТС" в составе информационно-управляющей системы. В этом случае ИС "СОТС" связана с технологической средой. Эта связь представляет собой потоки информации, поступающей как от технологической среды в ИС, так и в обратном направлении — в виде управляющих воздействий (см. рис. 2). Создается система управления с обратной связью. Использование ИС "СОТС" как элемента информационно-управляющей системы возможно также в режиме обработки экспериментальных данных при проведении научного эксперимента в данной технологической среде.

ИС "СОТС" разработана как информационная основа для принятия решений по экологически обоснованному применению СОТС на предприятиях на этапе подготовки производства.

Список литературы

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: Справочник / Л. В. Худобин, А. П. Бабичев, Е. М. Булыжев и др. / Под общ. ред. Л. В. Худобина. — М.: Машиностроение, 2006. — 544 с.
2. Бердичевский Е. Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов: Справочник. — М.: Машиностроение, 1984. — 224 с.
3. Малиновский Г. Т. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. — М.: Химия, 1988.
4. Техника минимальной смазки перспективное направление применения СОТС. Руднев А. В., Узунян М. Д. Сборник научных трудов НТУ "ХПИ". — Харьков, 2001. — Вып. 1 (4).
5. Энциклопедия кибернетики / Академия наук УССР. — Киев, 1975.
6. Моделирование системы город — окружающая среда (лого-информационный подход) / В. И. Беляев, М. Ю. Художина; НАН Украины, Морской гидрофизический институт. — Севастополь, 1994. — 336 с.
7. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 416 с.
8. Автоматизированные технологии и производства в машиностроении / Самохвалов Е. И., Соломенцев Ю. М., Гречишников В. А. / Под редакцией члена-корреспондента РАН Соломенцева Ю. М. Учебник для студентов вузов, Издание 2-е, исп. и доп. — М.: ИЦ ГОУ МГТУ "Станкин", ЯНУС-К, 2006. — 800 с.
9. Зеленков Ю. А. Введение в базы данных. — Цент, Интернет ЯрГУ, 1997.

УДК 628.517

Д. С. Алешков, канд. техн. наук, доц., **Е. А. Бедрина**, канд. техн. наук, доц.,
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск
E-mail: BEDRIN-EA@yandex.ru

Оценка шумового загрязнения окружающей среды на примере города Омска

Дано описание аналитического определения распределения уровней звукового давления в соответствии с требованиями ГОСТ 31295.2—2005 с использованием понятия дозы шума как показателя, характеризующего биологическое воздействие шума на организм человека во времени. Полученное распределение позволяет определять возможные альтернативы регулирования динамики групп населения с целью минимизации шумовых доз, источником которых являются транспортные потоки.

Ключевые слова: шумовое картографирование, доза шума, величина риска, транспортные потоки.

Aleshkov D. S., Bedrina E. A. The valuation noise abuse of environment by example of city Omsk

There was analytical research of sound levels' division produced according to demands of GOST 31295.2—2005, the term of "noise dose" was used as a measure which characterize biological influence of noise for a human's organism in time. Resulted division affords finding possible alternatives of regulation of population groups' dynamics to minimize noise doses which come from transports flows.

Keywords: noise mapping, noise dose, value of risk, transports flows.

Все возрастающее беспокойство вызывает динамика роста антропогенного воздействия человека на окружающую среду во всех его сферах деятельности.

Экологическая ниша современного человека в гораздо большей степени определяется социальными условиями, нежели собственными биологическими критериями и факторами окружающей природной среды [3]. В этих условиях возрастает роль массовых коммуникаций, определяющих поведение человека по отношению к окружающей среде.

Шумовое загрязнение окружающей среды жилых районов особенно интенсивно воздействует на районы с высокой плотностью населения, влияя на жителей и их повседневную жизнь. В сравнении с другими методами оценки влияния окружающей

среды, шумовое картографирование как один из лучших путей понимания шума окружающей среды выявляет новые источники, которые оказывают существенное влияние на формирование общественного мнения.

Карта шума преследует следующие цели:

- классификация основных источников шума;
- доступная иллюстрация шума окружающей среды для сбора общественной оценки;
- облегчение контроля шума окружающей среды и практическая организация эффективного контроля шума;
- экономическое обоснование мероприятий по оказанию помощи районам, желающим понизить шум;
- проверка теорий шумовых эффектов в окружающей среде и составление планов улучшения;
- защита новых, чувствительных к шуму городских застроек;
- контроль схем снижения шума и их эффективности;
- обеспечение научно-статистической базой изучения воздействия шума на человеческий организм в условиях города.

Город Омск с общей численностью населения 1 131 100 человек разделен на семь административных округов. Центральный административный округ (ЦАО) по численности населения, проживающего на территории округа, которая составляет 268 212 человек, занимает первое место.

При этом жилая застройка находится в непосредственной близости от загруженных дорожных систем города, которая обычно и выбирается для исходных инструментов картографирования систем, нуждающихся в проектировании схем контроля шума (рис. 1).

На территории ЦАО по функциональному назначению можно выделить следующие участки — застройки: жилая, культурная и образовательная, которая включает в себя университеты и колледжи, школы и детские сады; офисы и производственные территории; "голубые ремни" — реки Иртыш и Омь; "зеленые ремни" — парки и участки озеле-



нения. На рис. 2 представлено пространственное распределение зонирования участка ЦАО.

Методика измерения уровней звукового давления осуществлялась в соответствии с методиками, регламентируемыми ГОСТ 23337—78* "Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий" и ГОСТ 20444—85 "Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики". Для измерения уровней звукового давления использовался шумомер интегрирующий ШИ-01, микрофон устанавливался на высоте 1,5 м.

Эти исследования базируются на более чем 30 точках измерений уровней шума в теплый период года. Инструментальные измерения шумов,



Рис. 1. Распределение численности населения на исследуемой территории:

● — численность популяции 200 чел.

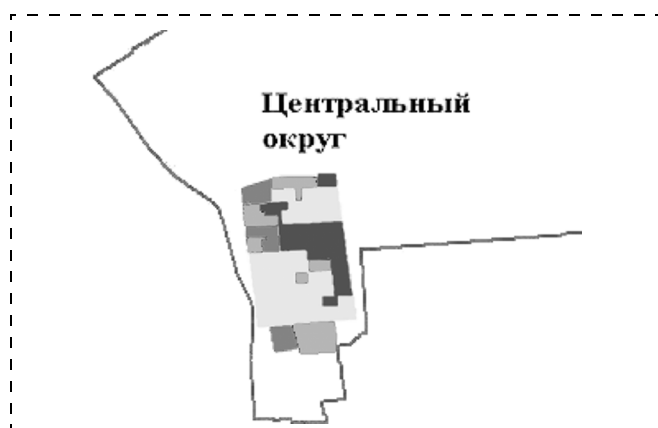


Рис. 2. Пространственное зонирование по назначению исследуемой территории:

□ — жилая застройка; ■ — территория на которой расположены учреждения культуры и образования; ▒ — парки и участки озеленения; ▒ — офисы и производственные территории

генерируемых в городской среде, проводились во временном интервале с 16⁰⁰ до 18⁰⁰ как одним из актуальных периодов с точки зрения максимальной активности населения.

По результатам измерений производилось аналитическое определение распределения уровней звукового давления на исследуемой территории в соответствии с ГОСТ 31295.2—2005 "Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета". При этом рассматриваемая территория покрывалась равномерной сеткой, длина ячейки которой равнялась 6 м. В каждой ячейке были определены значения уровней звукового давления. Результаты обработки полученных результатов измерений и аналитических расчетов представлены на рис. 3 (см. 2-ю стр. обложки).

Учитывая неоднозначность воздействия шумового фактора среды на человека, используемые методики должны охватывать экономико-статистические и социальные аспекты, т. е. носить широкий и многоплановый характер. Возникает необходимость в использовании более сложных критериев, позволяющих учитывать особенности организации жизнедеятельности населения в рассматриваемый период времени.

Одним из важнейших факторов воздействия шума на человека является время, в течение которого человек подвергается его воздействию. Наибольшее распространение в настоящее время получило понятие дозы шума как показателя, характеризующего биологическое воздействие шума на организм человека во времени. Согласно ГОСТ 31296.1—2005 "Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки" и ГОСТ 12.1.050—86 дозу шума E_{A, T_e} ($\text{Па}^2 \cdot \text{с}$) во временном интервале T_e , с, можно рассчитать по формуле:

$$E_{A, T_e} = p_0^2 T_e 10^{L_{A_{eq}, T_e}/10},$$

где $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ — опорное давление, Па; L_{A_{eq}, T_e} — уровень звукового давления в интервале T_e .

Таким образом, распространяя указанную выше зависимость на уровни звукового давления в соответствующих октавных полосах, представляется возможным определить значения доз шума на каждой среднегеометрической частоте для каждой ячейки сетки рассматриваемой территории.

При этом были приняты следующие допущения: — не учитывается время стояния на остановочном пункте общественного транспорта;

— скорость движения человека v постоянна и составляет 5 км/ч;

— в одной ячейке может находиться одновременно не более 6 человек.

Исходя из принятых допущений время воздействия шума при прохождении пути, равного длине ячейки сетки (м), составит 4,3 с.

Для того чтобы учесть численность населения, подвергающегося воздействию интенсивного шума транспортных потоков, которая обусловлена организацией миграции населения и структурным составом среды обитания, был введен критерий риска получения населением дозы шума, обусловленной существующим распределением уровней звукового давления на рассматриваемой территории:

$$R = E_{A, T_e} P,$$

где P — вероятность попадания человека в одну из ячеек рассматриваемой территории, которая определяется для каждой ячейки сетки, наложенной на рассматриваемую территорию, по формуле [1]:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k (-1)^j \binom{k}{j} \binom{n-6j-1}{n-6j-k}}{\sum_{j=1}^k (-1)^j \binom{k}{j} \binom{n-6j-1}{n-6j-k}} \right),$$

где k — количество ячеек, выделенных на рассматриваемом участке; n — общее количество населения, находящегося на рассматриваемом участке; i, j — текущие номера рассматриваемой ячейки по

длине и ширине выделенного участка, соответственно.

В результате проведенных расчетов было получено распределение значений риска получения населением доз шума (рис. 4, см. 2-ю стр. обложки), обусловленных распределением уровней звукового давления, представленных на рис. 3.

Полученное распределение учитывает количество населения, площадь распределения населения, особенности его динамики (на примере простого перемещения), время воздействия соответствующих уровней шума. Это позволяет выделять и наглядно представлять конкретные области, требующие профилактики источников шума и регулирования распределения численности групп населения на отдельных участках рассматриваемой территории, определять возможные альтернативы регулирования динамики групп населения с целью минимизации доз шума, источником которого являются транспортные потоки.

Список литературы

1. Гульден Я. П. Перечислительная комбинаторика: пер. с англ. / Я. П. Гульден, I. P. Goulden, D. M. Jacson; Ред. В. Е. Тараканова, пер. Ю. В. Болотникова, пер. А. Е. Жукова. — М.: Наука, 1990. — 503 с.
2. Население численности г. Омска (Город Омск: демографическое прошлое и настоящее // Стат. сборник (на 1 января 2008 г.). Омскстат. — Омск, 2008. — 70 с.
3. Экология. Военная экология: Учебник для высших учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации / Под общ. Ред. В. И. Исакова. — Изд. 2, перераб. и доп. — М. — Смоленск: ИД Камертон — Маджента, 2006. — 724 с.

Новые книги

Белов, С. В.

Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. — М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2010. — 671 с. — (Основы наук).

Изложены вопросы возникновения учений о безопасности жизнедеятельности человека и защите окружающей его среды. Рассмотрены теоретические основы учения о человеко- и природозащитной деятельности, описаны современный мир опасностей (естественных, антропогенных, техногенных и др.) и проблемы техносферной безопасности. Подробно раскрыты вопросы защиты человека и природы от различных видов опасностей.

Рассмотрены мониторинг и контроль опасностей в глобальном масштабе и более подробно в пределах Российской Федерации и отдельных ее территорий, а также государственное управление БЖД и ЗОС.

Для бакалавров всех направлений подготовки в высших учебных заведениях России.



УДК 574.4/.5.008.6:658.544

А. Л. Каплан, заслуж. деят. науки, канд. техн. наук, проф.,
Тольяттинский военный технический институт,

Ю. Н. Секачев, канд. хим. наук,
Поволжский государственный университет сервиса
E-mail: kaf_otid@tolgas.ru

Некоторые проблемы государственного и общественного экологического контроля за отходами производства и потребления на территории Самарской области

Рассмотрено состояние правовой базы экологического контроля за образованием и размещением отходов производства и потребления на территории Самарской области. Предложено, учитывая современные экономические условия, развивать общественный и производственный экологический контроль.

Ключевые слова: образование отходов, охрана окружающей среды, государственный экологический контроль, производственный и общественный экологический контроль.

Kaplan A. L., Sekachev Yu. N. Problems of state and social ecological control of production and consumption wastes in Samara region

The article deals with legislative basis of ecological control over emergence and placement of production and consumption wastes in Samara region. Taking into consideration present economic conditions, we suggest to develop social and productive ecological control.

Keywords: emergence of production wastes, environment protection, state ecological control, social and productive ecological control.

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья ее населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды.

Образование отходов — это неустраняемый процесс, который неизбежно сопутствует человеческой жизнедеятельности. Отходы образуются на всех стадиях жизненного цикла продукции — от добычи природного сырья для ее производства до утилизации продукции. При этом вся произведенная человеком продукция практически полностью переходит в категорию отходов после ее использования потребителями как в сфере производства и услуг, так и в процессе конечного потребления.

Самарская область является наиболее промышленно развитым регионом Средней и Нижней

Волги с соответствующим "вкладом" в загрязнение окружающей среды. По некоторым оценкам [1] антропогенная и техногенная нагрузка на экосистему Самарской области выше соседних регионов (Ульяновской, Саратовской областей) в 2,5—3 раза.

На сегодняшний день на территории Самарской области ежегодно образуется более 4 млн т отходов. При этом, несмотря на то, что за последние 10 лет объемы образования отходов увеличились в 2 раза и рост по экспертным оценкам в среднем составляет 7...10 % ежегодно, основным методом избавления от отходов является их захоронение. Примерно 90 % муниципальных отходов вывозятся как на санкционированные, так и на несанкционированные площадки, и только около 10 % перерабатывается.

Согласно информации, приведенной в ежегодном докладе Уполномоченного по правам человека в Самарской области, в 2007 г. органами государственного экологического контроля выявлено 84 нарушения закона "Об охране окружающей среды", внесено 29 представлений руководителям предприятий и организаций, опротестовано 8 незаконных правовых актов. Одной из причин такого положения является недостаточно эффективная правовая база и организация государственного и общественного экологического контроля в сфере обращения с отходами.

Происходящие в последние 15 лет перемены в политической, социальной и экономической жизни России усилили необходимость выполнения задач экологического контроля на разных уровнях управления. Более того, решение этих задач становится все более актуальным в связи с проводимыми реформами управления на федеральном и муниципальном уровнях, а также ответственностью и международными обязательствами России в области охраны окружающей среды.

В 2002 г. был принят Федеральный закон "Об охране окружающей среды", нововведением которого в области экологического контроля явилось выделение в качестве самостоятельного вида контроля муниципального экологического контроля.

Кроме того, было определено, что государственный контроль в области охраны окружающей среды (государственный экологический контроль) должен осуществляться органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

В развитие данного закона Правительством Российской Федерации был принят ряд подзаконных актов, в частности, постановление от 29 октября 2002 г. № 777 "О перечне объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю".

Практическая реализация указанного постановления выявила ряд недостатков предложенной в нем системы разграничения объектов экологического контроля. В частности, критерии, указанные в нем, не конкретны и не учитывают состояния окружающей среды в местах размещения объектов хозяйственной и иной деятельности. Это привело к разночтению и возникновению споров между органами исполнительной власти разных уровней при определении подконтрольных объектов, что также привело к дублированию полномочий при проведении государственного экологического контроля на одних объектах и полное отсутствие его на других.

Наряду с этим, финансирование органов исполнительной власти, уполномоченных организовывать и проводить государственный экологический контроль, а также органов, осуществляющих муниципальный экологический контроль, было недостаточным, что привело к кадровому дефициту, нехватке технического оснащения, появлению коммерческих структур, оказывающих "добровольно-обязательные" услуги по разработке и экспертизе различных документов: проектов нормативов образования отходов, проектов лимитов на размещение отходов, экологических обоснований при лицензировании деятельности по обращению с отходами и т. п.

Нечеткость в разграничении полномочий по экологическому контролю между федеральными органами исполнительной власти — Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) — вызвала обоснованные претензии как со стороны субъектов хозяйственной деятельности, так и со стороны экологической общественности.

Федеральным законом "Об охране окружающей среды" установлено, что к полномочиям органов государственной власти Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, относится установление порядка осуществления государственного контроля в области

охраны окружающей среды, в том числе на объектах хозяйственной и иной деятельности, независимо от форм собственности находящихся в ведении Российской Федерации объектах, способствующих трансграничному загрязнению окружающей среды и оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (федеральный государственный экологический контроль). Однако до настоящего времени такой порядок не установлен (за исключением Положения о государственном контроле за охраной атмосферного воздуха).

Кроме того, в соответствии с новой редакцией закона "Об охране окружающей среды" (в редакции от 18 декабря 2006 г. № 232-ФЗ) в случае, если при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства предусмотрено осуществление государственного строительного надзора; государственный экологический надзор осуществляется в рамках строительного надзора в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности. При этом порядок проведения государственного экологического контроля за строящимися объектами в системе строительного надзора также не установлен. Фактически строительство, реконструкция и капитальный ремонт объектов капитального строительства остались без государственного экологического контроля.

Президент Российской Федерации Д. А. Медведев на заседании Совета Безопасности РФ 30 января 2008 г. отметил, что необходимо "...четко разграничить полномочия экологической экспертизы и экологического контроля, а также завершить процесс разграничения полномочий между федеральными и региональными органами в сфере экологии — тот процесс, который уже начался".

Совершенствование системы государственного экологического контроля в рыночных условиях хозяйствования должно сопровождаться развитием таких форм контроля, как производственный и общественный экологический контроль.

Теоретической проблемой здесь становится степень возможного правового регулирования производственного контроля, масштаб вмешательства государственных и муниципальных органов в его создание и его осуществление в обстановке добросовестной конкуренции и свободы договора. Одним из вариантов решения данной проблемы является конкретизация обязанностей государственных и муниципальных органов, субъектов хозяйственной деятельности в области производственного экологического контроля, сроков подачи, результатов рассмотрения и характера содержания соответствующих сведений о нем. Надо сделать производственный экологический контроль выборочным, обусловленным ухудшающимся состоянием окружающей среды.



Учитывая то, что Федеральным законом "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)" от 08.08. 2001 г. № 134-ФЗ сокращены сроки и периодичность проверок, проводимых органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды, значение производственного и общественного экологического контроля резко возрастает.

В отношении проблем, связанных с осуществлением экологического контроля, следует отметить также и то, что количество объектов хозяйственной и иной деятельности местного значения, например, таких как полигоны бытовых и промышленных отходов 3-го и 4-го классов, свалки и места временного складирования бытовых отходов, очень велико. И, следовательно, возможность проведения на этих объектах государственного экологического контроля органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации представляется маловероятным.

Кроме того, проведение экологического контроля всех видов крайне затруднено ввиду отсутствия нормативной базы, основанной на использовании системы "экологического нормирования", предусмотренной Федеральным законом "Об охране окружающей среды".

Не способствует обеспечению требований законодательства в области охраны окружающей среды и отсутствие закона о плате за негативное воздействие на окружающую среду, а также нормативных правовых актов расчета ущерба, наносимого окружающей среде, и явная несоразмерность существующих штрафных санкций, когда действующие на территории Самарской области тарифы за размещение опасных отходов вынуждают предприятия не декларировать свои отходы, а искать иные способы и объекты их размещения.

Назрела также необходимость определить список предприятий и организаций, обязанных иметь лицензию на право обращения с опасными отходами, оставив в нем только предприятия, основной деятельностью которых является захоронение и переработка отходов, а также предприятия, занятые перевозкой отходов 1-го класса опасности. В настоящее время, согласно действующему законодательству, можно предъявить требование о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами практически любому субъекту хозяйственной деятельности — от мэрии до парикмахерской. Так, в Самарской области в последнее время дело дошло до судебных слушаний между отделением Ростехнадзора и медицинскими учреждениями по поводу необходимости иметь лицензию на обращение с опасными отходами и штрафных санкций за их отсутствие.

Таким образом, действующая система экологического контроля в целом, а также ее законодательное обеспечение нуждаются в развитии и дальнейшем совершенствовании.

Что касается состояния экологического контроля на территории Самарской области и городского округа Тольятти, то одной из важнейших проблем является санитарная очистка территории населенных мест. Основными нарушениями санитарного законодательства по вопросам охраны почвы от загрязнения отходами производства и потребления являются:

- возникновение стихийных свалок на территориях жилых поселений и прилегающих к ним территориях;
- неудовлетворительное санитарное состояние мест сбора и временного хранения отходов;
- отсутствие договоров на вывоз отходов на некоторых предприятиях;
- отсутствие классификации твердых бытовых отходов при их накоплении и др.

В городском округе Самара и окрестностях проводимыми проверками выявлено более 300 несанкционированных свалок, в Тольятти и окрестностях — более 90, вплоть до наличия угрозы попадания в водоносные горизонты ртути. В 2007 г. на территории Самарской области выявлено 346 случаев несоблюдения экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами, наложено 479 штрафов на сумму 977 тыс. руб.

В октябре 2008 г. по инициативе Самарской Губернской думы проведено заседание "круглого стола" на тему "О законодательном обеспечении экологического контроля в Самарской области в сфере обращения с отходами производства и потребления" [2], на котором рассматривались указанные проблемы. В целях совершенствования регионального законодательства по осуществлению экологического контроля рекомендовано рассмотреть возможность разработки закона Самарской области о передаче части государственных полномочий по осуществлению государственного экологического контроля органам местного самоуправления с указанием ответственных исполнителей данного процесса.

Список литературы

1. **Государственный доклад** о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2007 г. / Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. — Вып. 20, Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Самарской области. — Самара. — 2008, 216 с.
2. <http://www.ccitogliatti.ru> — сайт Торгово-промышленной палаты г. Тольятти.

Г. П. Павлихин, д-р техн. наук, проф., В. С. Ванаев, канд. техн. наук, доц.,
А. Ф. Козьяков, канд. техн. наук, проф.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: E9@mx.bmstu.ru

История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 2007—2008 годы. Смирнов Сергей Георгиевич

Продолжение публикаций "Безопасность жизнедеятельности", № 10, 2008, № 3, 5, 9, 10, 2009 и № 2, 2010 по истории кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приведены сведения о Смирнове С. Г., который стал заведующим кафедрой после Белова С. В.

Ключевые слова: техника безопасности, кафедра, жизнедеятельность, экология, промышленная безопасность, охрана труда.

Pavlihin G. P., Vanaev V. S., Kozjakov A. F.
The history of chair "Ecology and Industrial safety" MSTU of name N. E. Bauman (2007—2008). Smirnov Sergey Georgievich

There are the continuations of the articles from "Safety of activity", № 10, 2008, № 3, 5, 7, 9, 10, 2009 and № 2, 2010 about the chair's history "Ecology and Industrial safety" MSTU of name N. E. Bauman. Information about Smirnov S. G. as chair's manager after Belov S. V. is given.

Keywords: safety (laws), chair, activity, ecology, industrial safety, protection of labour.

Сергей Георгиевич Смирнов дважды держал в руках бразды правления кафедрой. Первый раз в качестве исполняющего обязанности с 1999 года в течение полутора лет (до 2000 года), во время болезни С. В. Белова. Второй раз в качестве заведующего кафедрой с 1 декабря 2007 года по декабрь 2008 года, когда Сергей Викторович ушел на пенсию. Надо заметить, что на протяжении многих лет С. Г. Смирнов очень успешно справлялся с неофициальными и официальными обязанностями заместителя заведующего кафедрой по всем вопросам. Именно этот успешный опыт дал ему возможность, в сочетании с замечательным холерико-сангвинистическим темпераментом, блестяще справиться со свалившейся на его плечи проблемой. Он весьма достойно проявил себя на этом непростом поприще, закрепив и без того высокий свой авторитет среди сотрудников и коллег по кафедре.



СМИРНОВ Сергей Георгиевич

Немного биографии

Сергей Георгиевич Смирнов родился сразу после окончания войны, 24 июля 1945 года в городе Щелково Московской области. Родители его работали на Щелковской шелкоткацкой фабрике, и судьба военных эвакуантов их обошла.

В 1952 году там же, в Щелкове, он пошел в школу. После восьмого класса Сергей Георгиевич решил поступить в "Электровакуумный" техникум во Фрязино, который располагался в живописнейшей усадьбе князей Голицыных. Но в техникуме он проучился только два года. После чего экстерном сдал все экзамены за десятилетку и поступил в МИСИ на факультет "Гидротехнические сооружения". После окончания первого курса он перевелся на кафедру "Компрессорные и вакуумные машины" МВТУ им. Н. Э. Баумана. Это было в 1965 году.



Учась на пятом курсе, в рамках СНТО им. Н. Е. Жуковского стал сотрудничать с кафедрой АМ-12 "Охрана труда". Под руководством преподавателей этой кафедры Евсеева В. С. и Пышкиной Э. П. на заводе "Борец" он принял участие в исследовании акустических и вибрационных характеристик поршневых компрессоров. По результатам этой работы был выполнен и защищен дипломный проект на тему "Компрессор с пониженным уровнем шума". В 1969 году он окончил училище. В школе, в техникуме и в институте С. Г. Смирнов отличался компанейским характером и общественной активностью, поэтому всегда назначался старостой. Он постоянно участвовал в самодеятельности, пел в хоре, играл на тромбоне в группе "Диксиленд", серьезно занимался спортом, входил в сборную МВТУ по легкой атлетике. И все это, разумеется, помогало ему в учебе.

После окончания МВТУ он был распределен на кафедру "Охрана труда", где заведующий Е. Я. Юдин подбирал способную молодежь с намерением обучения ее в аспирантуре при кафедре. В число таких кандидатов попал и С. Г. Смирнов, который вначале работал инженером, а с конца 1969 года стал работать преподавателем-ассистентом. В первой половине семидесятых годов поступил в аспирантуру по акустической тематике.

В самом начале пребывания на кафедре "Охрана труда" С. Г. Смирнов сразу был подхвачен вихрем бурлящей жизни, инициируемой заведующим кафедрой Е. Я. Юдиным. С первого дня своей педагогической работы в качестве ассистента он подключился к разработке методических указаний по проведению лабораторных работ. Уже в 1970 году вышло две методички по освещению (совместно с Барбиновым Ф. А.) к лабораторным работам № 3 и 4 (редакция была обновлена в 1976, 1989). Опыт этой практики позволил Смирнову С. Г. принять участие в ряде крупных коллективных изданий, таких как учебное пособие "Охрана труда" (под ред. Е. Я. Юдина 1974 год), учебник "Охрана труда в машиностроении" (1976 год под ред. Е. Я. Юдина и 1983 год под ред. Е. Я. Юдина и С. В. Белова), "Лабораторный практикум" (под ред. Н. Д. Золотницкого). После этого Сергей Георгиевич почувствовал особую тягу к разработке материалов, формирующих практический навык у студентов в области охраны труда. В 1983 году совместно с Терехиным А. С. на ротапринте МВТУ была издана методичка "Определение эффективности глушителей аэродинамического шума" (лаб. работа № 17). В 1986 году совместно с С. А. Казарян издана работа "Исследование влияния условий производственного освещения на зрительную работо-

способность". К 2000 году тяга переросла в откровенную увлеченность этим направлением раздела педагогики в высшей школе. В течение более восьми лет он был руководителем научно-методической темы "Типовой комплект лабораторного оборудования по БЖД". Эта работа проводилась совместно с организацией Росучприбор. Результатом совместной работы явился комплект лабораторного оборудования, которым в настоящее время с успехом пользуются все вузы страны. На Международной выставке "Учебная техника", проходившей в Нижнем Новгороде, результаты этой работы имели широкий резонанс. Лично С. Г. Смирнов в рамках данной работы является автором концепции лабораторного практикума как блоковой системы, включающей в себя три этапа практического освоения: I — анализ, II — нормирование, III — защита. Эта концепция легла в основу проведения лабораторных занятий на кафедре после переезда в 2004 году из главного корпуса в корпус "Энергомашиностроение". Становление новой лабораторной базы началось с выделения Росучприбором двух комплектов стендов (к 175-летию МГТУ), которые были освоены в учебной практике кафедры. В настоящее время С. Г. Смирнов с успехом продолжает работать, как говорится, в этом жанре. В 2000 году совместно с А. И. Комкиным он разрабатывает методичку "Исследование глушителей шума". В 2002 году совместно с Ю. Л. Ткаченко — Методические указания к лабораторной работе "Определение класса условий труда на рабочем месте пользователя персонального компьютера (по показателям тяжести и напряженности трудового процесса)". В 2008 году он один из ведущих соавторов Методических указаний "Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности".

Если вернуться к семидесятым годам прошлого столетия, то можно проследить еще одно направление, неизменным участником которого является С. Г. Смирнов. Это разработка методических материалов к дипломному проектированию. Первый такой документ "Методические указания по выполнению дипломного проектирования", разработанный им совместно с Е. Я. Юдиным, вышел в 1972 году. В 1976 году совместно с С. К. Баланцевым было разработано методическое пособие по разделу "Охрана труда" в дипломных проектах "Расчет искусственного освещения". Надо заметить, что спустя 30 лет это издание продолжает пользоваться вниманием студентов и, по большому счету, не утратило интереса со стороны дипломников. С. Г. Смирнов является неизменным участником сборников типовых расчетов в дипломных проектах

по курсу "Охрана труда" для факультетов АМ (1979), Э (1980), М (1989), К (1984) и П (1986). Совместно с коллегами он принимает участие в создании справочника "Безопасность производственных процессов" ("Машиностроение", 1985 год), а также в разработках методических указаний к дипломному проектированию по самым различным вопросам:

- Использование основной нормативно-технической документации по охране труда в дипломном проектировании (совместно с А. Ф. Козьяковым, 1987);

- Сбор и утилизация отходов механосборочных цехов (совместно с Г. П. Павлихиным и Л. Ф. Яковлевой, 1987);

- Снижение шума энергетических установок (совместно с составителями А. С. Терехиным, В. В. Туповым, А. А. Строкиным и Н. А. Никифоровым, 1987).

В начале 1970-х годов Е. Я. Юдиным был организован факультет повышения квалификации преподавателей вузов по охране труда при МВТУ имени Н. Э. Баумана. С первого года функционирования факультета С. Г. Смирнов принимал участие в его работе вместе с коллегами по кафедре А. Ф. Козьяковым, Ф. А. Барбиновым, С. А. Терехиным, А. В. Петровым.

Но С. Г. Смирнов пришел на кафедру как акустик. И все это время занимался научно-исследовательской работой именно в этом направлении. План кафедры по написанию диссертаций на 1975 год включал в себя, помимо прочих и такой пункт: ассистент Смирнов Сергей Георгиевич 20 % кандидатской диссертации "Борьба с шумом ротационных газодувок "Рутс"" начало 1/1-74, окончание 1978 год. Диссертация делалась на базе Мелитопольского компрессорного завода, с которым С. Г. Смирнов сотрудничал долгие годы. В результате этой работы были спроектированы высокоэффективные глушители шума на стороне всасывания и нагнетания компрессоров. Евгений Яковлевич Юдин ушел из МВТУ в 1975 году, и аспирант С. Г. Смирнов остался без руководителя. Здесь надо отдать должное его молодому, но уже оспененному к тому времени коллеге А. С. Терехину, который взял под свое крыло аспиранта. Но и сам С. Г. Смирнов проявил должное упорство и практически к плановому сроку закончил диссертационную работу.

Решением Совета в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана от 25 июня 1979 г. (протокол № 15) Смирнову Сергею Георгиевичу была присуждена ученая степень кандидата технических наук. А спустя шесть лет решением Высшей аттестационной комиссии при Совете Министров СССР от 13 марта 1985 г. (протокол

№ 11ц/28) ему присвоено ученое звание доцента по кафедре охраны труда и охраны окружающей среды. Работа над диссертацией, как и свойственно научно-исследовательской практике, сопровождается активной изобретательской деятельностью. За время написания диссертации С. Г. Смирновым было получено семь авторских свидетельств на изобретения по шумовой тематике.

События уже наших дней позволили их автору проникнуться гордостью за свое изобретение за № 968490 "Резонансный глушитель шума". Оказывается, ОАО "Мелитопольский компрессор", ведущее предприятие СНГ в области компрессоростроения, основанное в 1930 году, выпускает и по сей день изделия, оснащенные глушителями (шумоподавляющими устройствами), конструкция которых защищена вышеназванным авторским свидетельством.

Шумоподавляющие устройства (элементы черного цвета) — это глушители конструкции С. Г. Смирнова. Информация приятная вдвойне, поскольку данное оборудование поставляется во все государства СНГ и в более чем 40 стран дальнего зарубежья, среди которых Германия, Великобритания, Италия, Голландия, Португалия, Греция, Финляндия, Чехия, Венгрия, Китай, Индия, Индонезия, Куба.

С. Г. Смирнов более 30 лет активно работает в профсоюзной организации МГТУ в качестве ответственного за наглядную агитацию по факультету и председателя профгруппы кафедры, за что в 2005 году был награжден почетной грамотой профкома МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Кафедра в 1999—2000 гг.

Богатейший опыт работы на кафедре, а также личные качества Сергея Георгиевича позволили ему справиться с функцией исполняющего обязанности заведующего кафедрой Э-9 с 1999 по январь 2001 года, в течение полутора лет. Умение со всеми ладить, со всеми находить общий язык, что особенно сложно в педагогическом коллективе, исключительная коммуникабельность — очень важные качества для руководителя. Трудно представить себе кафедральное мероприятие, в котором С. Г. Смирнов не принял бы самое активное участие. От коллегиальных чаепитий по случаю какого-либо юбилея до мероприятий факультетского, университетского и всероссийского масштаба. Помимо обычной рутинной ежедневной работы в период двухтысячного года С. Г. Смирнову как и. о. зав. кафедрой пришлось заниматься очень ответственным и специфическим делом.



С 2000 года, начала миллениума, в учебные планы всех кафедр было введено чтение нового курса "Экология". Это был логический итог реализации одной из идей С. В. Белова. Необходимо было укомплектовать преподавательский состав по этой дисциплине. Организационная компания полностью легла на плечи Сергея Георгиевича. В силу специфики новой дисциплины основной педагогический контингент представлял собой выпускников МГУ им. М. В. Ломоносова. Трудность заключалась в быстром нахождении профессиональных кадров. Задача не из легких. Именно ее и пришлось решать С. Г. Смирнову. Как показали последующие события, контингент педагогов оказался высокой квалификации, что позволило в достаточно короткий срок разработать в стенах МГТУ "Курс лекций по экологии", который был допущен Учебно-методическим объединением по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 113500 "Биоэкология", техническим и другим специальностям. В состав авторского коллектива учебного пособия "Экология", вышедшего в 2005 году под редакцией д-ра техн. наук, проф. Белова Сергея Викторовича, входили: канд. биол. наук, доц. Корсак Михаил Николаевич, канд. биол. наук, доц. Мошаров Сергей Александрович, канд. техн. наук, доц. Пестряков Александр Петрович, Кроленко Мария Ивановна и канд. биол. наук Титов Евгений Викторович. Второе издание этого учебного пособия вышло в 2006 году.

Кафедра в 2007—2008 гг.

Осенью 2007 года Сергей Викторович Белов вышел на пенсию. С. Г. Смирнов вторично возглавил кафедру. С начала сентября он исполнял обязанности заведующего, а 1 декабря 2007 года его официально назначили заведующим кафедрой Э-9.

Активная работа кафедры не прекращалась ни на минуту. Помимо повседневной текущей в это время на кафедре проходили и очень серьезные мероприятия в масштабах страны. 20—22 октября 2008 г. на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана проходил III тур Всероссийской студенческой олимпиады (ВСО) по техносферной безопасности. Это было уже не первое мероприятие такого рода. ВСО — это соревнование студентов в творческом применении знаний и умений по дисциплинам, изучаемым в высшей школе, а также в профессиональной подготовленности будущих специалистов. ВСО на-

правлена на совершенствование учебной и внеучебной работы со студентами и проводится с целью повышения качества подготовки специалистов, развития творческих способностей студентов, а также выявления одаренной молодежи и формирования кадрового потенциала для исследовательской и производственной деятельности.

Во исполнение приказа № 1093 от 5 октября 2006 г. Федерального агентства по образованию организация и проведение II и III туров Всероссийской студенческой олимпиады по техносферной безопасности среди технических вузов поручена МГТУ им. Н. Э. Баумана. Председателем оргкомитета III тура ВСО по техносферной безопасности является зав. кафедрой "Экология и промышленная безопасность" С. В. Белов. Будучи официальным заместителем председателя оргкомитета, С. Г. Смирнов вынужден был в одном лице совмещать и заболевшего председателя и заместителя. Кроме того, он лично разработал алгоритм проведения олимпиады и составил вопросы, задачи индивидуальных соревнований и задания командам студентов. Огромную помощь в работе ему оказал член оргкомитета, доцент кафедры Э-9 Я. Г. Готлиб. А также члены оргкомитета: Шевчук В. Н. — руководитель центра НИРС МГТУ им. Н. Э. Баумана и Макаров М. В. — сотрудник центра НИРС МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Сергей Георгиевич с честью выполнил это задание. Студенческая олимпиада прошла успешно. И это в большой мере заслуга С. Г. Смирнова. Отчет о проведении мероприятий III тура Всероссийской студенческой олимпиады (ВСО) по техносферной безопасности был обсужден на заседании оргкомитета ВСО вуза и выслан в рабочую группу ЦГУ ВСО в установленном порядке.

Ректорат МГТУ им. Н. Э. Баумана высоко оценил работу Сергея Георгиевича Смирнова на посту заведующего кафедрой Э-9 благодарностью ректора И. Б. Федорова. Кроме того, за многолетнюю педагогическую работу он был награжден медалью Министерства образования Российской Федерации "Почетный работник высшего профессионального образования", а также университетской медалью "МГТУ имени Н. Э. БАУМАНА 175 лет", на которой вычеканен девиз "Воля. Труд. Упорство. Мужество". Этот девиз как нельзя лучше характеризует жизненную позицию Сергея Георгиевича Смирнова.

Новые документы по вопросам безопасности, принятые в 2009 г. и опубликованные в Российской газете (РГ)

О внесении изменения в ст. 230 Трудового кодекса Российской Федерации

Федеральный закон
от 07.05.09. № 80-ФЗ

Внести в третье предложение части шестой ст. 230 Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1, ст. 3; 2004, № 35, ст. 3607; 2006, № 27, ст. 2878) изменение, дополнив его после слов "(его представитель)" словами "в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве".

РГ — 13.05.2009 г. № 84 (4908)

О признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации

Федеральный закон
от 17.07.09. № 167-ФЗ

Признать утратившими силу:

1) часть девятую ст. 229² Трудового кодекса Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1, ст. 3; 2006, № 27, ст. 2878);

2) абзац двадцать седьмой п. 200 ст. 1 Федерального закона от 30.06.06 № 90-ФЗ "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации, признании не действующими на территории Российской Федерации некоторых нормативных правовых актов СССР и утратившими силу некоторых законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, № 27, ст. 2878).

РГ — 21.07.2009 г. № 132 (4956)

О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации

Федеральный закон
от 24.07.09 № 206-ФЗ

Статья 1

Внести в Трудовой кодекс Российской Федерации (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 1, ст. 3; 2006, № 27, ст. 2878; № 52, ст. 5498; 2008, № 30, ст. 3613) следующие изменения:

1) в ст. 209:

а) в части десятой слова "нормативные требования охраны труда и" заменить словами "нормативные требования охраны труда, в том числе стандарты безопасности труда, а также";

б) дополнить частью тринадцатой следующего содержания:

"Стандарты безопасности труда — правила, процедуры, критерии и нормативы, направленные на

сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и регламентирующие осуществление социально-экономических, организационных, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных мер в области охраны труда.";

2) в ст. 211:

а) в части первой слова "и критерии" заменить словами "критерии и нормативы";

б) часть третью после слов "охраны труда," дополнить словами "в том числе стандарты безопасности труда,";

3) в абзаце четырнадцатом ст. 356 слова "на них" заменить словами "на нее".

Статья 2

Настоящий Федеральный закон вступает в силу 1 января 2010 г.

РГ — 29.07.2009 г. № 138 (4962)

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года

Указ Президента Российской Федерации

Москва, Кремль, 12 мая 2009 года № 537

Вступил в силу со дня подписания.

РГ — 19.05.2009 г. № 88 (4912)

Концепция противодействия терроризму РФ

Утверждено президентом РФ — Д. Медведевым
05.10.2009 г.

РГ — 20.10.2009 г. № 198 (5022)

Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска

Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272 г. Москва.

Настоящее постановление вступило в силу с 1 мая 2009 г.

РГ — 08.04.2009 г. № 60 (4884)

Правила оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска

Постановление Правительства РФ от 07 апреля 2009 г. № 304 г. Москва.

Настоящее постановление вступило в силу с 01 мая 2009 г.

РГ — 14 апреля 2009 г. № 64 (4888)

Технический регламент о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков

Постановление Правительства РФ от 07 апреля 2009 г. № 307 г. Москва.

Технический регламент вступает в силу по истечении 2-х лет с даты официального опубликования.

РГ — 21.01.2009 г. № 69 (4893)



Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств

Постановление Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. № 720 г. Москва.

Технический регламент вступает в силу по истечении 12 месяцев со дня официального опубликования настоящего постановления.

РГ — 23.09.2009 г. № 178 (5002)

Технический регламент о безопасности машин и оборудования

Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2009 г. № 753 г. Москва.

Технический регламент вступает в силу по истечении одного года с даты официального опубликования настоящего постановления.

РГ — 25 сентября 2009 г. № 181 (5005)

Технический регламент о безопасности лифтов

Постановление Правительства РФ от 02 октября 2009 г. № 782 г. Москва.

Технический регламент вступает в силу по истечении 12 месяцев со дня официального опубликования настоящего постановления.

РГ — 14 октября 2009 г. № 194 (5018)

Нормы и условия бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, которые могут выдаваться работникам вместо молока

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 февраля 2009 г. № 45н г. Москва зарегистрирован в Минюсте РФ 20 апреля 2009 г. Регистрационный № 13795. (Приказ вступает в силу через 10 дней после публикации).

РГ — 22 мая 2009 г. № 92 (4916)

Административный регламент

Министерства внутренних дел РФ исполнения государственной функции по контролю и надзору за соблюдением участниками дорожного движения требований в области обеспечения безопасности дорожного движения

Приказ Министерства внутренних дел РФ от 02 марта 2009 г. № 185 вводится в действие с 01 сентября 2009 г. зарегистрирован в Минюсте РФ 18 июня 2009 г. Регистрационный № 14112.

РГ — 07.07.2009 г. № 122 (4946)

Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 01 июня 2009 г. № 290н г. Москва зарегистрирован в Минюсте РФ 10 сентября 2009 г. Регистрационный № 14742.

РГ — 25.09.2009 г. № 181 (5005)

Типовое положение о территориальном органе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Приказ Министерства промышленности и торговли РФ (Минпромторг России) от 03 июня 2009 г. № 476 Москва зарегистрирован в Минюсте РФ 31 июля 2009 г. Регистрационный № 14443.

РГ — 18.08.2009 г. № 152 (4976)

Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности

Приказ Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 июня 2009 г. № 382 г. Москва зарегистрирован в Минюсте РФ 06 августа 2009 г. Регистрационный № 14486.

РГ — 28.08.2009 г. № 161 (4985)

Порядок продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2009 г. № 195 г. Москва зарегистрирован в Минюсте РФ 28 сентября 2009 г. Регистрационный № 14894.

РГ — 07.10.2009 г. № 188 (5012)

Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения

Постановление Главного гос. сан. врача РФ от 07 апреля 2009 г. № 20 г. Москва зарегистрировано в Минюсте РФ 05 мая 2009 г. Регистрационный № 13891.

Введены в действие указанные санитарные правила с 01 сентября 2009 г.

РГ — 22.05.2009 г. № 92 (4916)

Гигиенические требования к условиям труда инвалидов

Санитарные правила СП 22.9.2510-09.

Постановление Главного гос. сан. врача РФ от 18 мая 2009 г. № 30 г. Москва зарегистрировано в Минюсте РФ 09 июня 2009 г. Регистрационный № 14036.

Введены в действие СП 2.2.9.2510-09 с 15 августа 2009 г.

РГ — 17.06.2009 г. № 108 (4932)

Санитарно-эпидемиологические требования к безопасности условий труда работников, не достигших 18-летнего возраста

СанПиН 2.4.6.2553-09.

Введены в действие с 1 января 2010 г.

РГ — 18.11.2009 г. № 217 (5041)

О XIII Международной специализированной выставке "Безопасность и охрана труда — 2009"

С 8 по 11 ноября 2009 г. на ВВЦ проходила XIII Международная специализированная выставка "Безопасность и охрана труда — 2009", организованная Минздравсоцразвития России, Ассоциацией разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, ФГУ "Всероссийским научно-исследовательским институтом охраны и экономики труда", при поддержке Правительства Российской Федерации, Государственной Думы, Федерального Собрания РФ, Торгово-Промышленной палаты, Фонда социального страхования РФ, Правительства Москвы, Союза участников рынка России, а также Международной организации труда и Европейской Федерации Безопасности.

В отличие от аналогичных выставок 1992 года, 1957 года и в последующих ежегодно экспедициях, на выставке 2009 года были представлены последние достижения ведущих российских предприятий, научно-исследовательских центров и 18 иностранных компаний — Германии, США, Франции, Финляндии, Бельгии, Англии, Малайзии, Турции, Украины и др. в области обеспечения безопасности и охраны труда.

Большой интерес вызвали стенды Минздравсоцразвития России, Федеральной службы по труду и занятости, Ассоциации "СИЗ", трех органов исполнительной власти по труду субъектов Российской Федерации, а также семи региональных центров охраны труда, демонстрирующие достижения в организации госуправления условиями и охраной труда, обобщающие опыт проведения государственной экспертизы условий труда, а также новейшие разработки в области создания безопасной техники и технологий, средств предупреждения профессиональных заболеваний и производственного травматизма.

Как и на предшествующих выставках, широко были представлены новые виды спецодежды, спецобуви, ткани и материалы для их производства. Свою продукцию здесь демонстрировали более 160 российских изготовителей и поставщиков.

Нельзя не отметить большое внимание, которое устроители выставки уделили приборному обеспечению по контролю условий труда, в частности аттестации рабочих мест, практически по всем видам опасных и вредных опасных факторов.

Широко были представлены печатные издания по вопросам охраны труда, издаваемые как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов Федерации, в частности города Москвы.

Среди выставочных мероприятий отметим IV Международную конференцию "Национальная стратегия снижения профессиональных рисков и создание безопасных условий труда", Международную конференцию "Состояние, проблемы и перспективы развития российского рынка фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания", мастер-классы, обобщавшие достижения науки в этой области.

Как обычно, прошел Марафон показа моделей спецодежды, спецобуви и других видов средств индивидуальной защиты. Также проводился профессиональный конкурс "Безопасность и охрана труда". Впервые был проведен фотоконкурс "Диалог с рабочим". Отметим также фестиваль фильмов по охране труда, который проводило ООО "Кино-Защита, безопасность".

Выставка вызвала большой интерес: ее посетило около 20 тысяч специалистов из различных регионов России.

Э. П. Пышкина, проф. МГТУ им. Н. Э. Баумана

Высокий интерес к защите окружающей среды — по материалам Всероссийской студенческой олимпиады

В соответствии с приказом Федерального агентства по образованию (Рособразования) в Тольяттинском государственном университете с 19 по 21 ноября 2009 г. проходила Всероссийская студенческая олимпиада студентов вузов по направлению "Защита окружающей среды". В качестве основных организаторов выступили институт химии и инженерной экологии и кафедра "Механика и инженерная защита окружающей среды" Тольяттинского

государственного университета, имеющие большой и успешный опыт проведения массовых мероприятий для молодых ученых, в частности, широко известного экологического конгресса ELPIT. Председатель жюри олимпиады — директор института химии и инженерной экологии, доктор технических наук, профессор Андрей Васильев. Проведение такой олимпиады было доверено вузу Самарской области впервые.



По массовости и представительности олимпиада установила своеобразный рекорд: участвовало 24 команды из 23 вузов из самых различных регионов России: от Тюмени до Дагестана и от Череповца до Волгограда. Три команды-участницы приехали из известных вузов Санкт-Петербурга (государственный горный институт, государственный морской технический университет и государственный университет аэрокосмического приборостроения), две — из Москвы (энергетический институт и государственный университет инженерной экологии). В составе каждой из команд были 3 участника из числа студентов и представитель команды из числа преподавателей. Иллюстрируя уровень участников, достаточно отметить, что три вуза-участника олимпиады имеют статус национальных исследовательских университетов России.

Торжественное открытие состоялось 19 ноября в 11.00 в актовом зале главного корпуса Тольяттинского государственного университета. С приветственным словом выступили представители мэрии городского округа Тольятти, Тольяттинского государственного университета, а также известные ученые — представители команд-участниц: доктор химических наук, профессор Петр Лукин (Чувашский государственный университет), доктор технических наук, профессор Валентина Демьянова (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства) и др. Для участников и гостей состоялся концерт, подготовленный студентами института химии и инженерной экологии Тольяттинского государственного университета, после чего студенты отправились решать задания теоретического тура. 20 ноября команды представили научные проекты и приняли участие в блиц-викторине. 20 ноября в 16.00 состоялось торжественное закрытие олимпиады, в котором приняли участие пред-

ставители Министерства образования и науки Самарской области.

По итогам теоретического тура в личном зачете первое место разделили студент Санкт-Петербургского государственного горного института (технического университета) Дмитрий Акименко и студентка 5 курса специальности "Инженерная защита окружающей среды" Тольяттинского государственного университета Ольга Бынина, набравшие по 14,5 баллов. Совсем недавно, в октябре, Ольга также одержала победу в личном зачете олимпиады по техносферной безопасности, состоявшейся в МГТУ им. Н. Э. Баумана.

В командном зачете лучшей оказалась команда Курского государственного технического университета, на втором и третьем местах — команды Санкт-Петербургского государственного горного института (технического университета) и Уфимского государственного нефтяного технического университета. По результатам блиц-викторины лучшими стали Пензенская государственная технологическая академия и Стерлитамакский филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Для участников олимпиады были организованы обзорная экскурсия по городу, экскурсия в технический музей ОАО "АВТОВАЗ", а также технические визиты по лабораториям института химии и инженерной экологии Тольяттинского государственного университета.

Победители и призеры олимпиады были награждены дипломами, медалями и ценными подарками, все участники — памятными подарками и сертификатами. Спонсорскую поддержку в проведении олимпиады оказали ОАО "КуйбышевАзот", ООО "ЭкоВоз", ООО "ПОВТОР".

А. В. Васильев, д-р техн. наук, проф., Тольяттинский государственный университет

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) 550-0766, e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

Технический редактор *Е. В. Конова*. Корректор *Т. В. Зверева*.

Сдано в набор 12.02.10. Подписано в печать 25.03.10. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 7,94. Заказ 291.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142100, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.