



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**

ПОЧТАРЕВА А. В.

**Редакционная коллегия:**

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

9(213)  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА

Губайдуллина А. Р., Федосов А. В., Шарипова А. В. Организация рабочего места лаборанта химического анализа в испытательной лаборатории . . . . . 3

### ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Харисов Г. Х., Заворотный А. Г. Эффект влияния на человека сверхмалых доз атомной радиации, наблюдаемой в соляных шахтах . . . . . 7  
 Шаназаров А. С., Айсаяева Ш. Ю., Чынгышпаев Д. Ш. Оптимизация норм питания при различных категориях тяжести труда в высокогорье . . . . . 16

### ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Кирсанов В. В. Роль психических процессов — мышления, активной (динамической) тревожности человека в обеспечении промышленной безопасности опасного объекта . . . . . 20

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Абиев Р. Ш., Григорьева А. Н. Применение перемешивающих устройств для очистки сточных вод: сравнение гиперболических мешалок с ближайшими аналогами . . . . . 25  
 Михайлов А. В., Захаров Н. М., Прозорова О. Б. Повышение эффективности работы блока экстракции установки платформинга . . . . . 32  
 Буренин В. В. Новые способы и конструкции фильтров для очистки и обезвреживания производственных сточных вод . . . . . 40

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Бобович Б. Б. Повышение утилизируемости транспортных средств категорий М2, М3, N2 и N3 . . . . . 49

### ОБРАЗОВАНИЕ

Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики темы "Повреждения живота" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов . . . . . 54  
 Белозеров Д. А., Курышев А. А. О результатах применения программного обеспечения серии "Эколог" в учебном процессе . . . . . 62

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Editorial staff

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

9(213)  
2018

## CONTENTS

### LABOUR PROTECTION

**Gubaydullina A. R., Fedosov A. V., Sharipova A. V.** Organization of Workplace of Chemical Analysis Laboratory Assistant in Testing Laboratory ..... 3

### POPULATION HEALTH PROTECTION

**Harisov G. H., Zavorotnyy A. G.** Effect of Influence on the Person of Supersmall Doses of the Atomic Radiation Observed in Salt Shakhty ..... 7  
**Shanazarov A. S., Aysayeva Sh. Yu., Chyngyshpayev D. Sh.** Optimization of Food Standards in the Different Categories of Labour Severity in High Mountains ..... 16

### INDUSTRIAL SAFETY

**Kirsanov V. V.** The Role of Mental Processes — Thinking, Active (Dynamic) Anxiety of a Person in Providing Industrial Safety of a Hazardous Object ..... 20

### ENVIRONMENT PROTECTION

**Abiev R. Sh., Grigoryeva A. N.** Mixers Usage for Wastewater Treatment: Comparison of Hyperbolic Mixers with the Nearest Analogues ..... 25  
**Mikhailov A. V., Zakharov N. M., Prozorova O. B.** Improve Operational Efficiencies the Extraction Unit Installation Platforming ..... 32  
**Burenin V. V.** New Methods and Designs of Filters for Cleaning and Neutralizing Industrial Wastewater ..... 40

### USE AND RECYCLING OF WASTE

**Bobovich B. B.** The Increasing the Recyclability of Vehicles of Categories M2, M3, N2 and N3 ..... 49

### EDUCATION

**Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Bases of Didactics of Theme "Damages to the abdomen" of Educational Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Traumas Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Safety" for Humanitarian and Technical Universities ..... 54  
**Belozero D. A., Kuryshev A. A.** The Ecologist Series Software Application Results in Educational Process ..... 62

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

УДК 331.41

**А. Р. Губайдуллина**, студент, e-mail: gubaydullina\_28@mail.ru,  
**А. В. Федосов**, канд. техн. наук, доц. кафедры, **А. В. Шарипова**, студент,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет

## Организация рабочего места лаборанта химического анализа в испытательной лаборатории

*Приведены данные анализа статистики производственного травматизма и профессиональных заболеваний в нефтедобывающей отрасли, методов изучения производственной деятельности, рассмотрены подходы к изучению организации рабочих мест. Перечислены основные трудовые функции лаборанта химического анализа, идентифицированы вредные и опасные факторы, воздействующие на него в процессе выполнения работы и представлен алгоритм безопасной организации рабочего места лаборанта химического анализа.*

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт, нефть, опасные и вредные производственные факторы, лаборант химического анализа, рабочее место, требования к организации рабочего места, алгоритм организации, профессиограмма

**Введение в проблему.** Условия труда на рабочих местах в нефтегазодобывающей отрасли формируются под воздействием большого числа факторов, различных по своей природе, формам проявления, характеру воздействия на человека.

На каждом рабочем месте необходимо улучшать условия труда, проводить систематическую профилактическую работу по предупреждению травматизма, профессиональной и общей заболеваемости, предотвращению несчастных случаев, развивать материально-техническое и метрологическое обеспечение служб охраны труда, создавать организационные структуры специальной оценки условий труда на рабочих местах.

В практической деятельности по управлению человеческим фактором можно выделить определенные шаги, первым из которых, несомненно, является анализ организации рабочего места. Такой анализ позволяет определить опасные участки производства, прогнозировать и предупреждать возможные аварийные ситуации, разрабатывать мероприятия по их устранению или ограничению последствий.

**Теоретическая часть исследования.** Охрана труда в нефтегазодобывающей отрасли представляет систему взаимосвязанных законодательных, социально-экономических, технических и гигиенических и организационных мероприятий, цель которых заключается в ограждении работников от воздействия вредных производственных факторов и несчастных случаев и обеспечении благоприятных условий, способствующих повышению качества работ и производительности труда [1].

Права граждан в области охраны труда закреплены Конституцией Российской Федерации, Гражданским и Трудовым кодексами, основами законодательства Российской Федерации об охране труда и являются обязательными для всех работодателей.

В статье 212 Трудового Кодекса Российской Федерации расписаны обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

Проведенный анализ статистических данных аварийности и производственного травматизма на объектах магистрального транспорта нефти и газа свидетельствует о том, что подавляющая доля (до 86 %) причин аварий и несчастных случаев на производстве носит организационный характер [2].

Значительная и многоаспектная роль рабочего места приводит к необходимости реализации различных подходов к изучению организации рабочего места, следовательно, и различных аспектов определения его сущности.

Требования к организации рабочих мест можно классифицировать следующим образом:

- информационные;
- экономические;
- эргономические;
- санитарно-гигиенические;
- организационно-технические [3].

Для каждой из этих групп было изучено состояние нормативно-правовой базы, составлен перечень нормативно-правовых актов и определены общие требования безопасности и организации рабочих мест.



К основным нормативно-правовым актам по организации рабочего места относятся:

- ГОСТ Р ИСО 26800—2013 "Эргономика. Общие принципы и понятия";
- ГОСТ Р ИСО 11064-4—2015 "Эргономическое проектирование центров управления. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест";
- СанПиН 2.2.4.3359—16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах";
- ГОСТ 12.1.003—2014 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности";
- СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*";
- СП 44.13330.2011 "Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением № 1)";

— ПУЭ Правила устройства электроустановок.

Основой для нормальной работы может служить лишь соблюдение каждым работником общих требований безопасности. Рассмотрим вопрос об организации рабочего места на примере организации рабочего места лаборанта химического анализа испытательной лаборатории.

Цель работы лаборанта химического анализа — получение информации о химическом составе или химических свойствах тех или иных образцов жидкостей, газов, паров и твердых веществ.

Лаборант химического анализа выполняет следующий перечень работ: ручной отбор проб пробоотборником нефтепродуктов из резервуаров, емкостей утечек; определение плотности нефтепродуктов в термостатирующей бане DGB-5C с циркуляционным охладителем FC 600S; определение плотности нефтепродуктов на автоматическом плотномере ДЕ-45; хранение, транспортировка и эксплуатация сосудов со сжиженным и сжатым газами, работающими под давлением и другие виды работ, связанных с воздействием вредных производственных факторов. При работе с лабораторным оборудованием лаборант должен быть ознакомлен с инструкциями по их применению.

Лаборант химического анализа работает под воздействием большого числа факторов, различных по своей природе, формам проявления, характеру воздействия на человека. Перечень факторов, представляющих угрозу жизни и здоровью работников, приведен в Федеральном законе о специальной оценке условий труда (СОУТ) [4]. Для лаборанта химического анализа он включает следующие факторы:

- опасность отравления парами нефтепродуктов (углеводорода, сероводорода) при проведении замеров газовоздушной среды;
- опасность отравления парами вредных веществ, входящих в состав красок при их приготовлении, окрашивании, транспортировке и хранении;

— опасность термических ожогов от нагретых частей оборудования;

— опасность кожных и аллергических заболеваний при контакте с реактивами, нефтепродуктами;

— опасность возгорания обтирочных материалов и спецодежды, загрязненных легковоспламеняющимися жидкостями;

— опасность взрыва и получения травм работниками при взрывоопасных концентрациях паров нефтепродуктов при разгерметизации оборудования;

— опасность повышенного уровня шума в рабочей зоне работающего оборудования;

— опасность травмирования при отсутствии или неправильном применении СИЗ;

— опасность травмирования осколками разорвавшихся сосудов, приборов и посуды, изготовленных из стекла и др.

В целях решения задач по организации рабочих мест применяют изучение и анализ трудовой деятельности, предусматривающие получение, систематизацию и использование научных фактов, данных о характеристиках конкретного трудового процесса [5].

Таким образом, производственная деятельность лаборанта химического анализа характеризуется перечисленными ниже особенностями. Основными орудиями труда лаборанта химического анализа являются знаковые системы (цифры, формулы, таблицы), сопутствующими — техника (лабораторные весы, ступка с пестиком, мешалка магнитная, воронка капельная, тигель, ручные термометры и др.). Темп деятельности лаборанта свободный, с переменным ритмом, иногда приходится решать нестандартные задачи, решение которых проходит по заданному, шаблонизированному образцу, с четким соблюдением установленных правил, нормативов, инструкций.

В деятельности преобладают значительные статические нагрузки (длительное пребывание в одной позе — сидя). По характеру труда профессия лаборанта химического анализа подразумевает реализацию однотипных процедур. Организация труда лаборанта предполагает самостоятельное от начала и до конца выполнение работы и ответственность за нее. Функционально лаборант химического анализа является исполнителем. Контакты у лаборанта немногочисленные, кратковременные с сотрудниками по работе.

Профессия лаборанта химического анализа — это профессия преимущественно умственного труда, которая в большей степени связана с приемом и переработкой информации. В работе лаборанта химического анализа важны результаты его интеллектуальных размышлений. Но, при этом, физический труд не исключается.

Физический уровень выполнения профессиональных задач лаборантом в основном средний и низкий. Производственная деятельность его сопровождается высоким и средним уровнем эмоционального напряжения, при выполнении большей части задач существует опасность для жизни работника.

В результате идентификации опасностей и оценки риска были составлены карта идентификации опасностей и оценки рисков и реестр умеренных и высоких рисков. Условия труда лаборанта химического анализа были отнесены к умеренному риску.

**Экспериментальная часть исследования.** Организация рабочего места — это комплекс мероприятий, направленных на создание на рабочем месте необходимых условий для высокопроизводительного труда, на повышение его содержательности и охрану здоровья работника. Для безопасной организации рабочего места лаборанта химического анализа необходимо создать алгоритм, которым должны руководствоваться руководители предприятия, начальники лаборатории и сами лаборанты.

#### Алгоритм организации рабочего места лаборанта химического анализа

1. **Определение типа рабочего места.** Рабочее место лаборанта химического анализа — сменное рабочее место (СРМ).

2. **Определение пола работников.** Пол работников женский или мужской. Большинство лаборантов — это женщины.

3. **Оснащение рабочего места лаборанта.** Химические лаборатории должны быть оснащены современной лабораторной мебелью, основным и вспомогательным оборудованием и приборами для проведения исследований, забора и подготовки проб, хранения, смешивания реагентов, термической и иной подготовки, фильтрации, проведения измерений и других действий.

4. **Планировка рабочего места.** Планировка обеспечивает удобство при выполнении работ, экономию сил и времени рабочего, рациональное использование производственных площадей, условия безопасности труда. Рациональная расстановка и размещение лабораторной посуды, инструментария, необходимых растворов и реактивов позволяют без суеты, с наименьшей затратой усилий выполнить за одно и то же время больший объем работы.

5. **Правовое и нормативное обеспечение выполнения требований охраны труда.** Оно заключается в обеспечении прав работников на сохранение здоровья и жизни в процессе трудовой деятельности, усилении гарантии государственной защиты наемных работников, пострадавших на производстве. Этот пункт алгоритма включает основные нормативные правовые акты по безопасному ведению работ в лаборатории и т. д.

6. **Определение и соблюдение общих эргономических требований рабочего места.** Лаборант химического

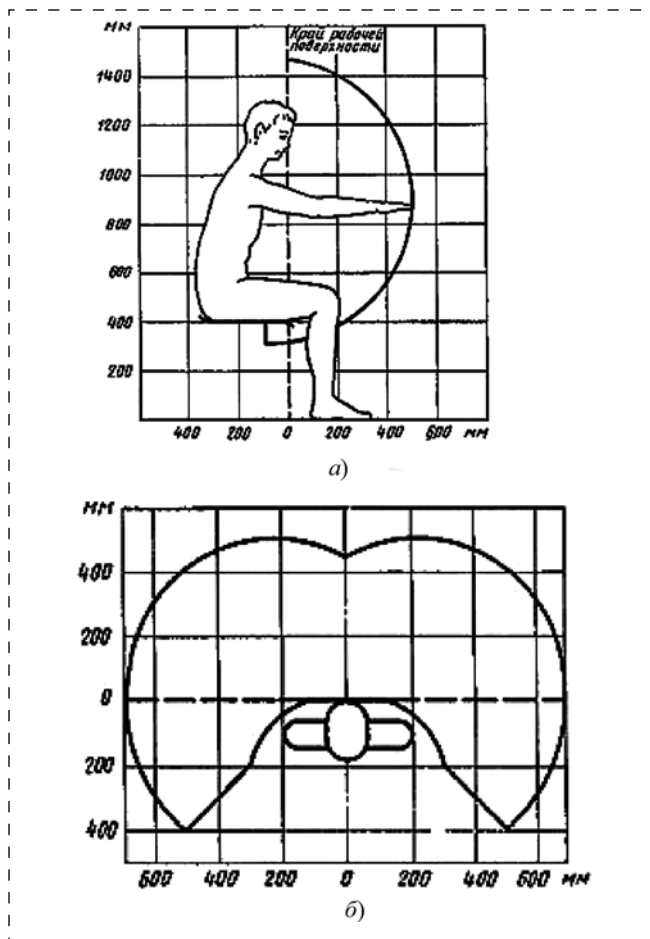
анализа пребывает длительное время в рабочей позе "сидя". Учитывая это, к рабочему месту лаборанта устанавливаются следующие требования:

— конструкция рабочего места должна быть такой, чтобы обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунке;

— выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля;

— конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего.

7. **Определение и установление санитарно-гигиенических требований к рабочему месту.** Трудовой кодекс РФ возлагает на работодателя обеспечение санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников в соответствии с требованиями охраны труда. Под санитарно-гигиеническими требованиями понимается система



Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости (а); в горизонтальной плоскости (б) при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм



санитарно-технических, гигиенических и организационных мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на людей вредных производственных факторов. В этих целях по установленным нормам должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещения для приема пищи, оказания медицинской помощи, комнаты для отдыха.

Для соблюдения санитарно-гигиенических требований необходим контроль за такими параметрами, как световая среда, микроклимат, производственный шум.

#### 8. Установление требований к безопасности труда.

Безопасные условия труда — это условие, при котором воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов исключено или их воздействие не превышает предельно допустимых значений. Обеспечение данных условий — одно из важнейших требований, предъявляемых к рабочему месту.

#### 9. Составление профессиограммы работника.

Профессиограмма включает общую характеристику профессии и требования, предъявляемые к работнику, и отражает: требования к должностным обязанностям работника; требования к рабочему месту.

Приведенный алгоритм позволит организовать безопасное рабочее место лаборанта химического анализа.

**Заключение.** Основные положения и выводы исследования могут быть использованы при проектировании рабочих мест для каждого вида работ, организации рабочих мест рабочего персонала и при проведении специальной оценки условий труда с последующим внедрением предложенного алгоритма. Рекомендации могут быть использованы в работе экспертных организаций и ведомственных органов, служб по охране труда.

#### Список литературы

1. Федосов А. В., Вадулина Н. В., Абдрахманов Н. Х. Охрана труда. — Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. — 239 с.
2. Федосов А. В., Маннанова Г. Р., Шипилова Ю. А. Анализ опасностей, оценка риска аварий на опасных производственных объектах и рекомендации по выбору методов анализа риска // Нефтегазовое дело. — 2016. — № 3. — С. 322–336.
3. Павлова Ю. А., Проскура В. С., Федосов А. В. Анализ риска и методические аспекты оценки ущерба при авариях на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса. // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. — 2017. — № 2 (108). — С. 138–146.
4. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда, федер. закон: [принят Госдумой 23 декабря 2013 г. № 426-ФЗ]: // Российская газета. — 2013. — № 426. — 62 с.
5. Бодров В. А. Психология профессиональной пригодности: учебное пособие для вузов. — М.: ПЕР СЭ, 2001. — 173 с.

A. R. Gubaydullina, Student, e-mail: gubaydullina\_28@mail.ru,  
A. V. Fedosov, Associate Professor, A. V. Sharipova, Student, Ufa State Petroleum  
Technological University

## Organization of Workplace of Chemical Analysis Laboratory Assistant in Testing Laboratory

*Pipeline transfer general information is investigated in the article, work-related injuries and illnesses, manufacturing activity methods are also analyzed; workplace organization approaches are considered; chemistry lab technician main labor functions are examined, health and safety hazards are examined too; workplace safety management algorithm is compiled, as well as company standard is.*

*Goal of the work is to justify chemistry lab technician workplace organization scientific principles. Scientific principles creation are based on solving the problems: 1. Pipeline transport work-related injuries and illnesses statistics analysis; 2. Workplace organization approaches considering; 3. Chemistry lab technician labor conditions investigation; 4. Workplace organization principles proposition.*

*The study object is testing room chemistry lab technician workplace.*

*The study subject is chemistry lab technician workplace organization principles. Scientific novelty is workplace safety organization algorithm improvement.*

**Keywords:** pipeline transport, oil, health and safety hazards, chemistry lab technician, workplace, organization requirements, organization algorithm, profессиограм

#### References

1. Fedosov A. V., Vadulina N. V., Abdrahmanov N. H. Oхрана труда. Ufa: Izdanie UGNTU, 2017. 239 p.
2. Fedosov A. V., Mannanova G. R., Shipilova Ju. A. Analiz opasnostej, ocenka riska avarij na opasnyh proizvodstvennyh objektah i rekomendacii po vyboru metodov analiza riska. *Neftgazovoe delo*. 2016. No. 3. P. 322–336.
3. Pavlova J. A., Proskura V. S., Fedosov A. V. Analiz riska i metodicheskie aspekty ocenki usherba pri avarijah na predpriyatijah neftepererabatyvajushhego kompleksa. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov*. 2017. No. 2 (108). P. 138–146.
4. The Russian Federation. Laws. On a special assessment of working conditions, federal law: [adopted by the State. The Duma on December 23, 2013. No. 426-FZ]. *Rossiyskaya gazeta*. 2013. No. 426. 62 p.
5. Bodrov V. A. Psihologija professional'noj prigodnosti. Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscow: PER SJE, 2001. 173 p.

УДК 616-001.1/2:622.36-052

**Г. Х. Харисов**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры,  
**А. Г. Заворотный**, канд. техн. наук, доц., начальник кафедры, e-mail: zavorotnyi\_agz@mail.ru,  
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва

## Эффект влияния на человека сверхмалых доз атомной радиации, наблюдаемой в соляных шахтах

*В статье показано, что терапевтическая процедура и последующий лечебный эффект в результате пребывания человека в соляной шахте обусловлен не влиянием соляного аэрозоля, находящегося в пространстве шахты, как это считается в настоящее время, а есть результат действия сверхмалых доз атомной радиации, не наблюдаемой нигде на Земле.*

*Определены уровни радиоактивности трех видов соли, добываемых шахтным способом. Показано, что все наблюдаемые атрибуты лечебного эффекта в результате пребывания человека в соляной шахте вписываются в запрограммированные эволюцией реакции живых организмов на сверхмалые дозы атомной радиации.*

**Ключевые слова:** соляная шахта, лечебный эффект, сверхмалые дозы атомной радиации, радиофобия

### 1. Лечебный эффект в результате пребывания человека в соляной шахте

В Солотвинских соляных шахтах Закарпатья с 1968 г. ведется лечение путем оставления на отдых на ночь больных бронхиальной астмой. Медицинская статистика свидетельствует, что таким способом от бронхиальной астмы избавляются 84 % взрослых и 96 % детей. Объясняется же лечебный эффект соляных шахт чистотой воздуха и его явно выраженной отрицательной ионизацией [1].

В источниках [2–19] перечислено большое число заболеваний, поддающихся лечению в результате пребывания человека в соляной шахте, а также перечислены 31 научный источник, подтверждающих указанный лечебный эффект.

Однако научная общественность не имеет твердого мнения о том, в чем же заключается лечебный эффект пребывания больных в соляных шахтах. Циркулирует большое число теорий, объясняющих механизм лечебного эффекта. Одни утверждают, что крошечные частицы соли попадают в легкие при вдохе, убивая при этом микроорганизмы, вызывающие болезни. Другие говорят, что атмосфера соляной шахты снижает воспаление и уменьшает образование слизи. Третьи представляют смеси различных гипотез. Американская легочная ассоциация признает, что пребывание пациентов с легочными заболеваниями в соляной шахте это больше, чем эффект плацебо, но не признает того, что соль причастна к лечению легочных заболеваний [3].

### 2. Эксперимент по выявлению уровня радиоактивности соли

Для понимания механизма действия терапевтического эффекта в результате пребывания больных людей в соляной шахте, было решено проверить, не причастна ли к этому атомная радиация (АР). Для этой цели проведен эксперимент по оценке уровня радиоактивности обычной коммерческой соли, добытой шахтным способом. Ниже приведена характеристика указанной соли, размещенная на упаковке.

Соль каменная поваренная пищевая. Дата изготовления — 20.09.15. Изготовитель ОАО "Беларуськалий". Республика Беларусь, Минская обл., г. Солигорск. Сорт 1, Помол № 1. Состав: NaCl не менее 98,4 %. Гранулометрический состав: до 1,2 мм включительно не менее 85 %, свыше 2,5 мм не более 3 %. Масса  $M_{\text{п}}$  = 1000 г. Срок годности 12 месяцев. Хранить в сухом месте при относительной влажности воздуха не более 75 %. Соль добыта шахтным способом на глубине 460 м.

Измеренные размеры пачки соли составляют 14 см × 8 см × 6 см, номинальный объем  $V = 672 \text{ см}^3$ . Соль в количестве 48 пачек ( $M = 48\,000 \text{ г}$ ) уложена на столе в виде штабеля, как показано на рис. 1. Третья и четвертая пачки снизу среднего ряда и аналогичные, две симметрично расположенные противоположные пачки раздвинуты так, что между ними осталось место для размещения дозиметра гамма-излучения ДКГ-03Д "Грач" (рис. 2–4). Размеры корпуса дозиметра составляют 12 × 7 × 3 см.

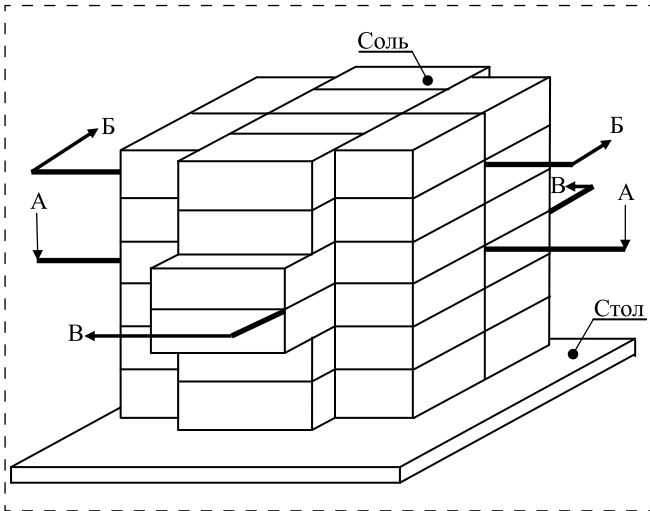


Рис. 1. Эксперимент по оценке уровня радиоактивности соли. Аксонометрический вид штабеля из 48 пачек соли по 1 кг в каждой. Внутри штабеля, в его центре размещен дозиметр (см. рис. 2—4)

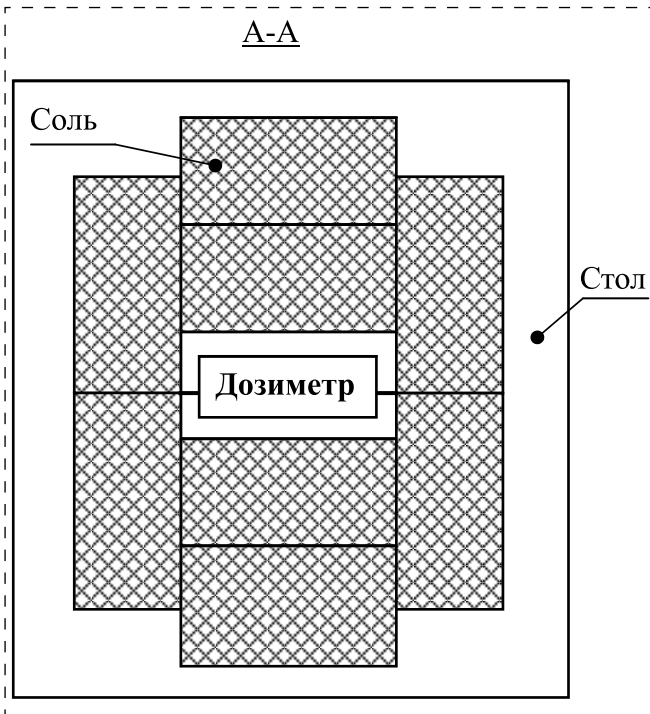


Рис. 2. Вид по А-А (см. рис. 1)

**Технические характеристики дозиметра ДКГ-03Д "Трач":**

диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения . . . . . 0,05...3,0 МэВ  
 диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (АЭД) . . . 1,0...10<sup>8</sup> мкЗв  
 диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) . . . . . 0,1...3000 мкЗв/ч  
 погрешность измерений МАЭД или АЭД . . . . . ±15 %.

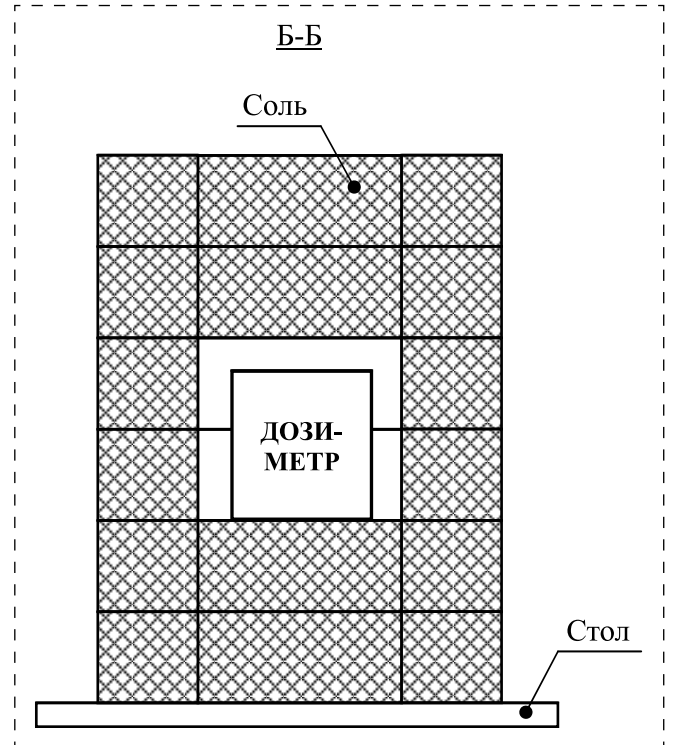


Рис. 3. Вид по Б-Б (см. рис. 1)

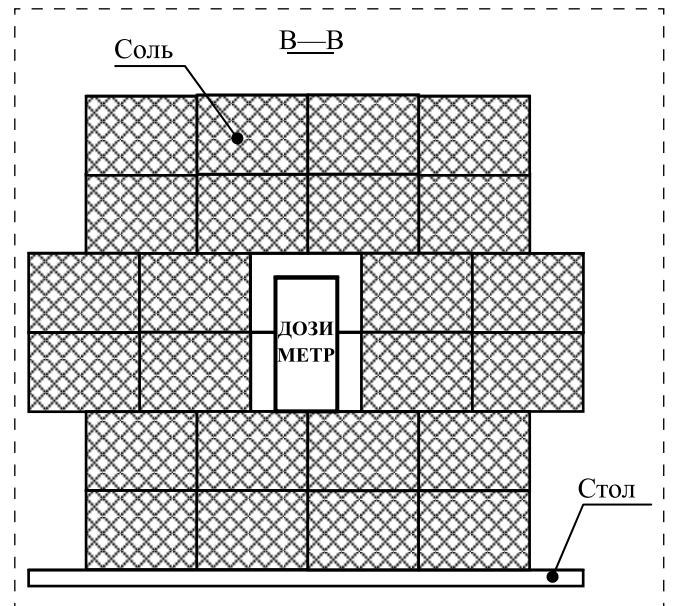


Рис. 4. Вид по В-В (см. рис. 1)

В табл. 1 представлены результаты измерений фонового АЭД гамма-излучения, а в табл. 2 — ослабленного экраном из соли АЭД гамма-излучения. Дозиметр располагался вертикально на столе (без штабеля из пачек соли) с такой же ориентировкой в пространстве, как показано на рис. 2—4.



Таблица 1

**Результаты измерений  
фонового амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения**

Порядковый номер измерения	Время экспозиции дозиметра, ч	Показание фонового АЭД, нЗв
1	1	115
2	1	115
3	1	115

Таблица 2

**Результаты измерений  
ослабленного экраном из соли (см. рис. 1–4)  
амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения**

Порядковый номер измерения	Время экспозиции дозиметра, ч	Показание фонового АЭД, нЗв
1	1	84
2	1	84
3	5	415

По результатам измерений фонового амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, зафиксированных в табл. 1, 2:

мощность дозы фонового амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (см. табл. 1) на столе:

$$D = (115 + 115 + 115)/3 = 115 \text{ нЗв/ч};$$

мощность дозы ослабленного экраном из соли амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (см. табл. 2) внутри штабеля из соли (см. рис. 1–4):

$$D_c = (84 + 84 + 415)/(1 + 1 + 5) \approx 84 \text{ нЗв/ч}.$$

Для дальнейших расчетов штабель из соли (см. рис. 1–4) превратили в виртуальный (мыслимый, но технически осуществимый) шар, внутри которого размещен дозиметр, а соль с плотностью, соответствующей плотности соли в пачке, размещена равномерно по всему шару вокруг дозиметра (рис. 5). Плотность соли в пачке:

$$\Pi = M_{\text{п}}/V = 1000/672 = 1,49 \text{ г/см}^3.$$

Радиус внутреннего пустотелого шара, в котором размещен дозиметр, составляет  $R_1 = 9 \text{ см}$ .

Радиус  $R_2$  внешнего шара, в котором размещена соль, определяют по следующей формуле:

$$R_2 = \left( \frac{M + \frac{4}{3} \pi R_1^3 \Pi}{\frac{4}{3} \pi \Pi} \right)^{\frac{1}{3}} = \left( \frac{48\,000 + \frac{4}{3} \pi \cdot 9^3 \cdot 1,49}{\frac{4}{3} \pi \cdot 1,49} \right)^{\frac{1}{3}} = 20,4 \text{ см}.$$

Если бы слой соли (вместе с бумажной упаковкой, на которой типографской краской нанесены надписи) толщиной  $S = R_2 - R_1 = 20,4 \text{ см} - 9 \text{ см} = 11,4 \text{ см}$  имел бы нулевую радиоактивность, и если бы между пачками соли не было зазоров (вместо дозиметра в штабеле соли (рис. 1–4) был размещен фонарик, который в полной темноте показал наличие зазоров между деформированными пачками слежавшейся соли), то дозиметр внутри шара (см. рис. 5) показал бы следующий уровень виртуальной мощности дозы:

$$D_v = \frac{D}{\frac{S}{2d}} = \frac{115}{\frac{11,4}{2 \cdot 9,9}} = 52 \text{ нЗв/ч},$$

где  $d$  — толщина слоя половинного ослабления излучения для соли [20];

$$d = 1,3 \frac{P_c}{\Pi} = 1,3 \frac{11,3}{1,49} = 9,9 \text{ см},$$

где 1,3 — толщина слоя половинного ослабления излучения для свинца, см;  $P_c$  — плотность свинца, г/см<sup>3</sup>,  $\Pi$  — плотность соли, г/см<sup>3</sup>.

Таким образом, между реальной мощностью дозы  $D_c$  ослабленного экраном из соли амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения внутри штабеля из соли (см. рис. 1–4) и виртуальной мощностью дозы  $D_v$  по указанным причинам наблюдается разность  $D_c - D_v = 84 - 52 = 32 \text{ нЗв/ч}$ . Значит уровень радиоактивности исследованной соли (мощность эквивалентной дозы) составляет 32 нЗв/ч. Исходя из полученных данных, ошибка, включая погрешности измерения, а также

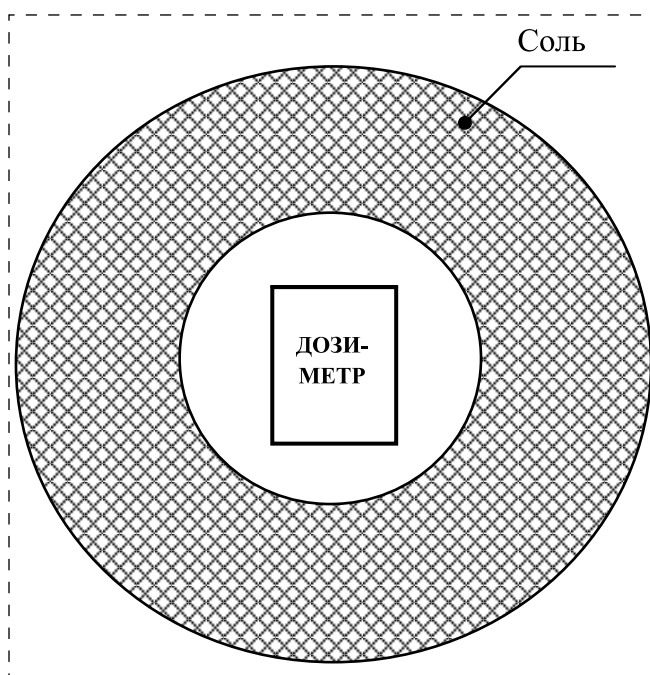


Рис. 5. Виртуальный шар вместо штабеля из 48 пачек соли (см. рис. 1), в котором размещен дозиметр



несовершенство формулы, по которой вычислено  $D_B$ , составляет  $\pm 50\%$  (не учтены радиусы кривизны  $R_1, R_2$  виртуального шара, через стенку которого толщиной  $S = R_2 - R_1$  проходит фоновое амбиентное гамма-излучение).

### 3. Выявление уровня атомной радиации в подземном пространстве двух соляных шахт

Испытательной лабораторией центра ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области" проведены измерения мощности дозы гамма-излучения и эффективной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе в добычном горизонте шахты Илецксоля ООО "Руссоля" Оренбургской области, Соль-Илецкий район, г. Соль-Илецк (протокол № 19-16 дозиметрического и радиометрического контроля от 15.03.2016 г.) Пищевую соль добывают на глубине 330 м от поверхности земли.

Средства измерения: аэрозольный альфа-радиометр РАА-20П2 "Поиск", основная погрешность — 30%; дозиметр-радиометр ДРБП-03, основная погрешность — 15%.

Всего равномерно по всей шахте было проведено 39 точек (одна точка на поверхности шахты). Результаты измерений представлены в табл. 3.

Эффективная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона — 222 в воздухе по двадцати измерениям (в диапазоне 4...9 Бк/м<sup>3</sup>) в среднем составляет 7 Бк/м<sup>3</sup>.

В ЗАО "Аванский солекобинат" (Республика Армения, г. Ереван) шахтным способом производится добыча пищевой соли на глубине 235 м. Там же находится Республиканская спелеотерапевтическая лечебница [2], где произведены измерения мощности дозы гамма-излучения (акт от 29.11.2016 г., составленный сотрудниками отдела по радиационному, химическому и биологическому мониторингу Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Армения) радиометром Eberline E-600; пределы допускаемой основной

Таблица 3

Результаты измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в 39 точках шахты и в одной точке на поверхности шахты

№ п/п	Место измерения	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
1	Фон вне объекта, средняя из семи измерений	0,13
2	В двенадцати точках	0,02
3	В двадцати одной точке	0,03
4	В трех точках	0,04
5	В двух точках	0,05
6	В одной точке	0,06
	Средняя по всем точкам	0,029

Таблица 4

Результаты измерений мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения в лечебнице

Объект измерений	Результат измерений, нЗв/ч
Измерения радиационного фона на поверхности шахты солерудника (среднее значение из десяти измерений)	120 ( $\pm 7\%$ )
Измерения радиационного фона в шахте солерудника на глубине 235 м (температура окружающего воздуха в любое время года +19 °С)	4 ( $\pm 7\%$ )

относительной погрешности измерения составляют  $\pm 7\%$ , диапазон измерения мощности амбиентной эквивалентной дозы составляет 0...1 Зв/ч. В табл. 4 представлены результаты измерений мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения в лечебнице.

Данные по радиоактивности различных видов каменной поваренной пищевой соли и мощности фоновой амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения, создаваемого солью, представлены в табл. 5.

Таким образом, можно утверждать, что лечебный эффект в результате нахождения человека

Таблица 5

Мощность фоновой амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения, создаваемой различными видами соли

Наименование изготовителя соли	Глубина залегания шахты с солью, м	Мощность фоновой амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения, нЗв/ч		Погрешность измерений, %
		на поверхности шахты	в пространстве шахты	
ОАО "Беларусь-калий"	460	115*	32**	50
ООО "Руссоля"	330	130	29	15
ЗАО "Аванский солекобинат"	235	120	4	7

\* На поверхности в Москве (эксперимент проводился в Москве).

\*\* В центре замкнутого пространства внутри штабеля, сооруженного из 48 пачек соли по 1 кг в каждой (эксперимент проводился в Москве).

в течение определенного времени в соляной шахте, обусловлен низким уровнем атомной радиации, наблюдаемой в пространстве соляной шахты, уровнем, не встречающимся нигде на Земле.

#### **4. Механизм лечебного эффекта сверхмалых доз атомной радиации**

Уран-238 синтезировался в сверхновой звезде около 10 млрд лет назад [21], уран-235 — около 5,6 млрд лет назад (вычислено по периоду полураспада). Эти и другие радиоактивные элементы входили в состав протопланетного облака, из которого 4,6 млрд лет назад сформировалась солнечная система, в том числе и Земля [21].

Жизнь как феномен, зарождалась на Земле 3,5...4 млрд лет назад [22] под аккомпанемент приемлемых или благоприятных для Жизни физических, химических, космических и радиационных факторов в благоприятных условиях жизни на Земле. Под радиационным фактором в данном случае понимаются все виды излучения, начиная от инфракрасного до космического и гамма-излучения, создаваемого радиоактивными элементами, более или менее равномерно вкрапленными (рассеянными) в толщу земли. Средняя эффективная мощность дозы внешнего природного излучения атомной радиации на Земле в настоящее время составляет 2,4 мЗв/год [23], а 3,5...4 млрд лет назад, когда на Земле зарождалась жизнь, она была в 3 раза выше, чем сейчас [24].

Современный уровень радиационного фона на Земле почти не менялся за последние 450 млн лет [25]. Таким образом, момент зарождения Жизни на Земле явился продуктом всех перечисленных факторов, в том числе и радиационного фактора. Заметим, что Жизнь не адаптировалась и не приспособилась к атомной радиации, так как она существовала задолго до возникновения Жизни. Логичнее считать, что атомная радиация являлась причиной зарождения жизни или, как минимум, катализатором процесса зарождения Жизни и ее последующего развития. Можно предположить, что фоновый уровень атомной радиации является совершенно необходимым компонентом (фактором) существования жизни на Земле. Она непрерывно всегда и везде сопровождала жизнь от ее зарождения до настоящего времени, причем ее уровень монотонно снижался. Метаболизм всех живых существ всегда и везде протекал при наличии фонового уровня радиации. Имеются данные, указывающие на то, что жизнь невозможна без фонового уровня радиации. "Ряд опытов показал, что живые организмы (одноклеточные, растения, млекопитающие), искусственно помещенные в условия

с пониженным радиационным фоном, чувствовали заметное угнетение, снижение многих функций вплоть до гибели" [26].

Биохимические процессы, протекающие в живых организмах, всегда происходили в сопровождении фоновых уровней радиации. Изъятие последней из условия протекания биохимических реакций неизбежно должно привести к нарушению их течения с последующим нарушением метаболизма живых организмов.

"Люди, бактерии, водоросли, грибы, рыбы, млекопитающие, динозавры, травы и деревья обязаны своим существованием последнему универсальному общему предку (LUCA — Last Universal Common Ancestor) — одноклеточному существу, обитавшему в океане 3,5...4 млрд лет назад. Если у LUCA и были современники, то все они вымерли, не оставив никакого следа: LUCA стало прародительницей всех форм жизни на Земле. Это означает, что свойства LUCA определили всю последующую эволюцию жизни на Земле. Поэтому резонно заключить, что любые признаки, свойственные всем живым организмам, когда-то были признаками самого последнего общего предка и перешли ко всем его потомкам с разной степенью модификации. Традиционная точка зрения о том, что континенты и мелкие моря были простерилизованы космическими лучами не выдерживает критики. Новые факты доказывают, что устойчивость к кислороду и излучению появилась у самых первых земных организмов. Значение этого факта для эволюции и для нашей с вами жизни чрезвычайно велико" [22]. (Это сказано Ником Лэйном — выдающимся английским ученым, который исследует эволюционную биохимию.)

Механизм запуска терапевтического процесса и последующего лечебного эффекта у человека (далее будем говорить о человеке) в результате его пребывания в течение определенного времени в соляной шахте, по мнению автора, заключается в следующем. Как только человек оказывается в соляной шахте, где уровень атомной радиации существенно (намного ниже) отличается от среднемирового, наблюдаемого на Земле, его организм воспринимает это как смертельную угрозу своему существованию.

Дело в том, что ни данный человек, ни его предки вплоть до LUCA, не знали условий окружающей среды где не было бы атомной радиации. Мало того, LUCA формировался под воздействием уровня атомной радиации, в 3 раза превышающего ныне наблюдаемого [24]. В работе [27] указанный уровень оценен в 10 раз больше от ныне наблюдаемого. Скорее всего, были учтены повышенная вулканическая активность и интенсивность выпадения гигантских метеоритов. Практически мгновенное



снижение интенсивности атомной радиации приводит к нарушению метаболизма в организме человека. И хотя организм человека (как и любого существа на Земле) не имеет органа для идентификации (распознавания) атомной радиации, он вынужден реагировать на ее снижение путем повышения до предела абсолютно всех своих функциональных возможностей, поскольку он не знает какая функция потребуется ему для устранения указанной угрозы. А эти возможности зависят от функционирования всех органов человека, включая и мозг. Стало быть, все органы человека должны функционировать на пределе своих возможностей.

Ведь речь идет о жизни или смерти организма и он начинает готовиться к неизвестным и опасным испытаниям, которые последуют после снижения уровня интенсивности атомной радиации. Такая реакция организма человека при его попадании в пространство, лишенное привычного фонового уровня атомной радиации, следует из теории естественного отбора Чарльза Дарвина [28]: "Так как постоянно возникает борьба за существование, то из этого вытекает, что всякое существо, которое в сложных и нередко меняющихся условиях его жизни, хотя незначительно, изменится в направлении для него выгодном, будет иметь больше шансов выжить и, таким образом, подвергнется естественному отбору" [27].

Выгодным направлением для организма человека в данной ситуации будет повышение до предела абсолютно всех своих функциональных возможностей. В этом случае у него будет больше шансов выжить и, таким образом, подвергнуться естественному отбору.

Например, в случае обвала в соляной шахте и последующего заточения человека в изолированном пространстве он с большей вероятностью сможет разобрать завал, так как у него будет больше физических и умственных сил (надо еще подумать, где начинать разбирать завал). Кроме того, более вероятно, что спасатели найдут его живым, так как он проживет дольше (органы человека функционируют на пределе своих возможностей). Если бы организм человека, попавшего в соляную шахту, не воспринимал это как смертельную угрозу своему существованию, то у него было бы меньше шансов выжить в описанной ситуации. Естественный отбор продолжается.

Таким образом, происходит активация, активизация и расширение до предела абсолютно всех функциональных возможностей всех органов и функций организма человека, в том числе и мозга. Все это приводит к лечению или к облегчению симптомов различных заболеваний, улучшению самочувствия, укреплению иммунитета и т. п.

## 5. Механизм лечебного эффекта при закаливании человека ледяной водой

Аналогичная ситуация наблюдается при закаливании организма человека ледяной водой. Как только человек оказывается в ледяной воде, его организм практически мгновенно начинает рассматривать создавшуюся ситуацию как смертельно опасную угрозу своему существованию. Десятки, а иногда сотни человек в России, погибают при несчастных случаях в ледяной воде. Однако в отличие от человека, попавшего в соляную шахту, у которого организм автоматически реагирует на последствия снижения уровня атомной радиации, но не может ее идентифицировать (распознать), чтобы покинуть опасное место, человек, попавший в ледяную воду, не только автоматически реагирует на последствия воздействия ледяной воды, но и осознает смертельную опасность создавшейся ситуации, принимая меры для ее ликвидации. На этом основан способ закаливания организма человека ледяной водой. Погружение человека в ледяную воду сопровождается (в покое) повышением артериального давления на 15...20 % и увеличением потребления кислорода на 76 % [29].

Таким образом, организм человека готовится к борьбе с ледяной водой. А для этого ему необходимо расширить до предела все функциональные возможности, в том числе и мозга, которые зависят от внутренних и внешних органов человека. Ведь речь идет о жизни или смерти организма. Причем организм человека реагирует на ледяную воду описанным образом вне зависимости от того, каким путем он оказался в ледяной воде: закаляется в ледяной воде или оказался в полынье в результате несчастного случая; закалка в ледяной воде может превратиться в несчастный случай, и организм это учитывает.

В соответствии с Естественным Отбором [28], человек, оказавшийся в полынье, имеет больше шансов выжить при напряжении всех своих функциональных возможностей (всех сил), в том числе и мозга, чтобы выбраться из нее, причем выбор удачного маршрута движения к берегу зависит от состояния его мозга. По такому принципу происходит закаливание организма ледяной водой.

Для особо закаленных людей рекомендуемая температура ледяной воды составляет 0 °С при продолжительности пребывания в воде не более 5 мин 35 с [29]. Для большинства не закаленных людей эта температура может стать смертельной. Температуру ледяной воды 0 °С и нахождения (при несчастном случае или кораблекрушении) в ней в течение 30 мин можно считать смертельной для 100 % людей.

Таким образом, при непосредственной смертельной угрозе своему существованию, которая

уже начала осуществляться, поскольку человек уже находится в ледяной воде, его организм мобилизует абсолютно все свои ресурсы для повышения и расширения своих функциональных возможностей до их предела. Это приводит к лечению или смягчению симптомов различных заболеваний, улучшению самочувствия, укреплению иммунной системы и т. п. Другими словами, организму человека легче бороться с болезнью, когда все органы и функции работают не в повседневном режиме, а в режиме чрезвычайной ситуации. Все это воспринимается организмом человека, да и самим человеком, как терапевтический процесс с последующим лечебным эффектом. Коротко это называется закаливанием ледяной водой.

### **6. Механизм лечебного эффекта при радиоактивной закалке**

Таким образом получается, что терапевтическая процедура и последующий лечебный эффект, наблюдаемый в результате пребывания человека в соляной шахте, в принципе абсолютно аналогичен лечебному эффекту, наблюдаемому при закаливании ледяной водой. Тогда указанную процедуру и эффект можно назвать радиоактивной закалкой, но это название не точное. Более точное название: закаливание путем помещения человека в пространство с супермалой дозой атомной радиации, наблюдаемой в соляной шахте. Однако в рамках борьбы с радиофобией, указанное более точное название авторы рекомендуют не применять, так как обыватель (журналист) не будет анализировать описанный механизм лечебного эффекта пребывания человека в соляной шахте. Он будет говорить примерно так (у нас на сей счет уже есть Чернобыльский опыт): "Коль скоро супермалые дозы атомной радиации полезны, значит фоновые, а тем более повышенные уровни радиации, вредны". Но это совершенно не так. Мы упоминали, что человек, оказавшийся в ледяной воде, погибает не более, чем за 30 мин. Совершенно аналогичная ситуация произойдет, если нахождение человека в соляной шахте не ограничить безопасным временем. Не случайно считается, что время пребывания человека в соляной шахте составляет 45 мин в сутки [9, 16]. Видимо, тогда и начинают проявляться первые симптомы нарушения метаболизма в организме человека.

В работе [1] сказано, что лечение ведется путем оставления человека на ночь в соляной шахте. В этом случае можно предполагать, что уровень атомной радиации в соляной шахте не намного ниже фонового уровня на земле. Точно так же, как недостаточно холодная вода требует более длительной выдержки человека в воде, чтобы

получить желаемый терапевтический эффект. В связи с этим необходимо упомянуть, что температура как феномен возникла в момент создания Вселенной, а атомная радиация — намного позже. В Планковский момент времени, через  $10^{-43}$  с от начала Большого Взрыва, примерно 15 млрд лет назад, температура Вселенной составляла  $10^{31}$  К, плотность —  $10^{90}$  кг/см<sup>3</sup>, а радиоактивные элементы формировались примерно 10 млрд лет назад [21].

### **7. Доказательства существования лечебного эффекта при радиоактивной закалке**

Доказательства существования терапевтического процесса и последующего лечебного эффекта у человека в результате его пребывания в течение определенного времени в соляной шахте (в результате радиоактивной закалки) состоят в следующем.

Все источники [2—19] указывают, что многие болезни вылечиваются или их симптомы смягчаются при нахождении человека в течение определенного времени в соляной шахте. Так и должно быть при радиоактивной закалке. Все органы и функции организма человека активизируются и работают на предельном режиме, в результате чего организму легче справиться с многими болезнями.

В работе [16] указаны практически все имеющиеся у человека заболевания, которые поддаются лечению в соляной шахте. Лечебный эффект приписывается соляной аэрозоли, содержащей 0,1...7 г соли на 1 м<sup>3</sup> воздуха в пространстве соляной шахты.

В работах [8, 16] на основании научного исследования подчеркивается, что в соляной шахте наблюдается стерильная обстановка, в результате чего убиваются микроорганизмы и микробы, вызывающие легочные заболевания. И это приписывается соляной аэрозоли, содержащей 0,1...7 г соли на 1 м<sup>3</sup> воздуха. Ученых, проводивших указанные исследования, не смутил тот факт, что средняя соленость мирового океана составляет 35 000 г соли на 1 м<sup>3</sup> воды, что в тысячи раз превышает концентрацию соли в воздухе соляной шахты, а микроорганизмов, в том числе и патогенных, в мировом океане полным полно.

По мнению авторов, микроорганизмы и микробы погибают в соляной шахте в результате супермалого уровня атомной радиации, наблюдаемой в ней. Микроорганизмы и микробы, как и все другие существа на Земле, привыкли к фоновым уровням атомной радиации, хотя они и могут выдерживать намного большие дозы. Воздействуя излучением на популяцию



бактериальных клеток, через несколько поколений мы можем получить нечувствительные к излучению клетки [22].

Таким образом, бактерии привычны к фоновым и повышенным уровням атомной радиации. В процессе эволюции они, как и другие существа на Земле, периодически подвергались повышенным уровням атомной радиации в результате локальных и даже глобальных изменений структуры земной коры, извержений вулканов, падений гигантских метеоритов, космического излучения или других катаклизмов. А вот намного пониженные дозы, по сравнению со средним фоновым излучением атомной радиации на Земле, микроорганизмы и микробы никогда не испытывали по той причине, что таких мест на Земле не было и нет. По причине своих малых размеров, примитивности метаболизма и короткой продолжительности жизни микроорганизмы и микробы должны погибать в соляных шахтах в течение нескольких минут в результате нарушения или прекращения метаболизма.

По-видимому, гамма-кванты, при их определенной интенсивности, каким-то образом играют ключевую роль в процессе метаболизма живых организмов. При отсутствии гамма-квантов или при их недостаточной интенсивности прекращаются процессы метаболизма, что ведет к гибели любого организма [26]. Оценочные расчеты показали, что при мощности фоновой амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения в соляной шахте равной 4 нЗв/ч (см. табл. 5, "Аванский солекомбинат") на каждый квадратный сантиметр площади живой ткани попадает всего 0,1 гамма-квантов/с, тогда как на поверхности шахты — 3 гамма-кванта/с (1 мбэр означает, что на каждый квадратный сантиметр площади живой ткани попадает миллион гамма-квантов [24]).

В источниках [2—19] сказано, что пребывание человека в соляной шахте способствует лечению легочных заболеваний. Это объясняют тем, что признаки улучшения состояния здоровья напрямую связаны с пребыванием человека в соляной шахте. Дело в том, что патогенные микробы, видимо, убиваются в течение короткого промежутка времени (считанные минуты) так что визуальный результат лечебного эффекта (прекращение кашля) проявляется практически сразу после посещения соляной шахты или даже во время пребывания человека в соляной шахте. Тогда как другие лечебные эффекты маскируются за приемом лекарств, медицинскими процедурами и прочими манипуляциями над организмом человека, который может и не связывать указанный лечебный эффект с пребыванием в соляной шахте.

## Выводы

Терапевтическая процедура и последующий лечебный эффект в результате пребывания человека в соляной шахте, по мнению авторов, результат низких, не наблюдаемых на Земле, уровней атомной радиации. Лечебный эффект зависит от уровня атомной радиации в соляной шахте, времени пребывания человека в ней, состояния его здоровья, возраста и других параметров организма человека. Указанная процедура и последующий лечебный эффект, названный радиоактивной закалкой, по своему лечебному эффекту аналогичен закалке ледяной водой с той существенной разницей, что закалка ледяной водой представляет собой исключительно неприятную процедуру. Поэтому радиоактивная закалка приобретает все большую популярность во всем мире и, по мнению авторов, представляет собой эффективное средство борьбы с радиобоязнью.

## Список литературы

1. **Агаджанян Н. А., Катков А. Ю.** Резервы нашего организма. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Знание, 1990. — 240 с.
2. <http://www.armsalt.am/> (дата обращения 11.01.2018).
3. <http://www.glaciersaltcave.com/> (дата обращения 11.01.2018).
4. <http://www.russalt.ru/> (дата обращения 11.01.2018).
5. <http://thesaltcaveandspa.com/symptoms.php> (дата обращения 11.01.2018).
6. <https://saltcaveminnesota.com/treatments/> (дата обращения 11.01.2018).
7. <http://saltcave.co.uk/adults> (дата обращения 11.01.2018).
8. <https://www.treatmentabroad.com/medical-spas/guide/salt-cave> (дата обращения 16.01.2018).
9. <http://www.ashevillesaltcave.com/category/salt-therapy-facts/> (дата обращения 16.01.2018).
10. <http://zenbarhealing.com/treatment-menu/salt-cave/> (дата обращения 16.01.2018).
11. <http://glamimed.com/en/pages/1553093> (дата обращения 16.01.2018).
12. <http://saltcaveoakville.com/services/salt-caves/salt-therapy-benefits/> (дата обращения 16.01.2018).
13. <http://salt-cave.net/?p=85&lang=en> (дата обращения 17.01.2018).
14. <http://www.goodshelp.com/how-useful-salt-cave/> (дата обращения 17.01.2018).
15. <https://www.saltwonder.ca/uncategorized/treatment-of-respiratory-diseases-by-salinoterapie/> (дата обращения 17.01.2018).
16. [http://changeland.com/attachments/020\\_References%20for%20salt%20cave%20therapy%20UK.pdf](http://changeland.com/attachments/020_References%20for%20salt%20cave%20therapy%20UK.pdf) (дата обращения 17.01.2018).
17. <http://www.lung.org/about-us/blog/2016/06/promising-placebo-salt-halotherapy.html> (дата обращения 18.01.2018).
18. **Червинская А. М.** Галоаэрозольная терапия в комплексном лечении и предотвращении легочных заболеваний. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. — СПб., 2001. — 41 с.
19. [http://www.salt-cocoon.com/wp-content/uploads/2016/05/Halotherapy\\_Of\\_Respiratory\\_Diseases.pdf](http://www.salt-cocoon.com/wp-content/uploads/2016/05/Halotherapy_Of_Respiratory_Diseases.pdf) (дата обращения 18.01.2018).

20. **Сивинцев Ю. В.** Насколько опасно облучение. (Радиация и человек). 2-е издание, перераб. и доп. — М.: Издат, 1991. — 112 с.
21. **Силк Д.** Большой взрыв / Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — 391 с.
22. **Лэйн Н.** Кислород. Молекула, изменившая мир. Пер. с англ. — М.: Издательство "Э", 2016. — 592 с.
23. **В горы** за здоровьем и радиацией // Журнал Ядерного общества России. — 2003. — № 5—6. — С. 21—25.
24. **Бейлин В. А., Боровик А. С., Малышевский В. С.** Радиация, жизнь, разум / Научно-популярное издание. — Ростов-на-Дону, 2001. — 66 с.
25. **Тихонов М., Петров Э., Муратов О.** Взгляд на атомную энергетику сквозь призму общественного сознания // Журнал Ядерного общества России. — 2004. — № 1. — С. 19—26.
26. <http://forum.sirius.dn.ua/obshchestvo/radiatsiya-i-zhiznchto-neobkhodimo-znat-kazhdomu-cheloveku-o-radiatsii-1397.0.html> (дата обращения 18.01.2018).
27. **Шкловский И. С.** Вселенная, жизнь, разум. — М.: Наука, 1976. — 368 с.
28. **Чарльз Дарвин.** Происхождение видов путем естественного отбора: Книга для учителя. — М.: Просвещение, 1986. — 383 с.
29. **Колгушкин А. Н.** Целебный холод воды. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 128 с.

**G. H. Harisov, Professor, A. G. Zavorotnyy, Associate Professor,**  
e-mail: zavorotnyi\_agz@mail.ru, State Fire Academy of EMERCOM of Russia,  
Moscow

## Effect of Influence on the Person of Supersmall Doses of the Atomic Radiation Observed in Salt Shakhty

*The article shows that the therapeutic procedure and the subsequent therapeutic effect as a result of human presence in the salt mine is not due to the influence of the salt aerosol located in the mine space, as is currently believed, but is the result of an action in excess of small doses of atomic radiation not observed anywhere in the world Earth.*

*The levels of radioactivity of the three types of salt extracted by the mine method are determined. It is shown that all the observed attributes of the therapeutic effect as a result of human presence in the salt mine fit into the reactions of living organisms programmed by the evolution to extremely small doses of atomic radiation.*

**Keywords:** salt mine; therapeutic effect; supersmall doses of atomic radiation, radiophobia

### References

1. **Agadzhanian N. A., Katkov A. Yu.** Rezervy nashego organizma. 3 izdanie. — Moscow: Znaniye, 1990. 240 p.
2. <http://www.armsalt.am/> (date of access 11.01.2018).
3. <http://www.glaciersaltcave.com/> (date of access 11.01.2018).
4. <http://www.russalt.ru/> (date of access 11.01.2018).
5. <http://thesaltcaveandspa.com/symptoms.php> (date of access 11.01.2018).
6. <https://saltcaveminnesota.com/treatments/> (date of access 11.01.2018).
7. <http://saltcave.co.uk/adults> (date of access 11.01.2018).
8. <https://www.treatmentabroad.com/medical-spas/guide/salt-cave> (date of access 16.01.2018).
9. <http://www.ashevillesaltcave.com/category/salt-therapy-facts/> (date of access 16.01.2018).
10. <http://zenbarhealing.com/treatment-menu/salt-cave/> (date of access 16.01.2018).
11. <http://glamimed.com/en/pages/1553093> (date of access 16.01.2018).
12. <http://saltcaveoakville.com/services/salt-caves/salt-therapy-benefits/> (date of access 16.01.2018).
13. <http://salt-cave.net/?p=85&lang=en> (date of access 17.01.2018).
14. <http://www.goodshelp.com/how-useful-salt-cave/> (date of access 17.01.2018).
15. <https://www.saltwonder.ca/uncategorized/treatment-of-respiratory-diseases-by-salinoterapie/> (date of access 17.01.2018).
16. [http://changeland.com/attachments/020\\_References%20for%20salt%20cave%20therapy%20UK.pdf](http://changeland.com/attachments/020_References%20for%20salt%20cave%20therapy%20UK.pdf) (date of access 17.01.2018).
17. <http://www.lung.org/about-us/blog/2016/06/promising-placebo-salt-halotherapy.html> (date of access 18.01.2018).
18. **Chervinskaya A. M.** Galoerozol'naya terapiya v kompleksnom lechenii i predotvrashchenii legochnykh zabolevaniy. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoj stepeni doktora meditsinskikh nauk. Saint-Petersburg, 2001. 41 p.
19. [http://www.salt-cocoon.com/wp-content/uploads/2016/05/Halotherapy\\_Of\\_Respiratory\\_Diseases.pdf](http://www.salt-cocoon.com/wp-content/uploads/2016/05/Halotherapy_Of_Respiratory_Diseases.pdf) (date of access 18.01.2018).
20. **Sivintsev Yu. V.** Naskol'ko opasno oblucheniye. (Radiatsiya i chelovek). 2 izdaniye. Moscow: Izdat, 1991. 112 p.
21. **Silk D.** Bol'shoy vzryv. Perevod s anglijskogo. — Moscow: Mir, 1982. 391 p.
22. **Leyn N.** Kislород. Molekula, izmenivshaya mir. Perevod s anglijskogo. Moscow: Izdatel'stvo "E", 2016. 592 p.
23. **V gory** za zdorov'yem i radiatsiyey. *Zhurnal Yadernogo obshchestva Rossii.* 2003. No. 5—6. P. 21—25.
24. **Beylin V. A., Borovik A. S., Malyshevskiy V. S.** Radiatsiya, zhizn', razum. Nauchno-populyarnoye izdaniye. Rostov-na-Donu, 2001. 66 p.
25. **Tikhonov M., Petrov E., Muratov O.** Vzglyad na atomnuyu energetiku skvoz' prizmu obshchestvennogo soznaniya. *Zhurnal Yadernogo obshchestva Rossii.* 2004. No. 1. P. 19—26.
26. <http://forum.sirius.dn.ua/obshchestvo/radiatsiya-i-zhiznchto-neobkhodimo-znat-kazhdomu-cheloveku-o-radiatsii-1397.0.html> (date of access 18.01.2018).
27. **Shklovskiy I. S.** Vselennaya, zhizn', razum. Moscow: Nauka, 1976. 368 p.
28. **Charl'z Darvin.** Proiskhozhdeniye vidov putem yestestvennogo otbora: Kniga dlya uchitelya. Moscow: Prosveshcheniye, 1986. 383 p.
29. **Kolguшкин А. Н.** Tselebnyy kholod vody. Moscow: Fizkul'tura i sport, 1986. 128 p.



УДК 612.3:613.12-057.5(23.03)

**А. С. Шаназаров**, д-р мед. наук, проф., гл. науч. сотр., e-mail: iferov@mail.ru,  
**Ш. Ю. Айсаева**, канд. биол. наук, ученый секретарь,  
**Д. Ш. Чынгышпаев**, канд. мед. наук, науч. сотр., Институт горной физиологии  
и медицины Национальной академии наук Кыргызской Республики, Бишкек

## Оптимизация норм питания при различных категориях тяжести труда в высокогорье

*Освещены вопросы разработки и совершенствования нормативов питания при трудовой деятельности в высокогорье. Приведены коэффициенты среднесуточной физической и профессиональной активности при различных категориях тяжести труда в горах. Выведены средние значения энергозатрат на высоте 3000 м и выше. Предложены нормы питания и рационы с учетом сроков адаптации и напряженности труда в высокогорье.*

**Ключевые слова:** высокогорье, физическая работа, тяжесть труда, энергозатраты, питание, жиры, белки, углеводы

Трудовая деятельность в высокогорье, осуществляемая в условиях гипоксии, предъявляет к организму повышенные требования. Чтобы обеспечить доставку необходимого количества кислорода с напряжением функционируют сердечно-сосудистая, дыхательная и другие физиологические системы организма [1]. Недостаточность кислорода сказывается на эффективности обменных и энергетических процессов, что способствует более быстрому "физиологическому износу" организма. Помимо основных гео-гелиофизических, геохимических и биоклиматических факторов, присущих высокогорью, на жизнедеятельность человека в горах влияет целый ряд социально-психологических факторов, роль которых возрастает при трудовой деятельности.

В связи с этим важным звеном комплексной медико-социальной защиты человека в горах должно стать введение специального питания, имеющего лечебно-профилактическую направленность. Питание — один из важнейших физиологических механизмов, способствующих повышению сопротивляемости организма и формированию адаптационных процессов [2, 3]. Именно благодаря поступлению необходимых нутриентов организм имеет возможность скорректировать свои приспособительные возможности к тем или иным условиям внешней среды.

Доказанным является факт влияния алиментарных факторов на метаболические процессы. Ингредиенты пищи имеют не только энергетическое значение, но и являются важными структурными компонентами клеток. Они не просто покрывают пластические и энергетические запросы, но являются источником регуляторных и защитных факторов, необходимых для согласованной

деятельности всех систем организма, а также для приспособления к внешним условиям среды и для борьбы с повреждающими воздействиями [4—6].

Теоретические исследования показывают, что для работников горнорудных предприятий, гидроэнергетических сооружений, дорожных и многих других служб, которым свойственен труд разной напряженности и тяжести, необходимы специальные рационы, способствующие скорейшему формированию процессов адаптации и направленные на повышение сопротивляемости организма и компенсацию физиологических нарушений. Это связано с тем, что на высотах порядка 2500...3000 м, в зависимости от тяжести труда, энергетические затраты на выполнение работы, аналогичной условиям работы на равнине, возрастают на 15...20 % [7, 8].

Исследования, проведенные на различных высокогорных объектах Кыргызстана, по определению основного обмена (обмена в покое) позволили получить и рассчитать методом газоанализа профессиональные и среднесуточные энергозатраты у лиц, длительное время (0,5...3 года) работающих в высокогорье (табл. 1).

Имея в виду, что при тяжелой физической работе параллельно с аэробным гликолизом идут анаэробные процессы, учтены потери субстратов и энергии, характерные для деятельности в условиях гипоксии и не определяемые методом газоанализа (10 % от профессиональных энергозатрат), по аналогии с энергозатратами, связанными со специфически динамическим действием пищи (10 % величины основного обмена). На основании профессиональных и суточных энергозатрат на различных высотах выведены коэффициенты физической активности в соответствии с предложениями экспертов ФАО/ВОЗ/УООН [9].



**Среднесуточные и профессиональные энергозатраты в условиях высокогорья**

Показатели	Высота расположения объекта, м над уровнем моря							
	760	760	760	3000	3100	3500	3800	4150
	Категория тяжести труда							
	I	II	III	II	II, III	II	I, II, III	II
ВОО* за 8 ч сна, ккал	520	520	520	470	520	520	450	540
СДД** пищи, ккал	156	156	156	141	156	156	135	162
Профессиональные энергозатраты за 11 ч рабочей смены, ккал	1216	1931	2717	2117	2669	2326	2563	2213
Энергозатраты на социальную активность, ккал	585	585	585	650	667	702	623	802
Энергозатраты на пассивный отдых, ккал	195	195	195	217	222	234	208	267
Неучтенные*** энергозатраты, ккал	—	—	—	212	267	233	256	221
Суточные энергозатраты, ккал	2672	3387	4173	3807	4501	4171	4186	4206
Увеличение энергозатрат, % к условиям на равнине	—	—	—	12,4	19	23,1	22,7	24,2

\* Величина основного обмена (ВОО).  
 \*\* Специфически-динамическое действие пищи (10 % от ВОО).  
 \*\*\* Потери субстратов и энергии, не учитываемые методом газоанализа (10 % от профессиональных энергозатрат).

При труде средней тяжести (II категория) коэффициенты среднесуточной активности на высотах 3100, 3500 и 4150 м над уровнем моря составили 2,70; 2,67 и 2,60 усл. ед.; коэффициенты профессиональной активности — 3,28; 3,25 и 2,98 усл. ед. В среднем для высокогорья эти значения равны 2,66 и 3,17; для предгорных равнин — 1,78 и 2,70 соответственно. В условиях основного обмена (1560 ккал/сутки) на высоте 3000 м и выше среднесуточные энергозатраты при I категории тяжести труда (легкий труд) составили 3506 ккал, при II категории — 4151 ккал, при III категории (тяжелый труд) — 5078 ккал. Это в свою очередь позволило вывести усредненные значения суточных энергозатрат с различной тяжестью труда для высот порядка 3000 м и выше. В среднем для легкого труда они составили 3500 ккал, для труда средней тяжести — 4200 ккал и для тяжелого физического труда — 5100 ккал. Увеличение энергетических затрат в условиях высокогорья требует повышения и общей калорийности питания.

Для обоснования выбора наиболее адекватного подхода к повышению калорийности питания нами рассмотрены особенности обмена белков, жиров, углеводов и других нутриентов, поступающих в организм с пищей, а также вопросы пищеварения в условиях высокогорья. Анализ данных некоторых работ [10, 11] свидетельствует

о нарушении обмена и повышении катаболизма белков в горах, что дает основание рекомендовать повышение калорийной доли белков в высокогорном рационе питания. Предпочтительнее включение белков с высокой биологической ценностью, т. е. животных белков (55...60 % всего суточного количества белка).

Особенности жирового обмена в высокогорье убеждают в необходимости повышения в рационе количества жиров, содержащих большой процент полиненасыщенных жирных кислот. Как считают авторы работ [4, 12], необходимо увеличить их долю в 8—10 раз по сравнению с существующими нормами. Общая калорийность суточного рациона должна соответствовать реальным значениям энергозатрат при данной тяжести труда. Это необходимо не только для восстановления и модификации подвергшихся деградации мембранных структур и восполнения повышенных энергозатрат, но и для обеспечения всасывания жирорастворимых витаминов (А, D, Е и др.), суточная потребность в которых в высокогорье возрастает [13]. Считается, что жиры в горах легче всасываются и усваиваются, увеличивая адаптацию к холоду.

Очень высока роль углеводов как основного источника энергии, способствующего повышению общей работоспособности и производительности



Таблица 2

## Структура рационов № 1...№ 9 суточного питания в процессе адаптации к высокогорью

Показатели	"Щадящий" рацион	"Компенсирующий" рацион	Постоянный рацион
Труд легкой степени тяжести			
	№ 1	№ 4	№ 7
Соотношение белков, жиров углеводов (БЖУ)*	1:1:5	1:1,2:4,5	1:1,2:4,8
Абсолютные значения БЖУ, г	85; 85; 425	107; 128; 482	103; 124; 494
Калорийность рациона, ккал	2800	3500	3500
Труд средней степени тяжести			
	№ 2	№ 5	№ 8
Соотношение белков, жиров углеводов (БЖУ)	1:1:6	1:1,2:4,5	1:1,3:5
Абсолютные значения БЖУ, г	92; 92; 552	128; 154; 576	118; 153; 590
Калорийность рациона, ккал	3400	4200	4200
Труд тяжелой степени тяжести			
	№ 3	№ 6	№ 9
Соотношение белков, жиров углеводов (БЖУ)	1:1:6	1:1,2:4,5	1:1,3:5,5
Абсолютные значения БЖУ, г	111; 111; 666	155; 186; 698	138; 180; 732
Калорийность рациона, ккал	4100	5100	5100

\* Последовательность в соотношении нутриентов соответствует их порядку упоминания в обозначении.

труда. Поэтому в первые дни пребывания на больших высотах рекомендуются рационы, богатые легкоусвояемыми углеводами. Целесообразность углеводистой диеты для горных жителей признают киргизские ученые [11, 14], предлагая одновременно увеличить долю жиров. В первые дни пребывания на высотах 3000 м и выше наблюдается задержка воды в организме, олигурия, в последующие сроки наступает обезвоживание. Поэтому для восполнения потерь жидкости рекомендуется увеличение ее количества до 3...4 л в сутки. В высокогорье также значительно увеличиваются потребности организма в витаминах, особенно обладающих антиоксидантным действием, таких как С, А, Е, D, каротиноиды, ретиноацетат.

Варианты калорийности, соотношений белков, жиров и углеводов в абсолютных значениях (в граммах) и формул суточных рационов, учитывающих сроки адаптации к высокогорью и тяжесть труда, представлены в табл. 2. Из нее следует, что на этапе приспособления организма к условиям гипоксической среды (1—2 недели) целесообразна "щадящая" диета углеводной ориентации, имеющая более низкую калорийность по сравнению с должными энергозатратами. Общая калорийность такого рациона снижена по отношению к должным энергозатратам в горах в среднем на 20 % (равнинный уровень), при этом изменена формула

рациона в сторону повышения доли углеводов. В последующем (2—3 недели) целесообразна "компенсирующая" (восполняющая) диета с увеличением доли белка выше значений, указываемых в так называемой формуле сбалансированного питания (1:1:4).

Во все последующие сроки работы в высокогорье при оптимизации норм питания для работников горнодобывающих компаний рекомендуется рацион, содержащий достаточно высокое содержание белка и жира при их общей высокой калорийности. Увеличение в суточном рационе процента биологически полноценных животных белков направлено на компенсацию их усиленного катаболизма при высокогорной гипоксии и гипоксии нагрузок, а повышение доли легкоусвояемых животных жиров и полиненасыщенных жирных кислот — на защиту клеточных мембран от перекисного окисления липидов. Немаловажным является включение в рацион кислородно-минеральных коктейлей с добавлением, при необходимости, одного из адаптогенов (настойки женьшеня, китайского лимонника, золотого корня, элеутерококка, облепихового масла), а также повышенных доз витаминов антиоксидантного ряда (А, С, D, Е) и витаминов, обеспечивающих окислительно-восстановительный потенциал и адаптационный биосинтез (группа В, флавоноиды, ниацин и др.).

Таким образом, повышение общей калорийности рациона и его сбалансированность, соответствующие срокам адаптации к условиям высокогорной гипоксии и тяжести труда, достигаются путем изменения соотношения основных нутриентов питания: некоторым увеличением потребления белка, и значительным увеличением жиров и углеводов.

### Список литературы

1. **Биология** жителей высокогорья / Под ред. П. Бейкера, М. М. Миррахимова. — М.: Мир, 1981. — 392 с.
2. **Научные основы** здорового питания / В. А. Тутельян, А. И. Вялков, А. Н. Разумов и др. — М: Панорама, 2010. — 816 с.
3. **Еганиян Р. А.** Особенности питания жителей Крайнего Севера России (обзор литературы) // Профилактическая медицина. — 2013. — № 16 (5). — С. 41–47.
4. **Ленинджер А.** Основы биохимии. — М.: Мир, 1985. — Т. 3. — С. 812–848.
5. **Физиология** человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. — М.: Мир, 1986. Т. 4. — С. 86–107.
6. **Павлоцкая Л. Ф., Дуденко Н. В., Эйдельман М. М.** Физиология питания. — М.: Высшая школа, 1989. — 368 с.

7. **Мамбеталиев Б. С.** Производственный труд в горах. — Бишкек: Илим, 1992. — 183 с.
8. **Проблемы** труда в горах: Обзорная информация / А. С. Шаназаров, Т. Б. Черноок, М. Ю. Глушкова, Н. А. Боголюбова. — Бишкек: КыргНИИТИ, 1994. — 75 с.
9. **Потребности** в энергии и белке: Доклад Объединенного консультативного совещания экспертов ФАО/ВОЗ/УООН. — Женева, 1987. — С. 70–80.
10. **Алдашев А. А.** Питание и высокогорье. — Алма-Ата: Казахстан, 1983. — 128 с.
11. **Шпирт М. Б., Эсенманова М. К.** Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах, энергии, основных пищевых продуктах для различных групп населения Республики Кыргызстан. — Бишкек, 1993. — 25 с.
12. **Яковлев В. М., Терновой В. А., Михайлов И. В.** Мембраны и адаптация в высокогорье. — Бишкек: Илим, 1994. — 204 с.
13. **Шарманов Т. Ш., Алдашев А. А.** Рационализация питания организованных коллективов людей в условиях высокогорья: Методические рекомендации. — Алма-Ата, 1980. — 21 с.
14. **Эсенманова М. К., Кожамкулов Т. А.** Гигиеническая характеристика питания и обмена веществ жителей высокогорья Тянь-Шаня и Памира // Гигиена питания. — 1980. — № 11. — С. 10–12.

**A. S. Shanazarov**, Professor, Chief Researcher, e-mail: ifepv@mail.ru,  
**Sh. Yu. Aysayeva**, Scientific Secretary, **D. Sh. Chyngyshpayev**, Research Associate,  
 Institute of mountain physiology and medicine of National Academy of Sciences of the  
 Kyrgyz Republic, Bishkek

## Optimization of Food Standards in the Different Categories of Labour Severity in High Mountains

*The article highlights issues of development and improvement of food standards for employees that work in the highlands. There are shown an average daily rates of physical and professional activity in the different categories of severity of labor in the mountains. Average values of energy consumption at an altitude of 3000 m and above are deduced. Considering terms of adaptation and labor intensity in the highlands, the food standards and rations were proposed.*

**Keywords:** high mountains, physical work, labor severity, energy consumption, nutrition, fats, proteins, carbohydrates

### References

1. **Biologiya** zhitelej vysokogor'ya / Ed. P. Bejkera, M. M. Mirrahimova. Moscow: Mir, 1981. 392 p.
2. **Nauchnye osnovy** zdorovogo pitaniya / V. A. Tutelyan, A. I. Vyalkov, A. N. Razumov et al. Moscow: Panorama, 2010. 816 p.
3. **Eganyan R. A.** Osobennosti pitaniya zhitelej Krajnego Severa Rossii (obzor literatury). *Profilakticheskaya medicina*. 2013. No. 16 (5). P. 41–47.
4. **Lenindzher A.** Osnovy biohimii. Moscow: Mir, 1985. Vol. 3. P. 812–848.
5. **Fiziologiya** cheloveka / Ed. R. Shmidta i G. Tevsa. Moscow: Mir, 1986. Vol. 4. P. 86–107.
6. **Pavlockaya L. F., Dudenko N. V., Ehjdelman M. M.** Fiziologiya pitaniya. Moscow: Vysshaya shkola, 1989. 368 p.
7. **Mambetaliev B. S.** Proizvodstvennyj trud v gorah. Bishkek: Ilim, 1992. 183 p.

8. **Problemy** truda v gorah: Obzornaya informaciya / A. S. Shanazarov, T. B. Chernook, M. Yu. Glushkova, N. A. Bogolyubova. Bishkek: KyrgNIINTI, 1994. 75 p.
9. **Potrebnosti** v ehnergii i belke: Doklad Ob'edinennogo konsultativnogo soveshchaniya ekspertov FAO/VOZ/UOON. Zheneva, 1987. P. 70–80.
10. **Aldashev A. A.** Pitanie i vysokogorie. Alma-Ata: Kazahstan, 1983. 128 p.
11. **Shpirt M. B., Esenomanova M. K.** Normy fiziologicheskikh potrebnostej v pishchevyh veshchestvah, energii, osnovnyh pishchevyh produktah dlya razlichnyh grupp naseleniya Respubliki Kyrgyzstan. Bishkek, 1993. 25 p.
12. **Yakovlev V. M., Ternovoj V. A., Mihajlov I. V.** Membrany i adaptaciya v vysokogor'e. Bishkek: Ilim, 1994. 204 p.
13. **Sharmanov T. Sh., Aldashev A. A.** Racionalizaciya pitaniya organizovannyh kolektivov lyudej v usloviyah vysokogorya: Metodicheskie rekomendacii. Alma-Ata, 1980. 21 p.
14. **Esenamanova M. K., Kozhamkulov T. A.** Gigienicheskaya harakteristika pitaniya i obmena veshchestv zhitelej vysokogorya Tyan-Shanya i Pamira. *Gigiena pitaniya*. 1980. No. 11. P. 10–12.

УДК 338.45.001.25:159.955

**В. В. Кирсанов**, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Казанский научно-исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ

## Роль психических процессов — мышления, активной (динамической) тревожности человека в обеспечении промышленной безопасности опасного объекта

*Показана необходимость формирования тревожности как психического процесса работника опасного производственного объекта через актуализацию профессионального обучения, так как специфика технологии и аппаратного оформления большинства опасных объектов (химическая, нефтеперерабатывающая, атомная и другие отрасли промышленности) заключается в том, что технологические процессы происходят в закрытых герметичных аппаратах. Отмечено, что закрытость аппаратов и автономность управления технологией притупляет чувство опасности (тревожности) у работника и со временем он игнорирует основные требования безопасности, что может привести к нештатной ситуации.*

**Ключевые слова:** *познание, мышление, восприятие, сознание, тревожность, промышленная безопасность, формирование, функционирование, процессы, деятельность, действия, стимул, рефлекс, объект*

Наличие у человека защитного свойства, позволяющего фиксировать постоянное внимание на опасных свойствах объекта, является "внутренним" препятствием, тормозящим процесс познания — расширения границ и возможностей тревожности.

Человек, обладая генетическим образованием — природным защитным устройством, которое постоянно "включено" и предупредит вовремя об опасных свойствах объекта, сознает наличие этого предупредительно-защитного механизма, — оно не раз его спасало, — и надеясь на это, не стремится перегружать себя познанием новых критериев тревожности. В этом заключается "минус" защитного предупредительного механизма человека.

*Познание* — высшая форма отражения действительности, носящая активный, избирательный и определяющий характер и обладающая интегральным свойством. Оно имеет следующие уровни: *чувственное познание* — восприятие окружающего посредством органов чувств; *мышление*; *теоретическое познание*. Результатом познания как процессом духовно-теоретического освоения человеком условий его жизнедеятельности является *знание*.

В условиях функционирования опасного производственного объекта, состояние тревожности работника, исходящее из генетически

обусловленных защитных функций, не обеспечивает адекватные упреждающие действия и корректирование этих действий, предписанных нормативно-техническими документами, при возникновении предаварийной ситуации и, тем более, при развитии ее в аварию.

В зависимости от результата активности познания (как процесса) и получения знаний (фиксации итогов познания) различают два вида познания.

1. Познание, имеющее цель знаний *индивидуального характера*, основано на субъективном опыте и, прежде всего, на знании таких психических процессов, как ощущение, восприятие, представление.

2. Познание, целью которого является получение объективного опыта, основанного на социальной деятельности, независимо от индивидуального опыта. Следует заметить, что отделить полностью социальную деятельность от индивидуального опыта невозможно, так как социальная деятельность предполагает и деятельность личностную, основанную на опыте индивида.

Первый вид познаний, ориентированный на индивидуальный опыт работающего и основанный на простейших психических процессах — восприятии, представлении, формирует тип тревожности, активизирующий действия

человека в процессе индивидуальной деятельности несложного вида с законченным циклом (деятельность токаря, наладчика, сварщика и т. д.).

Обеспечение промышленной безопасности опасных объектов (отсутствие аварий, травм, выбросов в окружающую среду загрязняющих веществ) со сложными технологическими процессами, происходящими в закрытом от визуального наблюдения оборудовании (химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, атомная, фармацевтическая и другие отрасли промышленности) связано с перечисленными ниже особенностями, требующими формирования и функционирования сложных психических процессов, отличающихся от естественных психических, физиологических актов обеспечения жизнедеятельности человека.

1. Технологические процессы опасных производственных объектов (ОПО) осуществляются в закрытых аппаратах, связанных между собой закрытыми коммуникациями (трубопроводами). Невозможность визуально наблюдать за ходом протекания химических реакций не позволяет использовать простые психические процессы — ощущение, восприятие, представление для познания и получения результатов процесса — знания, формирующего *адекватную тревожность*.

2. Технологические процессы ОПО происходят в искусственно созданных (форсированных) физико-химических условиях, многократно отличающихся от естественных параметров жизнедеятельности индивида по температуре, давлению, скорости, токсичности, взрывопожароопасности и т. п. Простые психические процессы, на основе которых формируется знание — ощущение, восприятие, представление, не могут сформировать в необходимой степени чувство тревожности субъекта.

3. Управление деятельностью — регулирование технологического процесса и его контроль осуществляются дистанционно из операторных помещений. Оторванность работника от технологического процесса служит препятствием для использования ощущений, восприятия, представлений при формировании объективного образа, характеризующего опасность.

Приборный контроль за технологическим процессом из операторных помещений отвечает современным требованиям обеспечения регулирования технологическим процессом, минимизирует контакт с вредными и опасными факторами производства. Но основное прикладное значение задач инженерной психологии на сегодняшний день остается — согласование технических устройств (в данном случае — системы контрольно-измерительных приборов и автоматизации) со свойствами и возможностями субъекта.

Данную проблему можно решить в комплексе следующим путем [6]:

определить рабочее место оператора исходя из его антропометрических данных — задача не представляет труда и, как правило, решается в соответствии с современными требованиями;

учесть сложность и взаимообусловленность психических процессов человека в деятельности, заключающейся при работе оператора, прежде всего, в том, что существует двухуровневый прием информации об управляемом технологическом объекте: 1-й — восприятие носителей информации по приборам и системам управления (дисплеям); 2-й — трансформация перцептивного образа, сформировавшегося на 1-м уровне в концептуальную модель (ощущения → восприятие → представление → мышление);

Тревожность как активность, направленная на предвосхищение возможной опасности, существует в форме "диспозиционной тревоги" или "тревожности" личности и в виде особой активности — активности, направленной на поиск опасности, скрытой от самонаблюдения работника.

Тревожность в виде "диспозиционной тревоги" основана на имеющемся в деятельности работника опыте соприкосновения с опасностью, воспринимаемой психическими свойствами — ощущением, восприятием, представлением. Достаточность этих психических свойств для формирования в памяти тревожности обусловлена очевидностью опасности для субъекта. В данном случае опасность "видна", ощущаема и воспринимается субъектом при взаимоотношениях с объектом как неоспоримая истина.

Перечисленные выше и некоторые другие особенности опасного объекта, заключающиеся в протекании технологических процессов в закрытых аппаратах, автономности контроля и управления опасными физико-химическими параметрами реакций, невидимых субъекту и не воспринимаемых через ощущения, восприятия, представления, не могут информировать и предупреждать работника об опасности объекта тревожностью в виде "диспозиционной тревоги", так как у работника нет "диспозиций". "Диспозиций" не может быть, ибо работник не представляет скрытой в закрытом технологическом процессе опасности для него. Для предупреждения работника об опасных последствиях при встрече с объектом нужен *не статический вид тревожности*, основанный на опыте отношений с опасностью, направленной, прежде всего на человека как носителя определенных витальных свойств, а *динамический* — особой активности, направленной на поиск скрытой опасности для человека.

Необходимость функционирования тревожности как распознающей активности человека обусловлена направленностью на выявление скрытой опасности. Поисковая активность тревожности

заключается в том, что она не ограничивается наличной ситуацией, использует опыт прошлого и проецирует ситуацию в будущее.

Соотношение тревожности как активности, направленной на выявление потенциально опасных свойств объекта, с другими психическими процессами можно проиллюстрировать схемой, приведенной на рис. 1.

*Тревожность* работника опасного объекта, как распознающая активность и предупреждающая его о скрытой опасности, свойственной опасным объектам, не может сформироваться только за счет восприятия объекта. Хотя отражать объекты может и восприятие, но восприятие дает отражение того, что *непосредственно* действует на объект в определенный момент и в определенном месте. Также и представление, как и восприятие, не может выйти за рамки того, что было получено за счет восприятия. Представление формируется на базе восприятия, которое дает субъекту непосредственное отражение объективной действительности, т. е. то, что дано непосредственно, а также то, что воспринимается человеком, т. е. образ, картину, и воспроизводит лишь поведение рефлекторного характера.

Диспозиционная активность как тревожность, назначением которой является ограждение и защита субъекта от обстоятельств, сопряженных с его витальными функциями, формируется, как уже говорилось, на основе восприятия. Восприятие многократно воспроизводит ситуации инстинктивного поведения человека по схеме: *стимул* → *восприятие* → *рефлекс*.

В процессе жизнедеятельности эта схема многократно повторяется. По мере совершенствования отношений человека с внешними факторами жизнедеятельности, становления индивида

в личность под воздействием социальной деятельности и трансформирования индивидуальной деятельности в общественную, схема *стимул* → *восприятие* → *рефлекс* совершенствуется за счет расширения стимулов в количественном и качественном отношении. Стимулов становится много. Кроме витальных — сохранение своей жизни, здоровья — источников питания появляются стимулы — сохранение своего статуса участника общественной деятельности, карьеры, уважения коллег и т. д.

С точки зрения обеспечения промышленной безопасности у человека ранее существовавшее восприятие на уровне защиты себя как субъекта индивидуальной деятельности — избегание травмирования — реструктурируется в восприятие и предоставление себя личностью — участником общей цели деятельности. В рассмотренной выше схеме появляется новое звено — диспозиционная тревожность (рис. 2).

Методология организации работы по обеспечению промышленной безопасности, основанная на функционировании и реализации данной схемы с незначительными и непринципиальными изменениями, превалирует во многих отраслях экономики и в настоящее время.

Сформировавшаяся в 20—30-х годах прошлого столетия под требования индивидуальной и частично общественной деятельности, характерными особенностями которой был конкретный труд, измеряемый конкретным количеством изделий, с ограниченными средствами, предметами труда, непосредственно воспринимаемыми человеком, данная парадигма психологии труда может быть актуальной и в настоящее время в отраслях (предприятиях, организациях) сохранившей

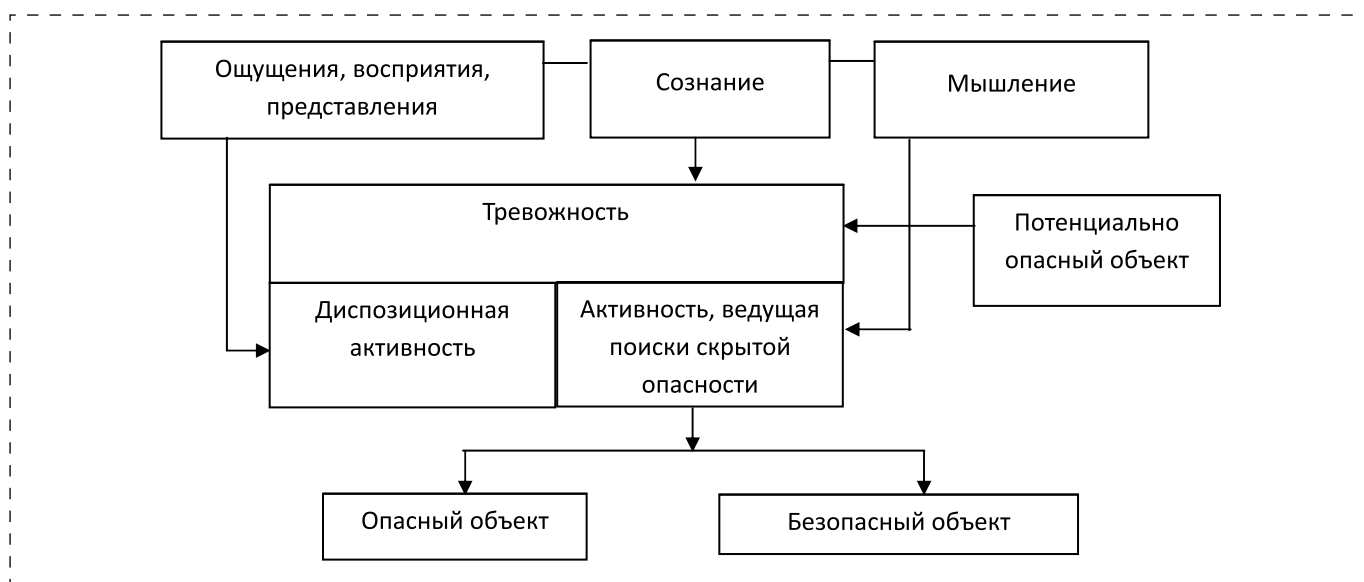


Рис. 1. Формирование тревожности и направленность тревожности

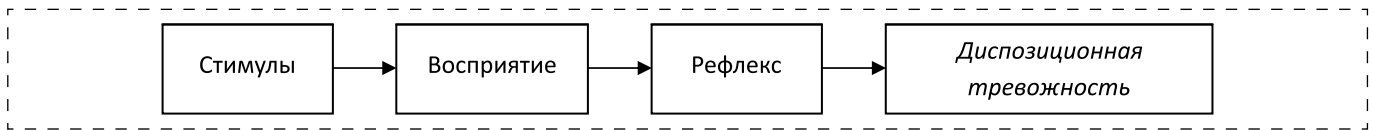


Рис. 2. Схема формирования диспозиционной тревожности

аналогичную организацию труда, например, металлообработка (токарь, фрезеровщик, штамповщик и т. д.), строительство (каменщик, сварщик, маляр и др.), сельское хозяйство (дойарка, комбайнер и др.), пищевая промышленность (повар, кондитер и др.) и других отраслях.

В настоящее время все большее развитие получают отрасли деятельности, основанные на скрытой от наблюдения, соответственно от ощущений, а значит и на базе отсутствия или недостатка ощущений, сформированного гипертрофированного восприятия — химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, атомная промышленность и некоторые другие. Кроме "скрытости" процессов указанного вида деятельности, опасность усугубляется "форсированными" параметрами (скорость, температура, давление, токсичность и др.) процесса, автономного управления (автономность, кроме известных обыденных представлений о безопасности имеет и значительную с психологической точки зрения опасность как для субъекта, так и для объекта) и другими факторами.

В некоторых разработках по психологии в качестве примеров наиболее опасных профессий, подверженных постоянному высокому риску, приводятся профессии летчика, полярника, космонавта, оператора атомной станции (после событий в Чернобыле), но ни в одном издании нет профессии работника химического, нефтехимического, нефтеперерабатывающего и многих других опасных объектов.

Бесспорно, перечисленные профессии очень опасны, как для самого работника, так и для всех участников деятельности и объекта. Но потенциальная опасность этих профессий компенсируется психологическим осознанием постоянно присутствующей опасности — тревожности, как распознающей активности субъекта.

Парадигма психологии труда, методические разработки по обеспечению промышленной безопасности, которые были разработаны (и реализованы на практике) в соответствии с рис. 2, не соответствовали организации труда ни на стадии профотбора, ни в процессе первичного и всех последующих видов обучения и инструктажей, ни при эксплуатации опасных объектов и профилактической работе. Методология разработки и утверждения ведомственных нормативно-технических документов и всей системы последующего контроля за их внедрением на опасных объектах, ориентирована, в основном, на реализацию психологического

процесса — восприятия — и на формирование тревожности диспозиционного вида.

Методология не предполагала (и не предполагает) необходимость развития восприятия в следующую, более совершенную и максимально эффективную с точки зрения обеспечения промышленной безопасности, психологическую категорию — мышление (мышление подразумевает *мыслить*, а не только воспринимать; требования нормативно-технических документов подлежат безусловному восприятию и последующему исполнению, но не "мышлению").

В процессе деятельности в отношении субъект—объект на человека действует несколько стимулов (чем более общественным становится индивидуальный труд человека, тем больше стимулов возникает). Каждый новый незнакомый стимул требуется сопоставить с существующим, проанализировать их соотношение и взаимосвязь, найти место в ряду ранее воспринятых стимулов. Этот процесс не восприятие, а более сложный процесс — мышление. В процессе мышления — и это главный отличительный от восприятия признак — познание уже предполагает наличие восприятия.

Восприятие дает непосредственное отражение действительности, мышление является ее опосредованным отражением. Цель мышления — отражение существенных характеристик действительности на основе восприятия, т. е. восприятие — непосредственное отражение действительности, являющееся *первичным* познавательным процессом, мышление *вторичный* познавательный процесс.

Мышление как высшая форма психической деятельности и наиболее совершенный познавательный процесс является одновременно и *завершающим* этапом в сложной системе взаимообусловленной схемы познавательных процессов и *начальным* этапом, предшествующим деятельности и предопределяющим ее личностный и общественно-социальный результат. Сам процесс мышления, как и всякий психологический процесс, может дать опосредованный результат в форме проявляющейся активности личности.

Предлагаемая методология психологии промышленной безопасности, одним из основополагающих принципов построения схемы которой является реализация психических процессов, активизирующих индивидуальную деятельность по промышленной безопасности, считает эту деятельность не как отдельное самостоятельное

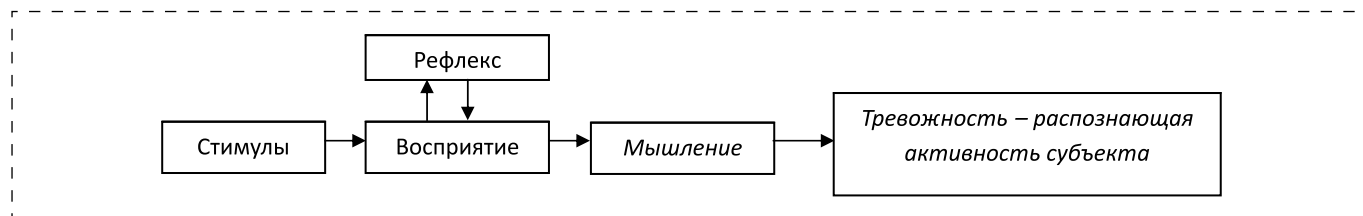


Рис. 3. Схема формирования распознающей (динамической) активности

направление в составе общественно-социальной деятельности, а как психологически обусловленную единую деятельность личности и общества (коллектива). Поэтому, визуально воспринимаемая как конечный этап, тревожность как распознающая активность субъекта (рис. 3) в контексте предлагаемой методологии, является не конечной целью (этапом), а составной частью деятельности.

Рефлекс в схеме психических процессов вынесен из состава, так как не является принципиальным и определяющим функционирование всех звеньев цепочки, направленных на актуализацию активности. Рефлекс связан только с восприятием, которое может воспроизводить отдельные виды поведения индивидуального характера.

Тревожность проявляется как активность, распознающая "невидимые" для восприятия виды опасности и может проявляться только посредством и при участии мышления.

Мышление — психический процесс, осуществляемый человеком с целью получения познаний, применяемых в социальной деятельности. Цель мышления — получение познаний для последующего практического применения и определяет соответствующий вид мышления — предметно-действенный.

На основании рассмотренного выше можно сделать вывод: реализация цели деятельности на опасном объекте и его составной части — обеспечение промышленной безопасности, в значительной степени предопределена формированием *тревожности* как распознающей опасности активности человека, которая (тревожность) создается, совершенствуется и развивается *мышлением через познание*. В свою очередь, тревожность у работника опасного объекта можно (и целесообразно) сформировать через систему профессионального обучения, актуализирующую опасность для биоты конкретных применяемых в технологии видов сырья, материалов, конечных продуктов и параметров технологического процесса.

#### Список литературы

1. Анохин П. К. Системные механизмы высшей нервной деятельности: Избранные труды. — М.: Наука, 1979. — 454 с.
2. Кирсанов В. В. Парадигма психологии промышленной безопасности. — Казань: Изд-во "Экоцентр", 2007. — 172 с.
3. Кирсанов В. В. Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.
4. Кирсанов В. В. Промышленная безопасность и экология нефтехимических производств. — Казань: Изд-во "Экоцентр", 2006. — 176 с.

V. V. Kirsanov, Professor of Chair, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev — KAI

## The Role of Mental Processes — Thinking, Active (Dynamic) Anxiety of a Person in Providing Industrial Safety of a Hazardous Object

*The article describe the need for the formation of anxiety as a mental process of an employee of a hazardous production facility through the actualization of vocational training is shown, since the specifics of technology and hardware design of most dangerous objects (chemical, oil refining, nuclear, etc.) is that technological processes take place in closed sealed devices. Closedness of devices and autonomy of technology management "dulls" the sense of danger (anxiety) of the employee and over time he ignores the basic safety requirements, which can lead to an emergency situation.*

**Keywords:** cognition, thinking, perception, consciousness, anxiety, industrial, formation, functioning, processes, activity, actions, stimulus, reflex, object

#### References

1. Анохин П. К. Системные механизмы высшей нервной деятельности: Избранные труды. Moscow: Nauka, 1979. 454 p.
2. Кирсанов В. В. Парадигма психологии промышленной безопасности. Казань: Якоцентр, 2007. 172 p.

3. Кирсанов В. В. Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2011. 480 p.
4. Кирсанов В. В. Промышленная безопасность и экология нефтехимических производств. Казань: Якоцентр, 2006. 176 p.



УДК 66.06; 628.543

**Р. Ш. Абиев**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,  
**А. Н. Григорьева**, асп.<sup>1</sup>, исполнительный директор<sup>2</sup>, e-mail: an@ast-pump.ru,

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)

<sup>2</sup> ЗАО "Астерион", Санкт-Петербург

## Применение перемешивающих устройств для очистки сточных вод: сравнение гиперболических мешалок с ближайшими аналогами

*Представлен обзор перемешивающих устройств, предназначенных для очистных сооружений. Приведены требования, предъявляемые к механическому перемешиванию в аэротенках. Рассмотрен опыт эксплуатации гиперболических мешалок в России.*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, перемешивающее устройство, гиперболическая мешалка, аэротенк, активный ил

### Введение

Аппараты с мешалками широко используются не только в химических производствах, но и на канализационных очистных сооружениях для перемешивания активного ила. Для создания оптимальной конструкции мешалок требуется детальное понимание типа технологического процесса, требований, предъявляемых к процессу перемешивания, условий эксплуатации аппарата с мешалкой, гидродинамики потока в аппарате, а также реологических особенностей самой перемешиваемой жидкости/суспензии/эмульсии. Под оптимальной конструкцией мешалок здесь понимается оптимальное соотношение геометрических размеров мешалки по отношению к геометрическим размерам аппарата, оптимальный тип и размеры рабочих колес, их количество и расположение в аппарате, при которых для заданной формы аппарата обеспечивается максимальный положительный эффект при минимальных затратах (в общем случае — приведенных, при сопоставимых капитальных затратах можно сравнивать эксплуатационные затраты, которые в основном состоят из затрат на потребляемую мешалкой электроэнергию).

Биологическая очистка сточных вод представляет собой технологические процессы очистки сточных вод, основанные на способности биологических организмов разлагать загрязняющие вещества на безопасные для природы продукты [1]. При реализации биологических процессов очистки сточных вод в аэротенках биологические организмы, участвующие в разложении

загрязнений, которые поступают со сточными водами, пребывают во взвешенном состоянии и представляют собой "флоки" (хлопья) — зооглейные скопления микроорганизмов, простейших, червей, водных грибов и дрожжей. Ил, содержащий микроорганизмы, которые сорбируют и разлагают загрязняющие вещества в сточных водах, называется активным илом [1]. Одним из условий жизнедеятельности микроорганизмов является эффективное перемешивание иловой смеси, в противном случае происходит загнивание. Таким образом, в технологическом процессе биологической очистки сточных вод ключевую роль играет перемешивание и аэрация (насыщение кислородом) активного ила. В свою очередь, повышение эффективности перемешивания иловой смеси в аэротенках позволяет повысить эффективность процессов нитрификации без увеличения эксплуатационных затрат на аэрацию [2].

В настоящее время производители перемешивающих устройств предлагают всего несколько технических решений для обеспечения перемешивания сточных вод на очистных сооружениях. К ним относятся вертикальные лопастные, погружные лопастные и гиперболические мешалки. Учитывая сложность процесса очистки сточных вод, проектировщики очистных сооружений и предприятия по очистке сточных вод поставлены в непростые условия выбора оптимальных конструктивно-технологических решений, осложненных отсутствием необходимой информации. Так, например, п. 9.2.7.6 СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения" [3] гласит:

"В аноксидных зонах (либо при аноксидных условиях) следует обеспечивать перемешивание для предотвращения осаждения активного ила. Перемешивание рекомендуется осуществлять электромеханическими мешалками. Допускается при обосновании осуществлять перемешивание воздухом, обеспечив минимальное растворение в иловой смеси кислорода воздуха, либо рециркулирующего газа, а также с помощью пневмомеханических, гидравлических и других подобных устройств. Допускается осуществлять перемешивание путем создания в двух и более коридорах аэротенка продольного циркуляционного потока со скоростью, достаточной для поддержания ила во взвешенном состоянии".

Вопрос о том, какие электромеханические мешалки наиболее эффективно следует использовать, остается открытым. У представителей организаций, проектирующих или эксплуатирующих очистные сооружения, справедливо возникают следующие вопросы:

1. Каким образом оценить эффективность перемешивания в аэротенке?
2. Какая скорость потока создается тем или иным видом мешалок?
3. Какая скорость потока достаточна для поддержания ила во взвешенном состоянии?
4. Как избежать лишних затрат на расходование электроэнергии при сохранении эффективности очистки сточных вод?

Ответы на эти вопросы приведены ниже, в заключении к данной статье.

Целью данной работы является сравнительный обзор перемешивающих устройств, используемых на очистных сооружениях; формулировка требований, предъявляемых к механическому перемешиванию в аэротенках, анализ опыта эксплуатации гиперболических мешалок в России. По результатам сравнительного анализа сформулированы цели и задачи дальнейших исследований в данном направлении.

### 1. Сравнительный анализ перемешивающих устройств различных типов

В настоящее время на очистных сооружениях применяются следующие виды мешалок:

- вертикальные лопастные мешалки (рис. 1);
- гиперболические мешалки (рис. 2);
- погружные лопастные мешалки (рис. 3).

Каждый из перечисленных выше типов мешалок имеют преимущества и недостатки. Так, например, погружные мешалки расположены горизонтально и не требуют устройства дополнительных строительных конструкций (мостиков) для их установки, в отличие от вертикальных мешалок. Однако при их использовании необходима установка дорогостоящей системы



Рис. 1. Вертикальные лопастные мешалки

контрольно-измерительных приборов для мониторинга работы мешалки (датчики наличия воды в двигателе и т. п.), визуальная диагностика работы устройства затруднена, высоки затраты по обслуживанию (требуется замена торцевых уплотнений). Вертикальные лопастные мешалки по сравнению с гиперболическими имеют более высокое энергопотребление, однако отличаются меньшей материалоемкостью в процессе изготовления рабочего колеса.

Создаваемые мешалками потоки исследуются многими учеными [4–6]. Наиболее изучены потоки, создаваемые турбинными мешалками Раштона, которые в свое время являлись эталоном для сравнения при создании новых форм и конструкций. Примером такого усовершенствования стало изобретение



Рис. 2. Гиперболические мешалки



Рис. 3. Погружные лопастные мешалки

Йоостеном в 1977 г. лопастной мешалки, называемой в зарубежной литературе "Hydrofoils" [6]. Детальные исследования этой мешалки были проведены при помощи лазерного доплеровского анемометра [7, 8]. Немного позже было изучено Резерфордом влияние толщины лопаток на характеристики потока [9]. В работе [10] описано рабочее колесо гиперболического типа из расчета оптимальной гидродинамики для эффективного суспендирования твердых частиц и хорошего диспергирования воздуха без разрушения образования флоккул в процессе биологической очистки сточных вод.

В работе [11] показано, что гиперболические мешалки эффективнее с точки зрения энергопотребления по сравнению с турбинными мешалками Раштона, так как гиперболические мешалки имели не только лопасти на поверхности рабочего колеса, но также и внутренние лопасти. Рабочее колесо располагалось у самого дна. Однако измеренный параметр — время суспендирования — был не так хорош, как у турбинных мешалок Раштона (при этом требовалось энергии в 20 раз меньше).

Исследованиям влияния расстояния установки мешалки от дна посвящена работа [12], где

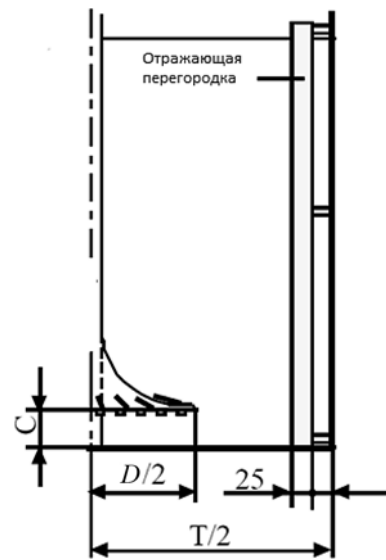


Рис. 4. Исследуемая модель гиперболических мешалок [12]

исследовались потоки, производимые гиперболическими мешалками, которые были установлены на расстояниях от дна  $C - T/10, T/3, 2T/3$  (рис. 4).

В качестве критерия перемешивания применялся критерий [12]:

$$S = \frac{ND^{0,85}}{V^{0,1} d_p^{0,2} \left( \frac{g(\rho_p - \rho)}{\rho} \right)^{0,45} x^{0,13}}, \quad (1)$$

где  $N$  — частота вращения об/с;  $D$  — диаметр рабочего колеса, м;  $V$  — радиальная скорость потока, м/с;  $d_p$  — диаметр частиц, м;  $\rho_p$  — плотность частиц кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $x$  — массовая доля частиц в жидкости (концентрация).

По этому критерию гиперболические мешалки показали себя хуже, чем турбинные. Насосная производительность (насосный эффект) определялась по формуле

$$K_d = \frac{Q_d}{\rho ND^3}, \quad (2)$$

где  $Q_d$  — массовый поток на наружном диаметре рабочего колеса, кг/с.

Соотношение потребляемой мощности и насосной производительности, по мнению авторов работы [12], является показателем эффективности рабочего колеса, у гиперболической и лопастной мешалок эти соотношения лучше, чем у турбинной. В целом основные выводы исследования [12] сводятся к следующему:

— поток в аппарате с одинарной гиперболической мешалкой был трехмерным с преобладающей



скоростью в непосредственной близости от рабочего колеса; поток опускался вдоль вала, достигал внешней поверхности рабочего колеса и направлялся радиально;

— увеличение диаметра рабочего колеса приводило к снижению числа Ньютона (критерия мощности), несмотря на то что лопасти были более высокими и широкими; числа Ньютона составили 0,5; 0,9 и 0,95 для диаметров 170; 100 и 70 мм соответственно;

— при использовании двухъярусной гиперболической мешалки поток верхнего рабочего колеса не влиял на поток нижнего рабочего колеса; число Ньютона увеличивалось в 2 раза при тех же числах Рейнольдса; расстояние между колесами влияло на потребление мощности незначительно;

— для отношения  $H/T = 1/2$ , где  $H$  — высота столба жидкости;  $T$  — диаметр емкости; высота столба жидкости не влияет на число Ньютона, независимо от размера и числа рабочих колес.

Однако в работе [12] не было данных об измерениях скоростей потока, полях скоростей и направлении движения жидкости. Также не были учтены параметры самого технологического процесса: количество и размер твердых включений. Эти величины необходимы для определения времени смешивания и равномерности распределения частиц в объеме всей емкости.

В работе [13] рассмотрены гиперболические мешалки применительно к процессу перемешивания активного ила в процессе биологической очистки сточных вод. Важную роль в процессе аэрации играет перемешивание. В анаэробных процессах (удаление азота, фосфора) применение мешалок обязательно. При перемешивании активного ила следует избегать турбулентности, так как это отрицательно влияет на образование флоккул. В работе [13] показано моделирование потока при помощи численных методов. К сожалению, не был исследован насосный эффект мешалки, а также оптимальное расстояние установки около дна, не раскрыт вопрос относительно методики подбора мешалок под определенные размеры емкости. Эти вопросы являются важными для проведения дальнейших исследований.

Анализируя публикации в российских журналах, можно обнаружить ряд противоречий с зарубежной литературой. Так, в работе [14] говорится: "Как известно во время работы пропеллер производит три основные эффективные силы: осевую, радиальную и тангенциальную. Тангенциальная сила создает завихрения и рассматривается как потеря. Отсюда вывод: чем меньше лопастей, тем меньше потерь". Вместе с тем создатели гиперболической мешалки [13] считают, что увеличение количества лопастей снижает биение вала,

способствует более продолжительному сроку службы подшипников. В работе [15] представлено сравнение гиперболических и лопастных мешалок. Одним из недостатков отмечено отсутствие массивной конструкции для крепления мешалки на опорные строительные мостики [15]. Однако данный факт можно рассматривать как достоинство. Гиперболические мешалки ввиду геометрии лопастей являются самоцентрирующимися, поэтому массивные переходы для гашения вибраций вала при их установке не требуются.

## **2. Требования, предъявляемые к перемешивающим устройствам на очистных сооружениях**

Основным требованием, предъявляемым потребителями к перемешивающим устройствам, является поддержание активного ила во взвешенном состоянии, отсутствие отложений частиц в застойных зонах, приводящим к загниванию активного ила. Одним из критериев оценки эффективности перемешивания может являться равномерное распределение концентрации активного ила во всем объеме аэротенка.

В современных условиях немаловажным фактором является энергопотребление мешалок, так как основными затратами, которые несут водоканалы и другие предприятия по очистке сточных вод, является электроэнергия. В российских нормативных документах нет требований по энергопотреблению, предъявляемые к перемешивающим устройствам. Однако имеется документ немецкого объединения по водному хозяйству, канализации и отходам (DWA).

Данная организация является компетентной организацией межотраслевых проблем водного хозяйства в Германии и интенсивно занимается развитием его надежности и устойчивости. Область специализации DWA — водное хозяйство, канализация, переработка отходов и защита почвы. Основным направлением деятельности этой организации является выработка и обновление единых технических нормативных документов, а также участие в разработке специализированных норм на национальном и международном уровне. К этому относится не только научно-техническая проблематика, но и экономические и правовые вопросы охраны окружающей среды и защиты водных ресурсов.

Так, в стандарте DWA-M 229-2 [16] основные требования к перемешивающим устройствам по удельному потреблению энергии (т. е. суммарное энергопотребление мешалки, отнесенное к объему жидкости в аппарате,  $\text{м}^3$ ) ограничены диапазоном от  $0,8 \text{ Вт/м}^3$  до  $1,5 \text{ Вт/м}^3$ .

Относительно максимальной скорости, необходимой для перемешивания активного ила по документам немецкой ассоциации по водочистке, скорость потока должна составлять 10...30 см/с [16]. Таким образом, требования некоторых заказчиков при реализации проектов реконструкции очистных сооружений о скорости потока более чем 30 см/с, являются необоснованными [13].

### 3. Опыт эксплуатации гиперболических мешалок в России

Канализационные очистные сооружения (далее КОС) Кронштадта были введены в эксплуатацию в 1980 г. и расположены в нежилой зоне западной части острова Котлин. Именно они обеспечивают очистку промышленных, хозяйственно-бытовых, дождевых и талых вод Кронштадта. Производительность КОС составляет 28,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В декабре 2014 г. ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" завершил проект "Реконструкция и модернизация малых канализационных очистных сооружений Санкт-Петербурга", который включал работы на КОС Кронштадта. Проект был направлен на повышение эффективности очистки сточных вод на малых канализационных очистных сооружениях и обеспечение стабильных показателей по удалению из стоков фосфора и азота. Именно эти биогенные вещества стимулируют рост синезеленых водорослей в Балтийском море.

Основным мероприятием по реконструкции КОС Кронштадта стала модернизация сооружений биологической очистки сточных вод с внедрением технологии глубокого удаления азота и фосфора Йоханнесбургского университета. Данное технологическое решение позволяет гибко управлять процессом и достигать требуемого эффекта при возможных изменениях параметров поступающих на очистку стоков.

В рамках модернизации было установлено современное оборудование: гиперболические мешалки, аэраторы, насосы, которые позволяют создавать наиболее "комфортные" условия для жизнедеятельности микроорганизмов активного ила, обеспечивая качественную очистку от всех загрязнений, включая биогены. Сегодня канализационные очистные сооружения Кронштадта — одни из самых современных и энергоэффективных в Санкт-Петербурге [17].

В июне 2017 г. была проведена установка гиперболической мешалки российского производства ЗАО Астерион (Санкт-Петербург) с целью проведения опытно-промышленных испытаний (ОПИ). Одним из критериев оценки успешности проведения ОПИ являлось поддержание требуемых

технологических параметров (доза ила по всей глубине зоны, отсутствие отложений ила на дне). В течение трех месяцев проводился забор проб в нескольких точках аэротенка на глубине 1, 2,5 и 4 м от поверхности с целью оценки концентрации (дозы по массе) активного ила в соответствии с Методикой [18].

Критерием эффективного перемешивания принято значение коэффициента вариации не более чем 10 %. Для расчета этого коэффициента применялась следующая формула:

$$CoV = \frac{STD}{AVE}, \quad (3)$$

где  $AVE$  — среднее арифметическое значение средней концентрации ила, все пробы;  $STD$  — стандартное отклонение, рассчитываемое по формуле

$$STD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n - 1}}. \quad (4)$$

Здесь  $x_i$  —  $i$ -й элемент в выборке (фактическая концентрация ила, г/м<sup>3</sup>);  $x_{cp}$  — среднее арифметическое значение (средняя концентрация ила, г/м<sup>3</sup>);  $n$  — число элементов в выборке (общее число результатов анализа концентрации ила).

Кроме того, несколько раз проводилось контрольное опорожнение аэротенка с целью определения наличия залежей ила на дне. Первые результаты удовлетворили заказчика — Водоканал "Санкт-Петербурга".

### Заключение

Добиться оптимальной мощности, потребляемой мешалками на очистных сооружениях, использовать передовые и эффективные системы смешивания становится для российских предприятий не просто желанием, а суровой необходимостью. Изучение перемешивающих устройств, доступных на рынке, показало, что предлагаются многочисленные системы, которые можно классифицировать и сравнивать на основании критериев, предъявляемых в первую очередь технологическим процессом. Одним из перспективных направлений является разработка рабочих колес перемешивающих устройств гиперболической формы. Для оценки качества перемешивания в аэротенке возможно использовать методику на основе равномерности концентраций, представленную на примере КОС Кронштадта.

Для выбора тех или иных устройств важно знать основные силы, действующие на само устройство и крепление. Существуют серьезные различия между стандартными лопастными и современными гиперболическими мешалками, поскольку результирующие осевые силы в системе значительно



меньше при использовании последних. Это позволяет изготавливать более легкие конструкции с более длительным сроком службы. В целом данный тип мешалок достаточно плохо изучен, поэтому следует продолжать исследования в этом направлении. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: изучение скоростей потоков гиперболических мешалок для определения достаточной скорости для поддержания ила во взвешенном состоянии, определение методики подбора мешалок для различных конфигураций аэротенков с целью минимально возможной потребляемой энергии и вместе с тем оптимальном протекании технологического процесса биологической очистки сточных вод.

### Список литературы

1. ГОСТ 25150—82. Канализация. Термины и определения. — М., 1982.
2. Харьковина О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод. — Волгоград: Панорама, 2015. — 433 с.
3. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
4. Nagata S. Mixing, Principles and Applications. — Токио: Kodansha Scientific Books, 1975.
5. Skelland H. P., Hassan N. M. Suspended solids distribution in agitated, baffled vessels containing three concentric cooling coils // Chemical Engineering Science. — 1999. — Vol. 54, Iss. 19. — P. 4273—4284.
6. Joosten G. E. H., Schilder J. G. M., Broere A. M. The Suspension of Floating Solids in Stirred Vessels // Trans. Inst. Chem. Eng. — 1977. — No. 55. — P. 220—222.
7. Princz R., Hartland S. Laser-Doppler Measurement of Turbulence in a Standard Stirred Tank. Proc. 2nd Euro. Conf. Mixing Paper B1. Cambridge. U. K. 30 March — 1 April 1977. P. 1—26.
8. Popiolek Z., Yianneskis M., Whitelaw J. H. An Experimental Study of Steady and Unsteady Flow Characteristics of Stirred Reactors // Journal of Fluid Mechanics. — 1987. — No. 175. — P. 537—555.
9. Rutherford K. S., Mahmoudi M. S., Lee K. C., Yianneskis M. The influence of Rushton impeller blade and disc thickness on the mixing characteristics of stirred vessels // Chemical Engineering Research & Design. — 1996. — No. 74 (3). — P. 369—378.
10. Höfken M., Bischof F., Durst F. Novel hyperboloid stirring and aeration system for biological and chemical reactors // Industrial Applications of Fluid Mechanics. — 1991. No. 132. — P. 47—49.
11. Nouri J. M., Whitelaw J. H. Flow Characteristics of Hyperboloid Stirrers // Can. J. Chem. Eng. — 1994. — No. 72. — P. 782—785.
12. Pinho F. T., Cavadas A. S. Power consumption and suspension criteria for two phase flow in a stirred vessel powered by an hyperboloid impeller. URL: <https://web.fe.up.pt/~fpinho/pdfs/Ladoan2002mix.pdf> (дата обращения 29.06.2018).
13. Hoefken M., Steidl W., Huber P. About the Design of Mixing Systems for Anaerobic and Anoxic Basins for Large Wastewater Treatment Plants. URL: <http://www.invent-uv.de/posters/> (дата обращения 25.06.2018).
14. Тавастшерна К. С. Вертикальные мешалки. Технологические особенности // Еврострой. — 2013. — № 71.
15. Исупова О. В. Участие KSB в крупнейших проектах модернизации процессов очистки сточных вод (на примере Ново-Курьяновских очистных сооружений) // НДТ (Наилучшие доступные технологии). — 2014. — № 2.
16. DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 229-2. Systeme zur Belueftung und Durchmischung von Belebungsanlagen. 2016. Juny. Teil 2. Betrieb.
17. Канализационные очистные сооружения г. Кронштадта отмечают 35-летие. URL: [http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/kanalizacionnye\\_ochistnye\\_sooruzheniya\\_g\\_kronshtadta\\_otmechayut\\_35letie/](http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/kanalizacionnye_ochistnye_sooruzheniya_g_kronshtadta_otmechayut_35letie/) (дата обращения 17.01.2018).
18. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1977 (М-во жил.-коммун. хоз-ва РСФСР. Гл. упр. водопроводно-канализац. хоз-ва). — 172 с.

R. Sh. Abiev<sup>1</sup>, Professor, Head of Chair, A. N. Grigoryeva, Postgraduate<sup>1</sup>, Executive Director<sup>2</sup>, e-mail: [an@ast-pump.ru](mailto:an@ast-pump.ru)

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University)

<sup>2</sup> Asterion Ltd, Saint-Petersburg

## Mixers Usage for Wastewater Treatment: Comparison of Hyperbolic Mixers with the Nearest Analogues

*This article is an overview of the mixers designed for wastewater treatment plants. The goal of this work is to formulate requirements for mechanical mixing in the aeration tanks and describe the experience of hyperbolic mixers usage in Russia, provide to the end users a methodology for mixers efficiency estimation. Thus, the main criteria are the following:*

1. Power consumption should be from 0,8 to 1,5 W/m<sup>3</sup>

2. Velocity of the flow should be in the range of 10 to 30 cm/s

3. Deviation of concentration is no more than 10 %.

This method was tested in the one of the modern wastewater plants in Saint-Petersburg — Kronstadt Vodokanal.

**Keywords:** mixing, agitation, hyperboloid mixer, Newton number, wastewater treatment, activated sludge process, stirred tank, power consumption, stirred vessel

### References

1. **GOST 25150—82.** Kanalizacija. Terminy i opredelenija. Moscow, 1982.
2. **Har'kina O. V.** Jeftektivnaja jekspluatacija i raschet sooruzhenij biologicheskoy ochistki stochnyh vod. Volgograd: Pano-rama, 2015. 433 p.
3. **SNiP 2.04.03-85** Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija.
4. **Nagata S.** Mixing, Principles and Applications. Tokyo: Kodansha Scientific Books, 1975.
5. **Skelland H. P., Hassan N. M.** Suspended solids distribution in agitated, baffled vessels containing three concentric cooling coils. *Chemical Engineering Science*. 1999. Vol. 54, Iss. 19. P. 4273—4284.
6. **Joosten G. E. H., Schilder J. G. M., Broere A. M.** The Suspension of Floating Solids in Stirred Vessels. *Trans. Inst. Chem. Eng.* 1977. No. 55. P. 220—222.
7. **Princz R., Hartland S.** Laser-Doppler Measurement of Turbulence in a Standard Stirred Tank. Proc. 2nd Euro. Conf. Mixing, Paper B1, Cambridge. U. K. 30 March — 1 April 1977. P. 1—26.
8. **Popiolek Z., Yianneskis M., Whitelaw J. H.** An Experimental Study of Steady and Unsteady Flow Characteristics of Stirred Reactors. *Journal of Fluid Mechanics*. 1987. No. 175. P. 537—555.
9. **Rutherford K. S., Mahmoudi M. S., Lee K. C., Yianneskis M.** The influence of Rushton impeller blade and disc thickness on the mixing characteristics of stirred vessels. *Chemical Engineering Research & Design*. 1996. No. 74 (3). P. 369—378.
10. **Höfken M., Bischof F., Durst F.** Novel hyperboloid stirring and aeration system for biological and chemical reactors. *Industrial Applications of Fluid Mechanics*. 1991. No. 132. P. 47—49.
11. **Nouri J. M., Whitelaw J. H.** Flow Characteristics of Hyperboloid Stirrers. *Can. J. Chem. Eng.* 1994. No. 72. P. 782—785.
12. **Pinho F. T., Cavadas A. S.** Power consumption and suspension criteria for two phase flow in a stirred vessel powered by an hyperboloid impeller. URL: <https://web.fe.up.pt/~fpinho/pdfs/Ladoan2002mix.pdf> (date of access 29.06.2018).
13. **Hoefken M., Steidl W., Huber P.** About the Design of Mixing Systems for Anaerobic and Anoxic Basins for Large Wastewater Treatment Plants. URL: <http://www.invent-uv.de/posters/> (date of access 25.06.2018).
14. **Tavastsherna K. S.** Vertikal'nye meshalki. Tehnologicheskie osobennosti. *Evrostroj*. 2013. No. 71.
15. **Isupova O. V.** Uchastie KSB v krupnejshih proektah modernizacii processov ochistki stochnyh vod (na primere Novo-Kur'janovskih ochistnyh sooruzhenij. *NDT (Nailuchshie dostupnye tehnologii)*. 2014. No. 2.
16. **DWA-Regelwerk.** Merkblatt DWA-M 229-2. Systeme zur Belueftung und Durchmischung von Belebungsanlagen. 2016. Juny. Teil 2. Betrieb.
17. **Kanalizacionnye ochistnye sooruzheniya g. Kronshtadta otmechayut 35-letie.** URL: [http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/kanalizacionnye\\_ochistnye\\_sooruzheniya\\_g\\_kronshtadta\\_otmechayut\\_35letie/](http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/kanalizacionnye_ochistnye_sooruzheniya_g_kronshtadta_otmechayut_35letie/) (date of access 17.01.2018).
18. **Metodika** tehnologicheskogo kontrolja raboty ochistnyh sooruzhenij gorodskoj kanalizacii. Izd. 3-e, pererab. i dop. Moscow: Strojizdat, 1977. 172 p.

## Информация

### Начинается подписка на журнал

### "Безопасность жизнедеятельности" на первое полугодие 2019 г.

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении, через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

**Подписной индекс по Объединенному каталогу:**

"Пресса России" — 94032

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

Тел.: (499) 269-53-97, (499) 269-55-10. E-mail: [bjd@novtex.ru](mailto:bjd@novtex.ru)



УДК 66.066.7+620.193.16

**А. В. Михайлов**, магистр, e-mail: mejihuor@mail.ru, **Н. М. Захаров**, канд. техн. наук, доц. кафедры, **О. Б. Прозорова**, канд. техн. наук, доц. кафедры, Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал, Салават

## Повышение эффективности работы блока экстракции установки платформинга

*Рассмотрены проблемные вопросы работы блока экстракции установки платформинга, включающие несоответствие нормам качество отводимых сточных вод с установки на очистные сооружения, а также повышенный износ рабочих элементов насосного оборудования. Проанализированы возможные пути решения существующих проблем и совершенствования работы технологического оборудования блока экстракции установки платформинга Л-35/6 нефтеперерабатывающего завода ООО "Газпром нефтехим Салават".*

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, емкость, отстаивание, фильтр, экстракция, кавитация, насос, тетраэтиленгликоль, регенерация, эффективность, энергоресурсы

Работа промышленного оборудования, применяемого в нефтеперерабатывающих, химических, нефтехимических и других отраслях промышленности связана с его надежностью и работоспособностью, которые являются основными показателями в процессе эксплуатации.

Постоянное совершенствование технологических процессов предъявляет высокие требования к эксплуатационным характеристикам оборудования нефтеперерабатывающих предприятий. В связи с этим требуются реконструкция и модернизация установок.

Установка платформинга Л-35/6 НПЗ ООО "Газпром нефтехим Салават" предназначена для получения индивидуальных ароматических углеводородов методом каталитического риформинга бензиновых фракций и включает в себя:

- реакторный блок, состоящий из реакторов риформинга нафтеновых фракций и гидрирования непредельных углеводородов с применением алюмоплатиновых катализаторов ПР-81 марки F и АП-15;

- блок стабилизации, предназначенный для удаления легких углеводородов из стабильного катализатора реакторного блока;

- блок экстракции для извлечения ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов) из ароматизированного бензина водным раствором тетраэтиленгликоля (ТТЭГ). В этот блок входит узел очистки сточных вод установки, где проходит процесс отстаивания;

- блок вторичной ректификации извлеченной ароматики (или получение бензол-толуол-ксилольной фракции).

Рассмотрим актуальные вопросы работы блока экстракции установки платформинга, решение которых будет способствовать реализации Политики экологии и качества ООО "Газпром нефтехим Салават". В частности, обеспечение соответствия производственной деятельности всем нормам и требованиям природоохранного законодательства: снижение негативного воздействия на окружающую среду от всех видов деятельности путем совершенствования существующих и внедрения новых технологий; предотвращение и снижение рисков загрязнения окружающей среды; выполнение обязательств руководства по обеспечению качества выпускаемой продукции и ее соответствия требованиям потребителей на всех стадиях жизненного цикла; работа над модернизацией технологических процессов производства [1].

Целью данной работы является разработка мероприятий, направленных на повышение эффективности работы блока экстракции установки платформинга и решение экологических проблем.

Блок экстракции установки платформинга Л-35/6 (рис. 1) состоит из узла экстракции ароматических углеводородов (колонны К-1) и узла регенерации растворителя (колонны К-2).

В основе процесса экстракции лежит различная растворимость ароматических и неароматических углеводородов в водном растворе ТТЭГ.

В колонне К-1, оснащенной клапанными тарелками фирмы "Зульцер", на которых осуществляется контактирование движущихся фаз, проводится многоступенчатое экстрагирование, в результате которого с низа колонны К-1 отводится



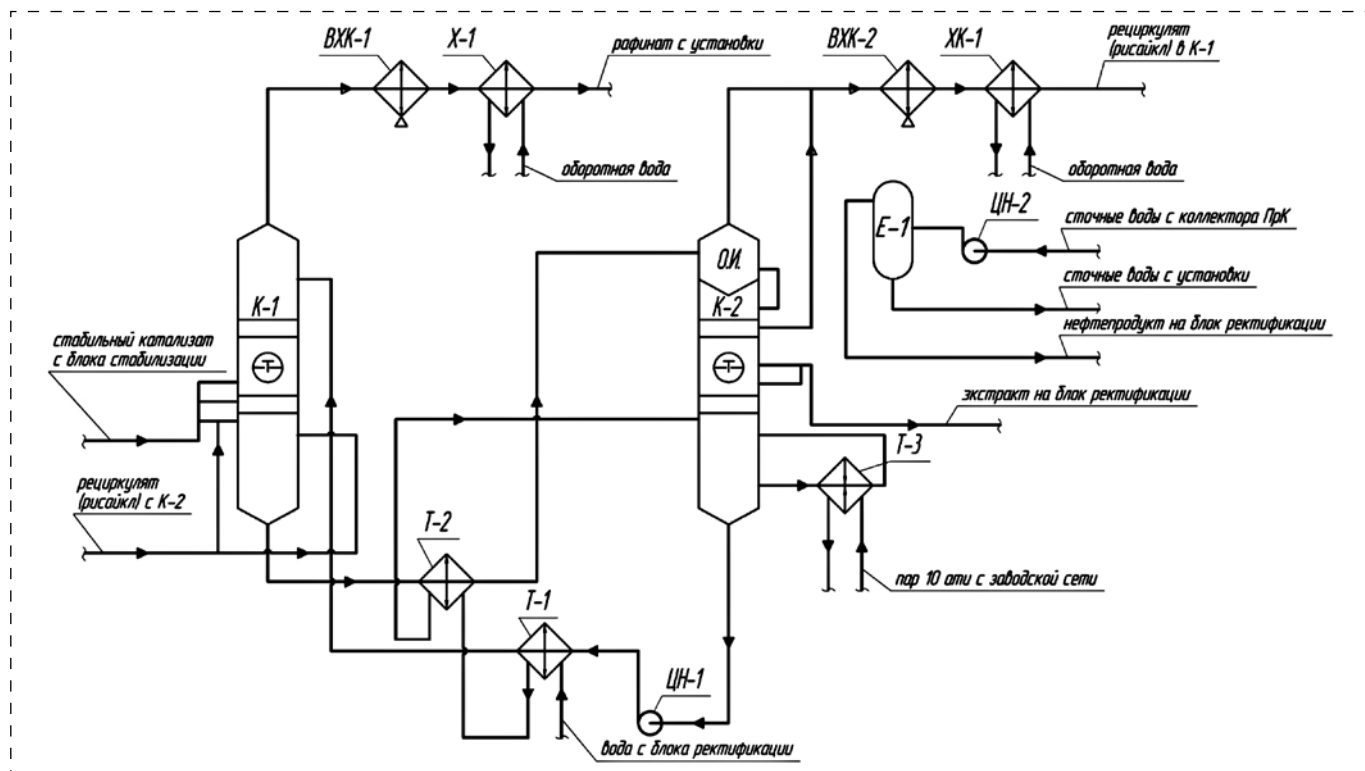


Рис. 1. Действующая схема блока экстракции установки Л-35/6

смесь растворителя с ароматическими углеводородами, а сверху, после холодильников ВХК-1 и Х-1 — деароматизированный бензин (рафинат).

Процесс регенерации растворителя происходит в колонне К-2 и состоит из трех стадий: однократное испарение (ОИ), экстрактивная ректификация и отпаривание углеводородного экстракта.

Под давлением системы блока экстракции насыщенный ароматическими углеводородами ТТЭГ охладившись в теплообменнике Т-2, поступает в верхнюю часть (в камеру ОИ) отпарной колонны К-2.

В испарительной части колонны К-2 от насыщенного ТТЭГ отгоняются низкокипящие углеводороды за счет снижения давления. В регенерационной части колонны К-2 давление понижается до атмосферного и при ректификации из верхней ее части удаляются оставшиеся неароматические углеводороды вместе с частью ароматических. Смесь этих потоков, сконденсировавшись в холодильниках ВХК-2 и ХК-1, возвращается в колонну К-1 в качестве рециркулята (рисайкла).

В нижней части колонны К-2 производится отпаривание растворителя в теплообменнике Т-3 от ароматических углеводородов. Для улучшения процесса отпаривания в низ колонны К-2 подается острый пар, получившийся после нагрева поступающей с блока ректификации воды в теплообменниках Т-1 и Т-2. Освобожденный от

неароматических углеводородов, ароматический экстракт выводится из средней части колонны К-2. Регенерированный ТТЭГ возвращается насосом ЦН-1 в экстракционную колонну К-1 через межтрубное пространство теплообменника Т-1.

В состав блока экстракции также входит узел очистки сточных вод (рис. 2), где происходит отстаивание загрязненных сточных вод от механических примесей и нефтепродуктов.

Сточные воды установки направляются через общий коллектор на узел очистки. Из коллектора ПрК сточные воды забираются центробежным насосом ЦН-2 и откачиваются в емкость Е-1, где происходит разделение воды и нефтепродуктов.

Отстоявшаяся вода из емкости Е-1 под давлением сбрасывается с установки в канализационную сеть, а нефтепродукт выводится под давлением в емкость Е-2, где происходит разделение нефтепродукта и воды, унесенной с емкости Е-1. После чего нефтепродукт и эмульсия направляются на блок ректификации для дальнейшей переработки.

Предполагается отводимые сточные воды использовать на технологические нужды установки, обеспечивая тем самым значительную экономию энергоресурсов.

Качество отводимых после очистки сточных вод не соответствует нормам по содержанию механических примесей и нефтепродуктов. Это вызвано малым временем отстоя на небольшой

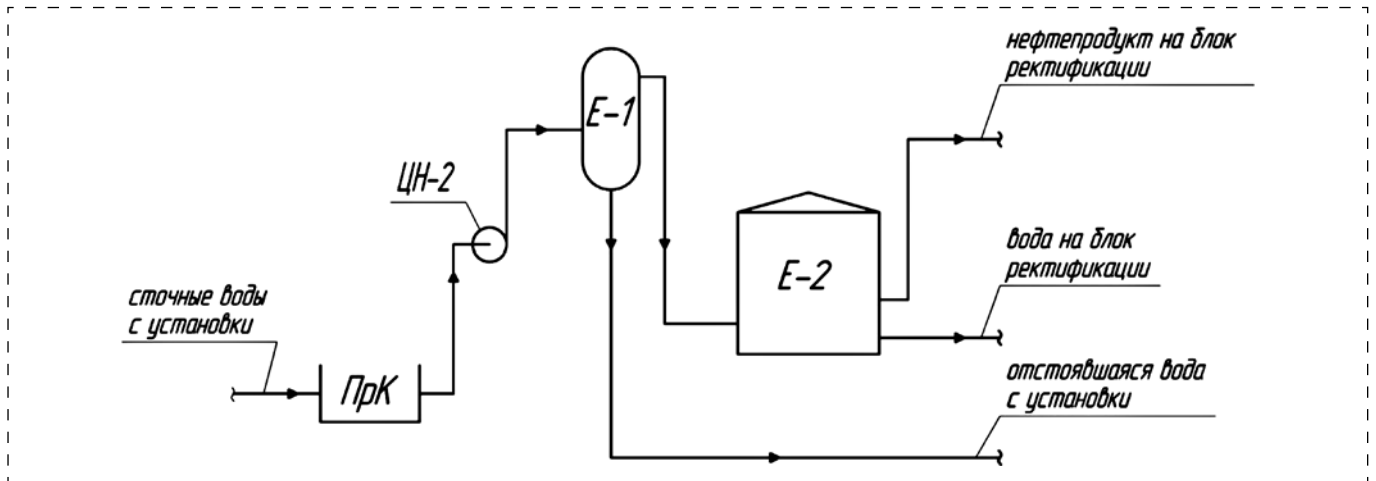


Рис. 2. Схема узла очистки сточных вод

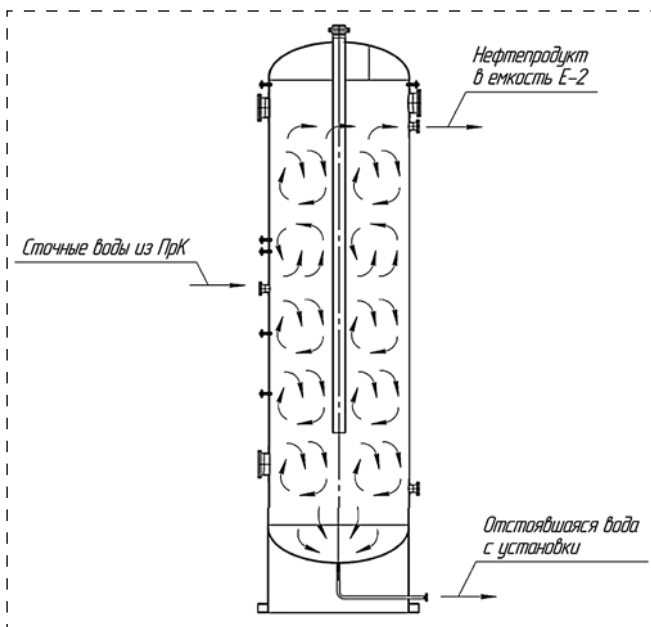


Рис. 3. Емкость действующая

площади отстаивания в емкости Е-1, расположенной вертикально. Кроме этого происходит интенсивное перемешивание сточной воды, которая также влияет на время проведения процесса отстаивания. Тем самым работа узла очистки сточных вод не эффективна.

Для решения этих проблем предлагается заменить вертикальную емкость Е-1 (рис. 3) на горизонтальную (рис. 4). Это позволит увеличить площадь отстаивания и продолжительность процесса отстаивания.

На основании расчета процесса осаждения капель нефтепродуктов в воде спроектирована горизонтальная емкость, основные размеры которой: диаметр 3000 мм, толщина стенки 10 мм и длина 13 930 мм.

В качестве конструкционного материала для изготовления горизонтальной емкости предлагается использовать низколегированную сталь 09Г2С (ГОСТ 5520—70), которая применяется в диапазоне температур от минус 70 °С до плюс 475 °С при нерегламентированном давлении.

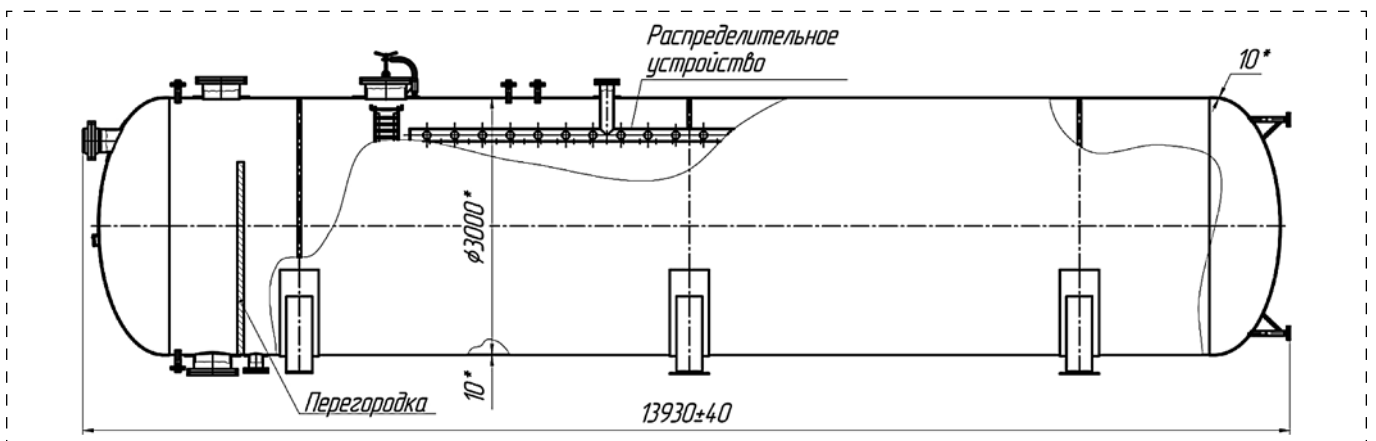


Рис. 4. Предлагаемая емкость

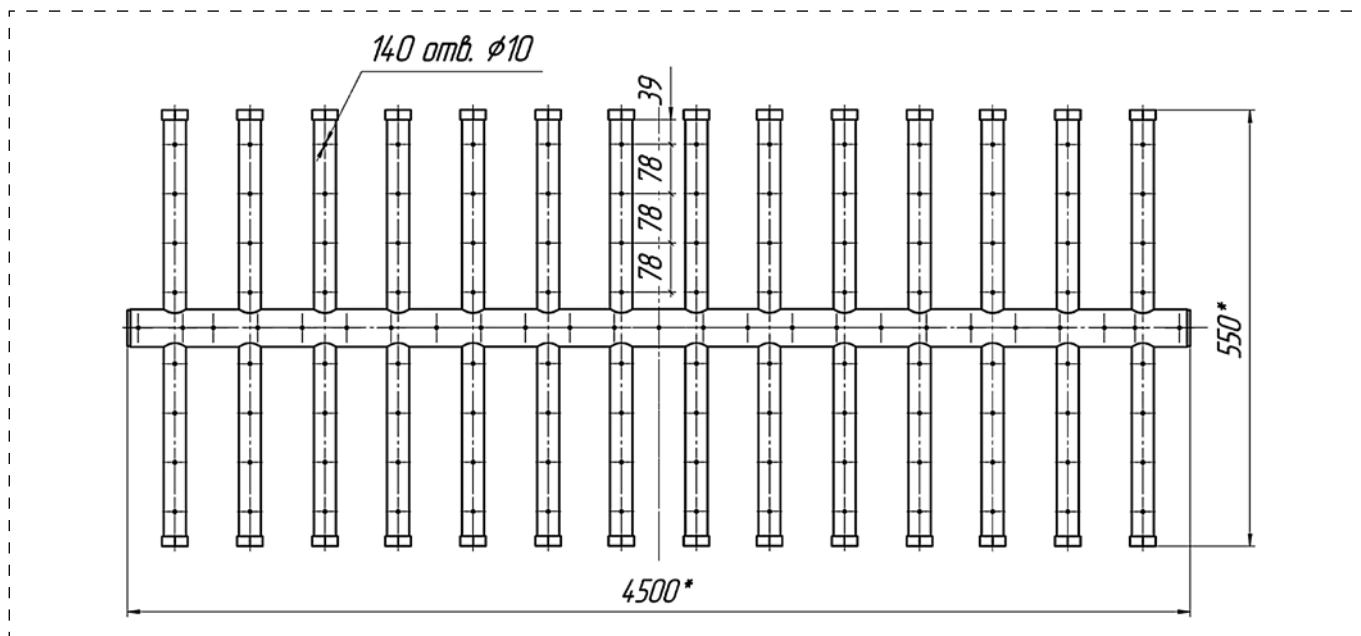


Рис. 5. Распределительное устройство

На основании технологических расчетов по каталогу была выбрана емкость, обеспечивающая непрерывное ведение процесса отстаивания [2]. Для удержания и последующего перелива всплывающих на поверхность после отстоя загрязнений (нефтепродуктов), содержащихся в сточных водах, в емкости предусмотрена перегородка.

Для равномерного распределения сточных вод по поверхности предлагается смонтировать распределительное устройство (рис. 5), которое позволит повысить эффективность работы горизонтальной емкости.

Такая конструкция обеспечивает распределение входящего потока сточных вод (коэффициент распределения равен примерно 80 %) по всему поперечному сечению емкости и предотвращает интенсивное перемешивание [3]. Расчетами подтверждается целесообразность выбранной конструкции.

Важным фактором, влияющим на работу технологического оборудования, является качество перекачиваемой жидкости (сточной воды). Попадание механических примесей в полость насоса ЦН-2 приводит к износу рабочих органов и засорению лопастей рабочего колеса, что значительно уменьшает межремонтный период [4].

Для устранения попадания механических примесей в полость насоса ЦН-2 предлагается установить на

всасывающей линии насоса фильтрующее устройство (ФУ) Ф-1 (см. рис. 10).

Были проанализированы различные конструкции фильтрующих устройств. Наиболее известными фильтрами, расположенными во всасывающем трубопроводе, являются конусные. Предлагается установить фильтрующее устройство (рис. 6) на всасывающей линии насоса ЦН-2 (см. рис. 10) по патенту РФ на полезную модель № 172537 [5].

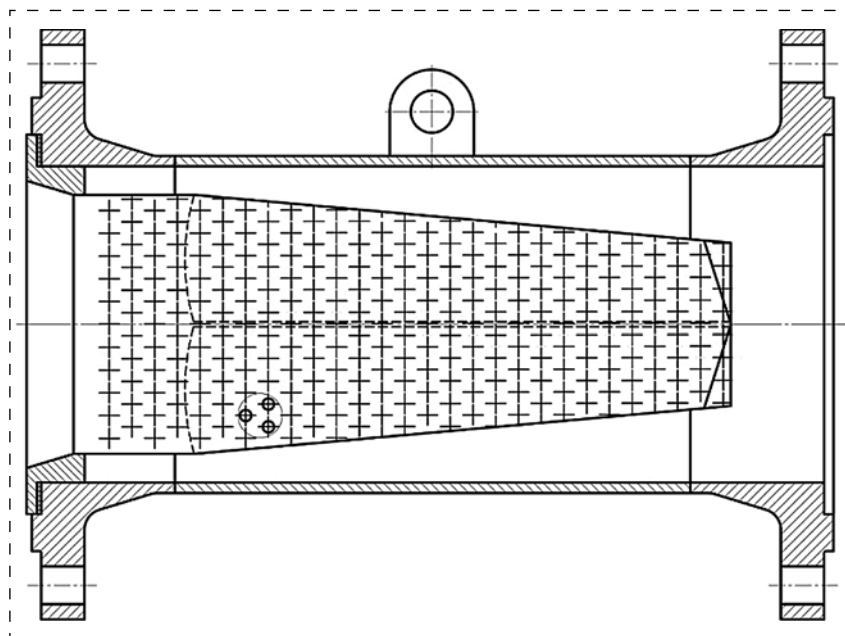


Рис. 6. Фильтрующее устройство (ФУ)

Достоинством данного ФУ является то, что оно способно работать как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов. Поток жидкости в таких фильтрах смещает уловленные механические примеси к вершине конуса, очищается поверхность и сохраняется работоспособность фильтра при накоплении значительного количества осадка. Установка таких фильтров перед насосами позволит обеспечить фильтрование перекачиваемой жидкости от механических примесей и устранил их попадание в полость насосов.

Установка фильтрующего устройства ФУ Ф-1 на всасывающей линии насоса ЦН-2 обеспечит предварительную очистку сточных вод от крупных загрязнителей, что, в свою очередь, повысит эффективность узла очистки сточных вод. Очищенными таким образом сточными водами предлагается заменить оборотную воду, применяемую для охлаждения продуктов (рафината и рисайкла) в холодильниках Х-1 и ХК-1 (см. рис. 1), что позволит использовать ее как вторичный энергоресурс.

Согласно технологическим расчетам температура рафината на входе и выходе из холодильника Х-1 и рециркулята (рисайкла) на входе и выходе из холодильника ХК-1 совпадает с показаниями регистрирующих приборов во время охлаждения оборотной водой. Расчетная температура сточных вод на выходе с установки не превысит  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что позволит направить сточные воды на биологическую очистку. Таким образом, обеспечивается работа холодильников согласно технологическому режиму блока экстракции.

Проблемой блока экстракции является повышенный износ рабочих элементов насоса ЦН-1 в результате кавитации, которая определяет совокупность явлений, возникающих в жидкости с рабочей температурой, когда давление в корпусе насоса ЦН-1 становится ниже давления насыщенного пара, а затем резко возрастает выше этого уровня. Если давление в корпусе насоса ЦН-1 ниже давления насыщенных паров перекачиваемой жидкости, то в этой жидкости формируются и растут паровые пузырьки, т. е. идет процесс кипения. При последующем повышении давления в корпусе насоса пузырьки интенсивно сжимаются и затем схлопываются, инициируя мощные динамические и термические кавитационные эффекты, сопровождающиеся шумом и вибрацией корпуса насоса [6].

Из практики известно, что шум пропадает после прикрытия задвижки на нагнетательной линии насоса. Но, снижая тем самым подачу и кавитацию, можно не достичь технологических параметров производственного процесса или водоснабжения/водоотведения. Для того чтобы

правильно устранить кавитацию, нужно соблюдать условие — на входе в насос должно всегда быть жидкости больше, чем на выходе. Существует несколько простых способов снижения кавитации в насосе [7]:

- замена диаметра всасывающего патрубка на больший;
- перемещение насоса ближе к питающему источнику, но не ближе  $5...10$  диаметров всасывающей трубы;
- понижение сопротивления во всасывающей трубе снижением местных сопротивлений путем замены материала трубы на менее шероховатый, замены клиновой задвижки на шиберную, характеризующуюся меньшими местными потерями, а также удаление обратного клапана;
- если всасывающая труба имеет повороты, то следует уменьшить их количество и (или) заменить отводы малых радиусов на отводы больших радиусов поворота, сориентировав их в одной плоскости (иногда правильно заменить жесткую трубу гибкой);
- увеличение давления на всасывающей линии насоса повышением уровня в питающем источнике, либо снижением оси установки насоса;
- снижение температуры жидкости на всасывающей линии насоса.

Основные характеристики насоса (объемный расход  $Q$ , напор  $H$  и число оборотов двигателя  $\Omega$ )

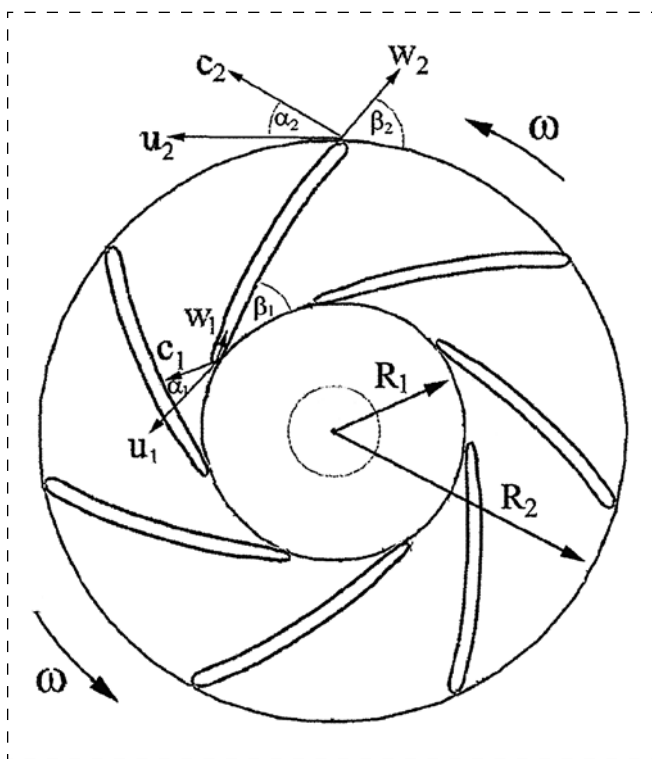


Рис. 7. Схема рабочего колеса центробежного насоса

считаются известными. Известны также геометрия рабочего колеса, диаметр и длина подводящих трубопроводов. Диаметр всасывающего трубопровода не изменяется по длине канала, так что скорость жидкости в трубопроводе  $w_0 = 4Q/\pi d_0^2 = \text{const}$ , где  $d_0$  — диаметр рабочего колеса центробежного насоса, схема которого представлена на рис. 7, где показаны лопасти, радиусы  $R_1$  и  $R_2$  рабочего колеса, входные и выходные углы лопастей  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , входные и выходные скорости жидкости  $w_1$  и  $w_2$ , входные и выходные абсолютные скорости  $u_1$  и  $u_2$ , входные и выходные окружные скорости  $c_1$  и  $c_2$ , а также угловая скорость рабочего колеса  $\omega$ .

Через всасывающий трубопровод жидкость из колонны К-2 (см. рис. 1) подводится к рабочему колесу центробежного насоса ЦН-1 в направлении оси вала со скоростью  $w_0$ . В преднасосной зоне, схематически изображенной на рис. 8, осевое направление течения переходит в радиальное. В колесо жидкость поступает со скоростью

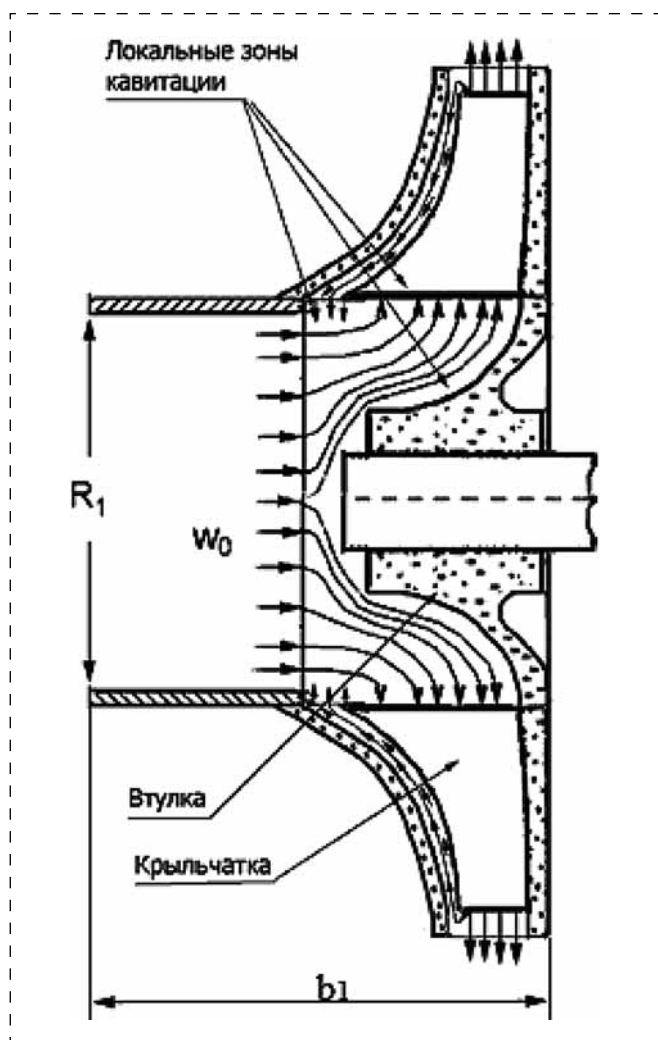


Рис. 8. Схема преднасосной зоны рабочего колеса

$w_0 = Q/2\pi R_1 b_1$ , которая на входе складывается с окружной скоростью  $c_1 = w_0 R_1$ , что приводит к резкому возрастанию скорости течения.

В соответствии с принципом работы центробежных насосов давление на выходе из рабочего колеса всегда выше давления на входе. Поэтому локальные зоны пониженного давления, где вероятно возникновение кавитационных явлений, следует искать на участке насосной линии от выхода из колонны К-2 до выхода из рабочего колеса насоса ЦН-1.

В конструкции насоса ЦН-1 установлен предвключенный шнек, служащий для повышения кавитационного запаса насоса. Схема распределения перекачиваемой жидкости при использовании предвключенного шнека представлена на рис. 9.

Для выбора наиболее рационального варианта модернизации блока экстракции были проанализированы возможные пути вывода насоса из работы в зоне кавитации.

1. Повышение давления во всасывающей линии насоса путем повышения уровня жидкости в питающем источнике колонны К-2 или повышение давления в самой колонне К-2.
2. Перемещение насоса ЦН-1 ближе к колонне К-2.
3. Расположение насоса ЦН-1 ниже уровня колонны К-2.
4. Увеличение высоты установки колонны К-2 относительно горизонтальной оси.
5. Уменьшение количества изгибов и поворотов всасывающей линии насоса с целью уменьшения местных сопротивлений.
6. Уменьшение температуры жидкости на всасывающей линии насоса.

Рассмотрев все пути вывода насоса ЦН-1 из зоны кавитации, делаем вывод, что варианты по п. 1—5 конструктивно нецелесообразны, кроме

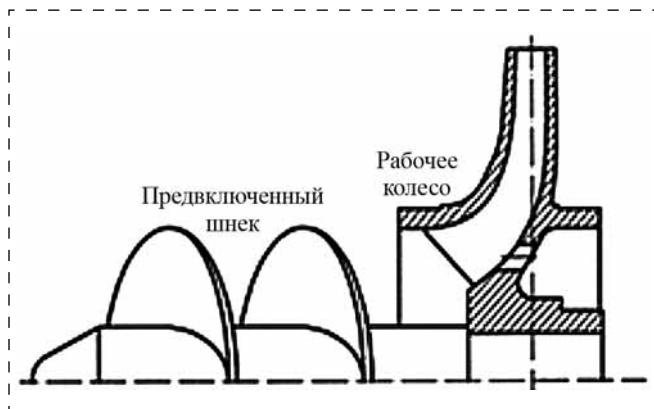


Рис. 9. Схема распределения перекачиваемой жидкости при использовании предвключенного шнека

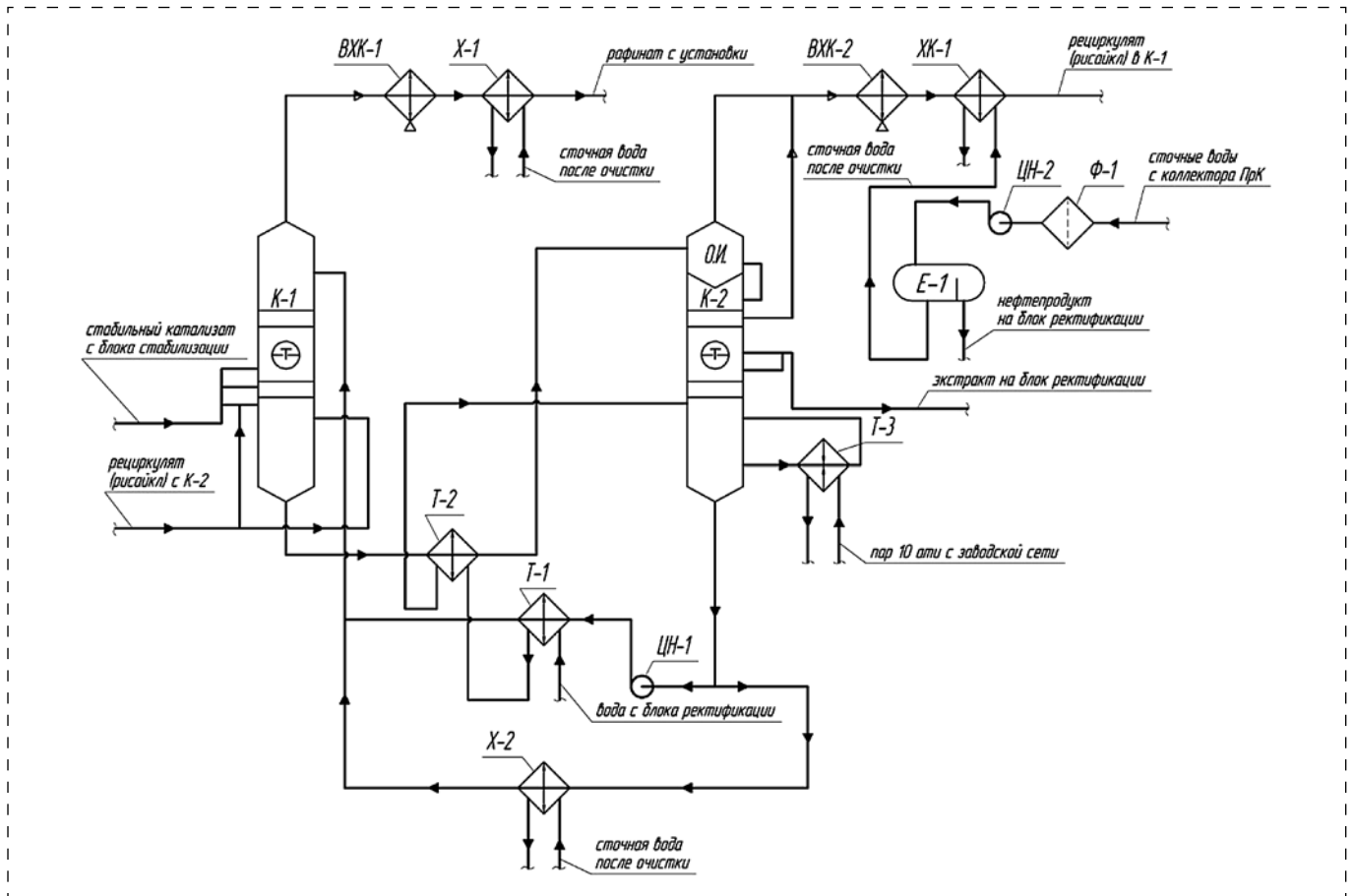


Рис. 10. Схема модернизированного блока экстракции

того, повышение давления в колонне не представляется возможным, так как давление регламентируется.

Наиболее оптимальным решением является уменьшение температуры жидкости (п. б) на всасывающей линии насоса, что снизит давление насыщенных паров и обеспечит нормальную работу насоса вне зоны кавитации.

Предлагается также направить часть ТТЭГ через холодильник Х-2 во всасывающую линию насоса ЦН-1 (рис. 10). Схема установки после введения предлагаемых мероприятий представлена на рис. 10.

### Выводы

1. Замена вертикальной емкости на горизонтальную позволит обеспечить значительное увеличение времени пребывания загрязненных вод в емкости. Применение в ней распределительного устройства повысит эффективность работы емкости за счет равномерного распределения сточных вод по поверхности отстаивания.

2. Установка фильтрующего устройства Ф-1 перед насосом ЦН-2 предотвратит попадание механических примесей в полость насоса и обеспечит предварительную очистку сточных вод.

3. Использование очищенных сточных вод на технологические нужды блока экстракции обеспечит значительную экономию энергоресурсов.

4. Снижение температуры ТТЭГ предотвратит процесс кипения растворенных ароматических углеводородов и обеспечит работу насоса вне зоны кавитации.

Предлагаемые мероприятия позволят повысить эффективность работы блока экстракции.

### Список литературы

1. Политика экологии и качества ООО "Газпром нефтехим Салават". URL: <http://salavatneftekhim.gazprom.ru/about/kachestvo> (дата обращения 15.01.2017).
2. ОАО "Салаватнефтемаш". Каталог продукции. Том 2. — Уфа: Лето, 2006. — 342 с.
3. Захаров Н. М., Михайлов А. В. Проект горизонтальной емкости для сбора сточных вод // Приоритетные научные исследования и разработки. 2015. Сборник статей Международной научно-практической конференции

- (13 февраля, 2016 г., г. Саратов). Т. 3. — Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2016. — 206 с.
4. **Захаров Н. М., Михайлов А. В.** Повышение эффективности узла очистки сточных вод // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля — 2016: Сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 60-летию филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате (13 мая, 2016 г., г. Салават). — Салават: ФГБОУ ВО УГНТУ, 2016. — 412 с.
  5. **Фильтрующее устройство** по патенту РФ на полезную модель № 172537 // Фильтр конусный. URL: [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#1522312336852](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1522312336852) (дата обращения 01.08.2017).

6. **Validation** of numerical procedure for assessment of centrifugal pump cavitation erosion / S. Timouchev, S. Panaiotti, V. Knyazev, V. Soldatov // Proceedings XXV International Pump Users Symposium. — Texas, 2009. — P. 39–48.
7. **Кавитация** и ее влияния на работу насосов. Способы устранения кавитации. URL: [http://studopedia.ru/18\\_54574\\_kavi-tatsiya-i-ee-vliyanie-na-rabotu-nasosov-sposobi-ustraneniya-kavitatsii.html](http://studopedia.ru/18_54574_kavi-tatsiya-i-ee-vliyanie-na-rabotu-nasosov-sposobi-ustraneniya-kavitatsii.html) (дата обращения 14.08.2017).

**A. V. Mikhailov**, Master, e-mail: [mejixuop@mail.ru](mailto:mejixuop@mail.ru), **N. M. Zakharov**, Associate Professor, **O. B. Prozorova**, Associate Professor, Ufa State Petroleum Technological University, Salavat Branch

## Improve Operational Efficiencies the Extraction Unit Installation Platforming

*The work of industrial equipment used in oil refining, chemical, petrochemical and other industries is associated with its reliability and performance, which are the main indicators in operation. The aim of this work is to develop measures aimed at solving environmental problems, as well as to improve the efficiency of the extraction unit of the platforming unit. The article deals with the issues of the extraction unit, including the quality of wastewater discharged from the plant to the treatment facilities, as well as increased wear of the working elements of the pumping equipment. The possible ways of solving the existing problems and improving the equipment of the L-35/6 platforming unit of the oil refinery of LLC "Gazprom Neftekhim Salavat" were analyzed.*

*These issues are important because their decisions contribute to the realization of the Policy environment and quality of LLC "Gazprom Neftekhim Salavat". In particular, ensuring compliance of production activities with all norms and requirements of environmental legislation: reducing the negative impact on the environment from all activities by improving existing and introducing new technologies; preventing and reducing the risks of environmental pollution; fulfillment of the obligations of the management to ensure the quality of products and their compliance with the requirements of consumers at all stages of the life cycle; work on the modernization of production processes.*

**Keywords:** wastewater, purification, capacity, sedimentation, filter, extraction, cavitation, pump, tetraethyleneglycol, regeneration, efficiency, energy

### References

1. **Policy** environment and quality of LLC "Gazprom Neftekhim Salavat". URL: <http://salavatneftekhim.gazprom.ru/about/kachestvo> (date of access 15.01.2017).
2. **JSC Salavatneftemash**. Product catalog. Vol. 2. Ufa: Summer, 2006. 342 p.
3. **Zakharov N. M., Mikhailov A. V.** Project horizontal tanks for waste water collection. *The Priority of scientific research and development. 2015. Collection of articles of the international scientific-practical conference (February 13, 2016., g. Saratov)*. Vol. 3. Ufa: ICII OMEGA SAINZ, 2016. 206 p.
4. **Zakharov N. M., Mikhailov A. V.** Improving the efficiency of waste treatment unit. *Integration of science and education in oil and gas universities — 2016: Collection of articles of the*

- international scientific and methodological conference dedicated to the 60th anniversary of the Ufa state petroleum technical University branch in Salavat (13 may 2016, g. Salavat)*. Salavat: FSBEI UGNTU, 2016. 412 p.
5. **Filter device** according to the RF patent for utility model No. 172537. *Filter cone*. URL: [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#1522312336852](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1522312336852) (date of access 01.08.2017).
6. **Validation** of numerical procedure for assessment of centrifugal pump cavitation erosion / S. Timouchev, S. Panaiotti, V. Knyazev, V. Soldatov. *Proceedings XXV International Pump Users Symposium*. Texas, 2009. P. 39–48.
7. **Cavitation** and its effects on the operation of pumps. Ways to eliminate cavitation. URL: [http://studopedia.ru/18\\_54574\\_kavi-tatsiya-i-ee-vliyanie-na-rabotu-nasosov-sposobi-ustraneniya-kavitatsii.html](http://studopedia.ru/18_54574_kavi-tatsiya-i-ee-vliyanie-na-rabotu-nasosov-sposobi-ustraneniya-kavitatsii.html) (date of access 14.08.2017).



УДК 627.8:628.394

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

## Новые способы и конструкции фильтров для очистки и обезвреживания производственных сточных вод

*Приведен обзор новых способов очистки и обезвреживания производственных сточных вод промышленных предприятий. Рассмотрены новые конструкции фильтров, устройств и установок для очистки сточных вод, отличающиеся улучшенными характеристиками и предложенные в патентах и научно-технической литературе промышленно развитых стран мира. Показаны основные тенденции развития конструкций гидравлических фильтров, устройств и установок для очистки и обезвреживания производственных сточных вод.*

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

Рост промышленного производства в Российской Федерации и других промышленно развитых странах мира приводит к интенсивному, часто разрушительному, воздействию на окружающую природную среду. Промышленные предприятия — крупный потребитель хозяйственно-питьевой и, главным образом, технической воды. Вода используется в производственном цикле, на вспомогательных участках и для бытовых целей. Взаимодействуя с различными веществами в производственном цикле, вода в конечном счете насыщается вредными загрязняющими веществами и превращается в сточную воду.

Поступившие в производственные сточные воды вредные загрязняющие вещества, такие как взвешенные твердые и пластичные частицы различного химического состава, нефть и нефтепродукты, ионы тяжелых металлов, поверхностно-активные вещества, фенолы, кислоты, щелочи, соли, смолы, токсичные вещества, болезнетворные бактерии и др. представляют опасность для человека, животного и растительного мира даже при крайне малой концентрации. Например, предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для соединений кадмия составляют  $0,001 \text{ мг/дм}^3$ , соединений ртути —  $0,0005 \text{ мг/дм}^3$ , для фенола  $0,001 \text{ мг/дм}^3$  [1]. Поэтому перед отведением производственных сточных вод в канализационные системы, системы оборотного водоснабжения, природные водоемы или на рельеф местности их необходимо очистить от вредных веществ до ПДК [2].

Для очистки и обезвреживания производственных сточных вод промышленных предприятий от

вредных примесей применяются главным образом следующие способы очистки:

- механические: процеживание, фильтрование;
- силовые: действие на частицы загрязнений гравитационных, инерционных, центробежных, магнитных, электрических сил;
- химические: нейтрализация, коагуляция, флокуляция;
- физико-химические: флотация, электрохимические методы, сорбционные методы;
- биологические: основаны на способности некоторых микроорганизмов питаться растворенными в сточных водах органическими и некоторыми неорганическими вредными загрязняющими веществами;
- термические: окисление при высокой температуре (сжигании) вредных примесей с получением безвредных газообразных продуктов сгорания и твердого осадка;
- комбинированная: комплексная очистка, объединяющая несколько способов очистки.

Для поддержания способности природных водных объектов к самоочищению в большинстве случаев к качеству очистки производственных сточных вод, отводимых в водоемы, применяют жесткие требования на уровне ПДК вредных веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Существуют два подхода к нормированию сбросов очищенных производственных сточных вод в водный объект. Первый требует, чтобы качество очищенных сточных вод непосредственно в точке сброса их в природный водный объект строго соответствовало нормам "Рыбхоза".



Второй подход — это так называемый принцип технологического нормирования, в соответствии с которым качество очищенных производственных сточных вод для сброса в природные водные объекты нормируется с учетом характеристик этого водного объекта, таких как качество воды, скорость течения и т. д. Учитывается также назначение водного объекта, виды хозяйственной деятельности в его бассейне и т. д.

В последние годы заметно повысился интерес российских и зарубежных фирм по производству техники для очистки и обезвреживания производственных сточных вод промышленных предприятий к созданию новых способов и конструкций фильтров с высокими технико-экономическими показателями.

Высокой степенью очистки сточных вод и большой производительностью отличается механический щелевой фильтр, удобный в эксплуатации и надежный в работе [3]. Он состоит из корпуса 3 (рис. 1) с входным 1 и выходным 5 патрубками и фильтрующего элемента, набранного из параллельно расположенных пластин, образующих

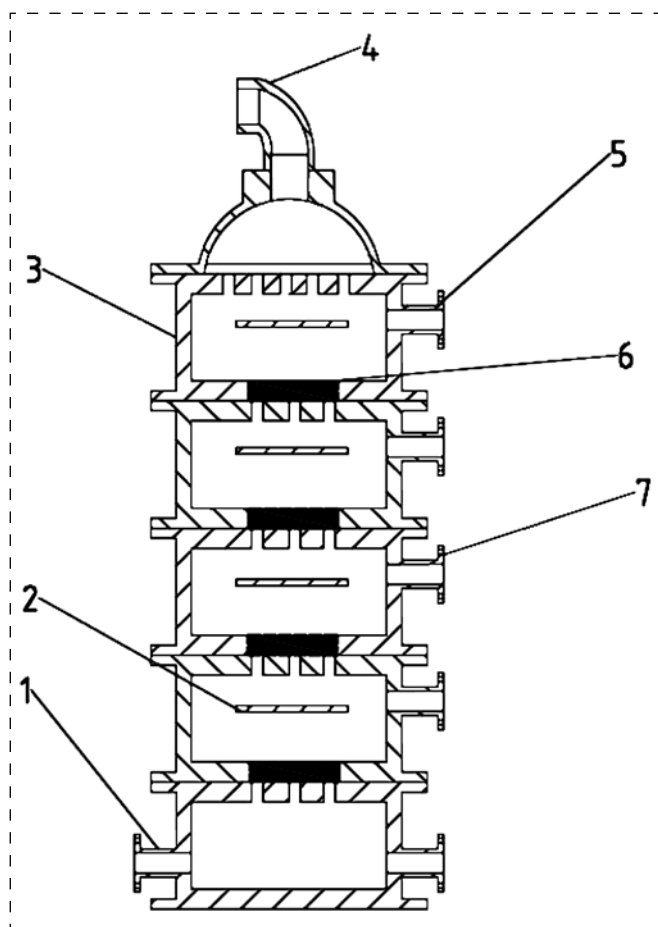


Рис. 1. Механический щелевой фильтр с фильтрующим элементом, набранным из параллельно расположенных пластин для очистки сточных вод

пакеты 6, каждый из которых размещен на опоре (опоры на рис. 1 не показаны). Опоры пакетов 6 закреплены поярусно на внутренней поверхности корпуса 3. Пластины в каждом пакете 6 размещены на равном расстоянии одна от другой и образуют фильтрующие щели, поперечный размер которых уменьшается по высоте корпуса 3.

В верхней части корпуса 3 выполнен патрубок 4 для подачи воздуха внутрь корпуса 3, заполненного очищаемыми сточными водами, для очистки (регенерации) фильтрующего элемента. В стенке корпуса 3 в пределах каждого яруса смонтированы патрубки 7 для отвода загрязненной промывочной жидкости. Под опорами пакетов 6 пластин каждого яруса, за исключением нижнего яруса, установлены непроницаемые для жидкой среды экраны 2, способствующие разделению загрязненного потока промывочной жидкости от фильтрующих щелей с направлением одной его части на выпуск через соответствующий патрубок 7 яруса, а другой — в турбулизованном виде на пакет 6 пластин нижерасположенного яруса.

Очищаемые сточные воды подаются внутрь корпуса 3 через входной патрубок 1 и в виде ламинарного потока подвергаются многоступенчатой очистке, проходя через фильтрующие щели, образованные пластинами каждого пакета 6. При этом наиболее крупные частицы загрязнений задерживаются на входах фильтрующих щелей пакета 6 пластин нижнего яруса с последующим уменьшением крупности задержанных частиц загрязнений по высоте корпуса 3. Очищенные сточные воды отводятся через выходной патрубок 5.

При засорении фильтрующих щелей их регенерация осуществляется обратным током очищаемых сточных вод под воздействием воздуха, подаваемого под давлением через патрубок 4 при закрытых патрубках 1 и 5 с отводом загрязненной промывочной жидкости пофракционно через патрубки 7, поочередно открываемые на каждом ярусе.

Среди различных видов загрязнений, содержащихся в сточных водах промышленных предприятий, нефть и нефтепродукты относятся к наиболее распространенным из опасных веществ, загрязняющих окружающую среду. Попадая с недостаточно очищенными и обезвреженными сточными водами в природные водные объекты или на рельеф местности, нефть и нефтепродукты создают опасные загрязнения.

Растворенные и эмульгированные в воде водоемов нефтепродукты из сточных вод относятся к числу трудноокисляемых микроорганизмами веществ и делают воду непригодной даже для технического водоснабжения. Кроме того, эмульгированные в воде нефтепродукты и взвешенные

твердые частицы загрязнений наносят повреждение жабрам рыб, обволакивают некоторые водные организмы, которые теряют способность к передвижению и погибают. Нефтепродукты, адсорбированные грунтом дна природного водоема, нарушают биохимические процессы в водоеме, очень стойки к процессам самоочистки, а адсорбированные береговой почвой нефтепродукты могут вызывать пожары по берегам водоемов.

Повышенной эффективностью отличается устройство для сбора нефти [4] с поверхности природного водного объекта (моря, реки, озера и т. д.), состоящее из ведущего барабана 5 (рис. 2), натяжного магнитного барабана 1, транспортера 4, скребка 6, магнитного сепаратора 7, рамы жесткости 3 с ребрами жесткости 2.

Нефть на поверхности воды водоема обрабатывают магнитным порошком и удаляют следующим образом. Судно 8 с установленным на нем устройством для сбора нефти подходит к кромке, обработанной магнитным порошком нефти транспортной лентой с магнитным барабаном 1 и с включенным движущимся транспортером 4. Магнитный барабан 1 притягивает обработанную магнитным порошком нефть своим магнитным полем и переносит ее с помощью транспортера 4 на судно к скребку 6, с помощью которого нефть сбрасывается в магнитный сепаратор 7. В нем магнитный порошок отделяется от нефти, которая собирается в отдельную емкость. Магнитный порошок в виде пасты с нефтью вновь подается на разлитую по поверхности воды водоема нефть.

Устройство для сбора нефти может применяться для очистки водных акваторий при аварийных разливах нефти и для очистки накопительных водоемов производственных сточных вод, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

Биологический (биохимический) способ наиболее универсален для очистки сточных вод от органических загрязнений и заключается в их окислении микроорганизмами. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности микроорганизмов требуются не только органические вещества, но и биогенные элементы, такие как азот, кальций, фтор, хлор и др. Биохимическую очистку производственных сточных вод промышленных предприятий ведут в аэро- и биофильтрах, аэротенках, биологических реакторах и прудах.

Важность удаления из производственных сточных вод, попадающих в природные водоемы или на рельеф местности, биогенных элементов (соединений азота

и фосфора) обусловлена возрастающей эвтрофикацией водоемов, которая в значительной мере определяет экологическую ситуацию как в России, так и в других странах мира [5]. Для обеспечения требуемого качества очистки от азота и фосфора производственных сточных вод экономически целесообразно использование биологической очистки.

Установка для глубокой биохимической очистки сточных вод [6] отличается небольшими габаритными размерами, низкой металлоемкостью и низкими энергозатратами при эксплуатации. Загрязненные сточные воды после песколовки подаются в усреднитель-преаэратор 1 (рис. 3) с переменным уровнем сточных вод, являющийся первой ступенью очистки и снимающий пиковые нагрузки на дальнейших ступенях очистки сточных вод. Далее очищаемые сточные воды поступают в первую секцию 2 установки, в которой находится пластиковая загрузка. Здесь происходит нитри- и денитрификация: на пластиковой загрузке вырастает биопленка, что способствует большей окислительной способности.

Далее сточные воды поступают во вторую секцию 3, где происходит нитрификация и снятие загрязнений активным илом, в третьей секции 4 происходит денитрификация; в четвертой секции 6 — нитри-денитрификация. Далее сточные воды поступают во вторичный отстойник 5, и оседающий в конусах активный ил эрлифтами

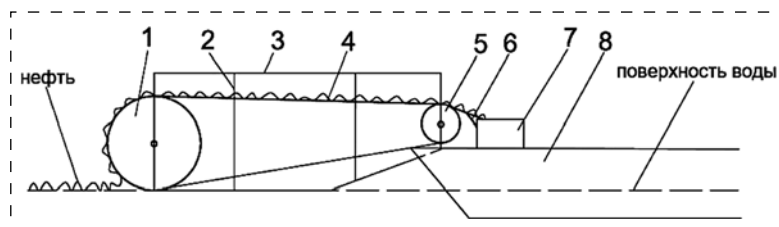


Рис. 2. Устройство для сбора нефти с поверхности водного объекта, устанавливаемое на судне

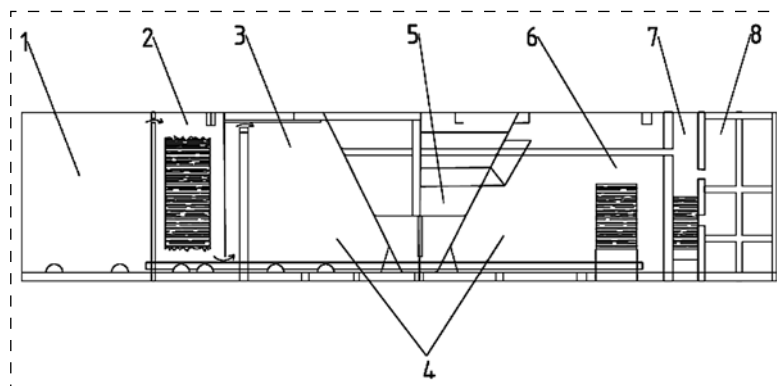


Рис. 3. Установка для глубокой биохимической очистки сточных вод с усреднителем-преаэратором

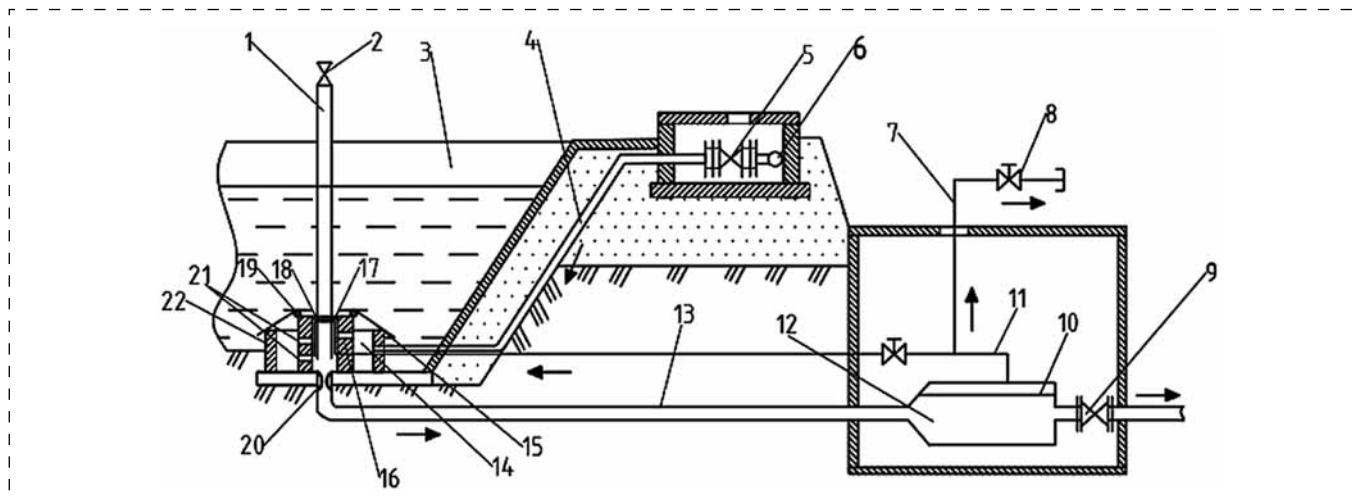


Рис. 4. Система биологической очистки и обезвреживания сточных вод с прудом-накопителем

подаются в установку на рециркуляцию. Очищенные сточные воды поступают на доочистку на биофильтр с пластиковой загрузкой с постоянной аэрацией и далее — на блок доочистки на фильтрах 7 сорбентом. Окончательная очистка происходит, когда очищаемые сточные воды пропускаются через электростатическое и магнитное поле. Далее сточные воды поступают на установку с ультрафиолетовой лампой и в спускной трубопровод чистой воды, находящийся в блоке технологического оборудования 8.

Аэрация в усреднителе — преаэраторе 1 с переменным уровнем сточных вод позволяет снизить химическое потребление кислорода, уменьшить содержание поверхностно-активных веществ. Кроме того, сам усреднитель-преаэратор 1 позволяет сократить неравномерность поступающих на очистку сточных вод. Аэрация убирает запахи по сравнению с анаэробными процессами.

Аэраторы в зонах нитрификации и денитрификации выполнены с возможностью регулировки расхода воздуха, а пластиковые загрузки увеличивают производительность установки для глубокой биохимической очистки сточных вод за счет большей концентрации активного ила.

Способ комплексной очистки сточных вод [7] позволяет улучшить качество очищенных сточных вод и обеспечить релаксацию очистительного оборудования. Способ очистки включает механическую и биологическую очистку сточных вод. Сточные воды на очистку подают в самоочищающийся механический фильтр. После механического фильтра очищенные от частиц загрязнений сточные воды сливают в резервуар-усреднитель и подают в емкость биологической очистки с активным илом. С помощью погружных мембранных кассет с мембранными модулями осуществляют

разделение очищенных сточных вод и активного ила.

Отделение активного ила осуществляют действием слабого вакуума. Ил подают в резервуар чистой воды и далее самотеком на установку ультрафиолетового обеззараживания. Обеззараженную воду отводят в водный объект или на рельеф местности. Непрерывную аэрацию мембранных кассет с мембранными модулями осуществляют с помощью группы воздуходувок мембранного блока. Мембранные модули периодически промывают и чередуют с режимами релаксации. Также осуществляют периодическую профилактическую очистку мембранных кассет и периодическую восстановительную очистку.

Повышенной эффективностью биологической очистки и обеззараживания сточных вод, используемых после очистки для полива растений, отличается система [8], включающая биологический пруд — накопитель 3 (рис. 4) для очищаемых вод, водопроводящую трубу 4 с питаемым коллектором 6 и водораспределительное устройство на входе отводящего трубопровода 13. Водораспределительное устройство имеет два концентрично расположенных кольца, внутреннее 16 из которых соединено с трубопроводом выпуска 13, а наружное 22 — с трубопроводом подвода 4 и размещено в нижней точке днища пруда 3. Кольца 16 и 22 в верхней части выступают по отношению к отметке дна пруда-накопителя 3 соответственно на 30 и 15 см, а сам зазор 14 между кольцами 16 и 22 относится к водораспределительному устройству. Входное отверстие кольца 16 снабжено воздушной трубкой 1 с вентиляем 2, один конец которой установлен на входе в отводящий трубопровод 13, а другой сообщен с атмосферой.

Источник сжатого воздуха и газа, выделяющегося из сточных вод, выполнен в виде

последовательно расположенной на отводящем трубопроводе 13 ниже его выхода из смешительной камеры 12 с сетчатым полотном 10. Камера 12 соединена трубкой 11 с перфорированными трубками 17, расположенными в полости внутреннего кольца 16. В боковых стенках кольца 16 выполнены воздухо-газовые щелевые отверстия 21. Для расширения функциональных возможностей использования воздухо-газовой смеси к соединительной трубке 11 подсоединена трубка 7 с вентилем 8 для подачи потребителю воздухо-газовой смеси и сжигания в качестве, например топлива, и преобразования его в тепло (обогрев теплиц, зданий и т. д.).

В целях регулирования условий выпуска сточных вод в пруд-накопитель 3 и отвода их со стороны решетки 18 при наполнении пруда 3 установлен щит 15 с наклоном в сторону днища пруда. Щит 15 установлен на горизонтальной оси 19 вращения и соединен тягами привода вертикального перемещения. На трубопроводе 13 для подачи очищенных сточных вод на орошение (полив растений) установлен запорный вентиль 9. При работе отводящего трубопровода 13 и оросительной сети регулировкой вентиля 5 добиваются необходимого расхода поступающих сточных вод в пруд-накопитель 3. Через сопло 20 подаются очищенные сточные воды в отводящий трубопровод 13, содержащие смесь воздуха и газа, и далее эта смесь выделяется из потока в верхнюю часть камеры 12 и по трубке 7 с вентилем 8 направляется потребителю. Система биологической очистки и обезвреживания сточных вод отличается удобством и экономичностью эксплуатации.

Отличается надежностью работы, небольшими габаритными размерами и массой установка для биологической очистки сточных вод [9] в условиях неравномерного качественного и количественного состава сточных вод, поступающих

на очистку. Установка содержит гидравлически последовательно соединенные отстойник-усреднитель, анаэробный блок, блок мембранной фильтрации, а также вспомогательное оборудование. При этом отстойник-усреднитель содержит устройство приема загрязненной сточной воды на очистку. Анаэробный блок исполнен с возможностью подачи в него возвратного активного ила вместе со сточными водами из оксидного блока, выполненного с возможностью подачи в него возвратного активного ила из мембранного блока и снабженного аэрирующим устройством; блок мембранной фильтрации снабжен аэрирующим устройством и вакуумным устройством отвода очищенных сточных вод для сброса на рельеф местности или в водные природные объекты.

Способ глубокой биологической очистки производственных сточных вод от органических соединений и азота аммонийных солей [10] обеспечивает повышение стабильности процессов очистки, снижение энергозатрат на подачу воздуха, уменьшение объема вторичных отстойников. Загрязненные исходные сточные воды подают на очистку в первую зону 1 (рис. 5) с пониженным кислородным режимом. В первую зону 1 также рециркулируют из аэробной зоны 4 смесь биологически очищенных сточных вод со свободноплавающим активным илом в количестве 120...150 % от объема поступающих сточных вод на очистку. Смешанный поток из первой зоны 1 поочередно пропускают через все зоны в восходяще-нисходящем или нисходяще-восходящем направлении, омывая при этом плоскостной инертный носитель с нарощенными на нем микроорганизмами.

Процесс денитрификации происходит без использования внешнего источника углерода, т. е. используются органические вещества,

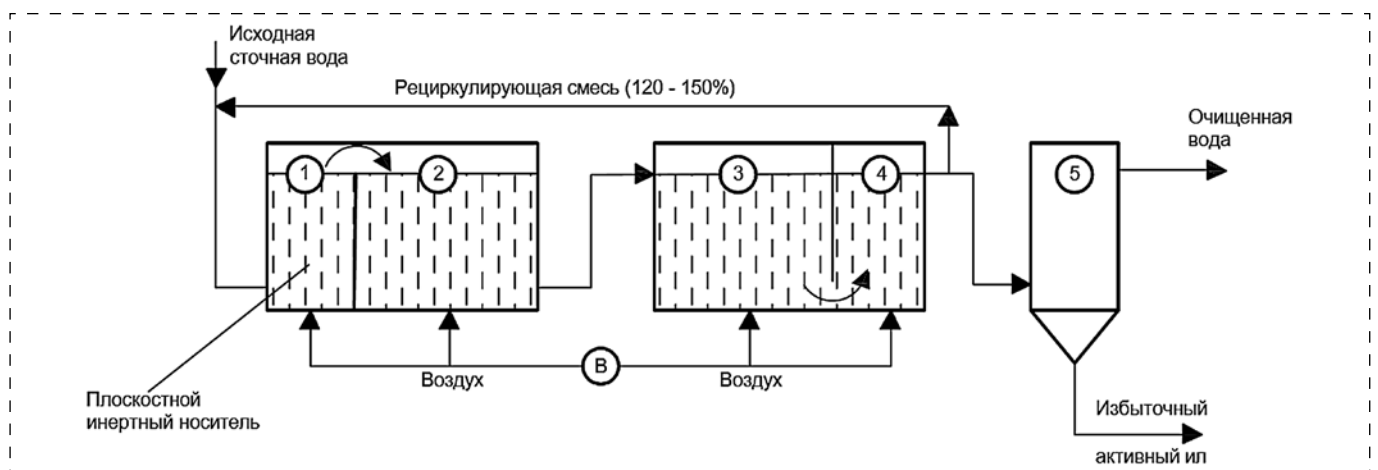


Рис. 5. Установка для глубокой биологической очистки производственных сточных вод от органических соединений и азота аммонийных солей с отстойником для отделения очищенных сточных вод от активного ила

содержащиеся в самих очищаемых сточных водах, т. е. очищаемые сточные воды проходят через специфические селективные для каждой зоны прикрепленных микроорганизмов, которые последовательно окисляют загрязнения, что обуславливает высокое качество очистки сточных вод. В зонах с пониженным кислородным режимом (зоны 1 и 2) поддерживают концентрацию кислорода 0,5 мг/л, в аэробных зонах (зоны 3 и 4) — от 4 до 5 мг/л. Удельная площадь поверхности плоскостного носителя составляла в зоне 1 — 17 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, в зоне 2 — 21 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, в зонах 3 и 4 — 25 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Гидравлическая нагрузка на инертный носитель составляла соответственно: 1,38; 0,43; 0,32 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>. В отстойнике 5 осуществляют отделение очищенных сточных вод от активного ила, который выводят из системы на дальнейшую обработку. Отстаивание очищенных сточных вод осуществляют в течение 1...1,5 ч.

Способ глубокой биологической очистки производственных сточных вод обеспечивает повышение стабильности системы очистки к залповым выбросам и другим аварийным ситуациям и уменьшает время отстаивания биологически очищенных сточных вод.

Для качественной очистки сточных вод от неорганических и органических токсикантов, а также патогенной микрофлоры разработан способ детоксикации [11], схема которого изображена на рис. 6. Сточные воды из резервуара-накопителя 1, пропущенные через механический фильтр 2, песколовку 3 и первичный отстойник 4, направляют в аэротенк 5 для биологической очистки от растворимой и мелкодисперсной органики под воздействием аэробных микроорганизмов. При биологической очистке соединения азота

аммонийного (мочевина) переходят в соединения нитратов, которые для природы менее опасны (процесс нитрификации). Процесс денитрификации — разрушение нитратов с выдуванием атомарного азота в атмосферный воздух также происходит в аэротенке 5.

Далее сточные воды поступают во вторичный отстойник 6, в котором происходит отделение активного ила от биологически очищенных сточных вод. После вторичного отстойника 6 сточные воды поступают в контактный резервуар 7, в котором они очищаются нанокластерами оксигидрата железа от тяжелых металлов с подкислением сточных вод технической серной кислотой, а затем — в контактную камеру 8, где поднимается рН сточных вод до 7...8 известковой водой. Затем очищенные от ионов тяжелых металлов и содержащие сульфидные осадки, оксигидрат железа сточные воды поступают в горизонтальный отстойник 9 с электродной системой 10, установленной по всему его объему и состоящей из семи плоских углеграфитовых пластин длиной 30 см и толщиной 2...3 мм с расстоянием между пластинами 5 см и медных шин, установленных между этими пластинами, где выдерживают в течение 5 ч, воздействуя нанотоками силой 25 нА. Обезвреженные нанотоками сточные воды могут быть сброшены в естественные природные водные объекты.

Повышенной эффективностью периодической очистки фильтрующих элементов — обратноосмотических мембран и увеличением срока их службы отличается устройство для очистки сточных вод [12], схема которого изображена на рис. 7.

Очищаемые сточные воды по трубопроводу 1 (рис. 7) поступают в приемный резервуар 2. Далее

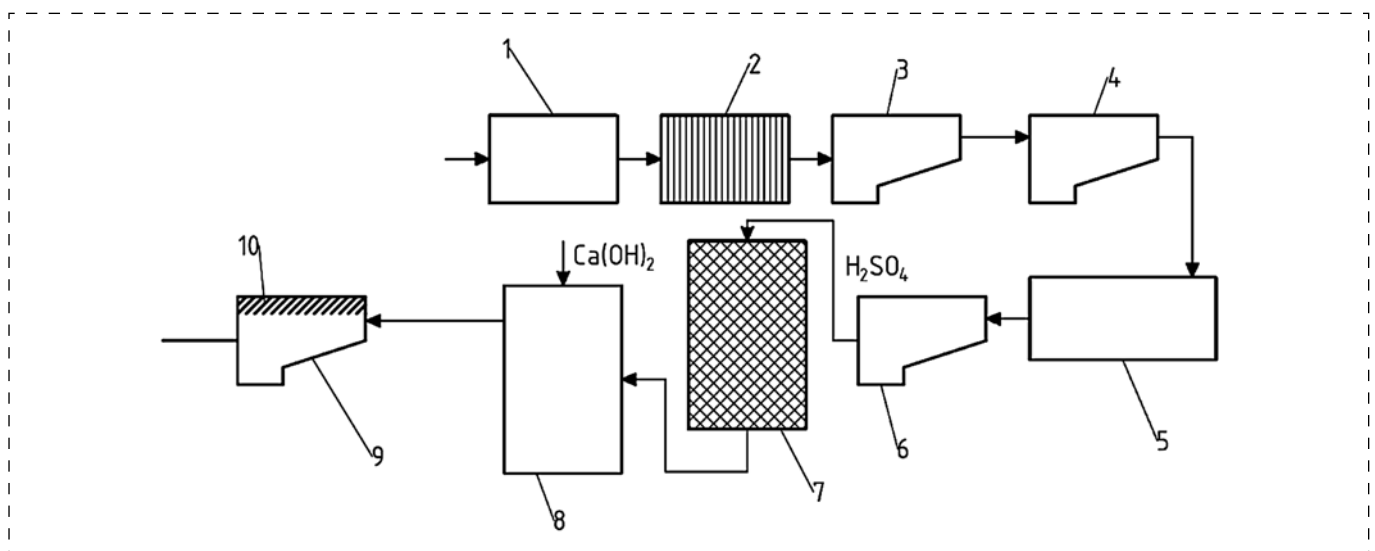


Рис. 6. Схема системы для очистки сточных вод от неорганических и органических токсикантов и патогенной микрофлоры с контактным резервуаром

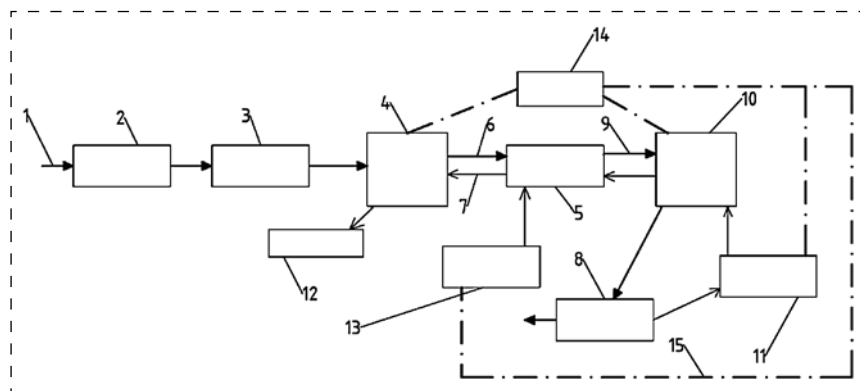


Рис. 7. Устройство для очистки сточных вод с обратноосмотическими мембранами

с помощью основного насоса 3 сточные воды подаются во входной трехпозиционный быстродействующий клапан 4. При повышении перепада давления на мембранном блоке 5, менее чем на 10 % от номинального значения, клапан 4 вводит через трубопровод 6 очищаемые сточные воды в мембранный блок 5, в котором происходит очистка сточных вод от загрязнений. Очищенные сточные воды через трубопровод 9 и выходной трехпозиционный быстродействующий клапан 10 поступают в резервуар 8.

В процессе очистки загрязненных сточных вод на мембранном блоке 5 образуется слой осадка, препятствующий фильтрации. При превышении перепада давления на мембранном блоке 5, более чем на 10 % от номинального значения, регистрируемого датчиком давления, на блок управления 14 поступает соответствующий сигнал и по сигналу от блока управления 14 клапан 4 перекрывает ввод очищаемых сточных вод в мембранный блок 5. После этого из резервуара 8 с помощью дополнительного насоса 11 по трубопроводу 7 для работы в режиме очистки обратноосмотической мембраны очищенные сточные воды через клапан 10 и трубопровод 9 поступают в мембранный блок 5. Происходит промывка мембраны и продукты промывки сбрасываются в отстойник 12. Таким образом, происходит периодическая очистка мембранного блока 5 реверсивным потоком очищенных сточных вод со сбросом продуктов промывки в отстойник 12.

Для снижения давления, создаваемого дополнительным насосом 11, при промывке мембранного блока 5 и во избежание его повреждения мембранный блок 5 соединен с ультразвуковым генератором 13, который создает на мембране колебания с длиной волны и амплитудой, не меньше среднего размера ячеек мембраны. Наложённые на мембрану колебания разрушают осадок на ее поверхности, который более эффективно сбрасывается в отстойник 12. Блок управления 14 связан

с клапанами 4 и 10, дополнительным насосом 11 и ультразвуковым генератором 13 линиями управления 15.

Сорбционная (адсорбционная, абсорбционная) очистка сточных вод применяется обычно как конечная операция после механической и силовой очистки для удаления растворенных загрязнений. Наиболее универсальные сорбционные методы — это фильтрование сточных вод через слой гранулированного активированного угля — адсорбента. Из неуглеродных применяют эффективные адсорбенты естественного

и искусственного происхождения.

К преимуществам сорбционной очистки относятся: возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом.

Адсорбционный способ качественной очистки сточных вод от растворенных примесей [13] предусматривает введение в очищаемые сточные воды хлорида железа и мелкодисперсного алюминиевого порошка, полученного из алюминийсодержащего сырья, являющегося отходом при травлении алюминиевой ленты в производстве алюминиевых конструкций.

Получение этого порошка предусматривает:

- обработку алюминийсодержащего сырья 3...7 %-ным раствором гидроксида натрия при температуре 72...80 °С при соотношении алюминийсодержащего сырья к раствору гидроксида натрия по массе от 1:2 до 1:3 в течение 3...5 ч;
- фильтрование с получением осадка гидроксида алюминия и содержащего алюминат натрия фильтрата;
- смешивание фильтрата с 1...2 Молярным раствором серной кислоты до получения рН = 6,4...7,4;
- фильтрование с получением осадка гидроксида алюминия, промывание полученного осадка водой от ионов натрия, его сушку в сушильном шкафу до температуры 180...200 °С при скорости нагрева 10...20 градусов в час;
- прокалывание в муфельной печи в течение 5...5,5 ч до 450...475 °С при скорости нагрева 50 градусов в час;
- обработку полученного порошкообразного оксида алюминия водным раствором ПАВ ОП-10 с концентрацией 0,019...0,022 % при температуре 39...41 °С в соотношении оксида алюминия и раствора ПАВ 1:10 в течение 10...12 мин и высушивание при комнатной температуре.

При этом хлорид железа вводят в сточную воду в виде 1 %-ного раствора хлорида железа в количестве 1...7 % от объема сточной воды, а полученный мелкодисперсный алюминийсодержащий порошок вводят в сточную воду в количестве 1,7...4 мг/дм<sup>3</sup> сточной воды с последующим отстаиванием в течение 20...25 мин и отделением очищенной воды.

Адсорбционный метод качественной очистки сточных вод отличается повышенной эффективностью очистки сточных вод при пониженном расходе адсорбента.

Разработан способ комплексной очистки [14], позволяющий эффективно очищать производственные сточные воды малых объемов от взвешенных твердых и пластичных частиц загрязнений, ионов тяжелых металлов и других растворенных веществ с использованием углеродных волокнистых материалов. Способ включает одновременную фильтрацию и адсорбцию очищаемых сточных вод в одном аппарате — фильтре с заданной скоростью очистки через слой угольно-волокнистого сорбционно-фильтрующего материала. Оптимальную скорость пропускания очищаемых сточных вод через фильтр, вид фильтрующего материала и количество его слоев устанавливаются исходя из требуемой степени очистки и исходной концентрации вредных примесей в сточных водах.

Способ очистки сточных вод [15] позволяет эффективно очищать в непрерывном режиме кислые сточные воды с любой концентрацией ионов тяжелых металлов с полным их удалением, а также перерабатывать и утилизировать частицы соединений тяжелых металлов. Способ очистки включает постадийную обработку очищаемых сточных вод: на первой стадии гидроксидом кальция, а на второй и третьей — карбонатом натрия и фосфатом натрия соответственно, с образованием на каждой стадии продуктов обработки в виде частиц трудно- или нерастворимых соединений металлов, прочно сорбированных на частицах сорбента-собираателя-флоагента, выделение продуктов обработки напорной флотацией.

В качестве сорбента-собираателя-флоагента используют фибриллированные целлюлозные волокна, которые содержат, в расчете на их массу, не менее 94 % волокон с длиной не более 1,23 мм при удержании воды волокнами не более 4 мг/г. Фибриллированные целлюлозные волокна подают в воду из расчета 100 массовых частиц (мас. ч.) на 100...1200 мас. ч. нерастворимых соединений тяжелых металлов.

Комбинированный способ эффективной очистки сточных вод от взвешенных и растворенных примесей [16] предусматривает применение основного процесса — флотацию, а также процессы отстаивания и фильтрации. Эти процессы очистки сточных вод в значительной степени

интенсифицируются в результате использования реагентной обработки. Комбинированный способ очистки сточных вод позволяет получить более высокий эффект очистки, чем использование отдельных процессов очистки в автономном режиме.

Правилами охраны природных водных объектов, поверхностных и грунтовых вод от загрязнения производственными сточными водами предъявляются нормативные требования к качеству воды водоемов в зависимости от вида водопользования. Для индивидуальных вредных веществ, содержащихся в производственных сточных водах, в качестве нормативов приняты предельно допустимые концентрации (ПДК), под которыми подразумевается такая максимальная концентрация вещества, которая оставляет воду при неограниченно долгом ее использовании такой же безвредной, как и при полном отсутствии этого вещества.

Несмотря на разработку и внедрение новых конструкций фильтров и обезвреживающих устройств, отличающихся высокими техническими характеристиками, проблемы качественной очистки и обезвреживания производственных сточных вод в нашей стране и за рубежом не исчезают. Решение этих проблем позволит улучшить экологическую обстановку и сделать природные водоемы чистыми и безопасными для здоровья населения.

В промышленно развитых странах продолжается эффективная работа по созданию и внедрению в производство высокопроизводительных фильтров, обезвреживающих установок и устройств, отличающихся высокими технико-экономическими показателями, для эффективной комплексной очистки сточных вод промышленных предприятий от вредных примесей.

### Список литературы

1. Кузнецов А. А., Нечитайло Г. С., Кузнецов О. А. Очистка водоемов от токсичных веществ с помощью ультрадисперсных магнитоуправляемых сорбентов // Экология и промышленность России. — 2016. — № 6. — С. 24—30.
2. Буренин В. В. Новые гидравлические фильтры, устройства и установки для очистки сточных вод промышленных предприятий // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 4. — С. 26—31.
3. Патент 2530079 Россия. МПК ВО1Д 29/46. Щелевой фильтр / А. В. Утин, В. Э. Петров, А. Н. Ким. Опубл. 10.10.2014. Бюл. № 28.
4. Патент 2533157 Россия. МПК ЕО2В 15/04. Устройство для сбора нефти с поверхности воды / Ю. А. Миргород, С. Г. Емельянов, С. С. Хотынюк, Л. М. Червяков. Опубл. 20.11.2014. Бюл. № 32.
5. Большаков Н. Ю. Обеспечение эффективного биологического удаления биогенных элементов на городских очистительных сооружениях // Справочник эколога. — 2014. — № 11. — С. 92—96.
6. Патент 2555010 Россия. МПК СО2F 9/00. Способ и установка для глубокой биохимической очистки сточных вод / А. Ш. Недува. Опубл. 10.07.2015. Бюл. № 19.



7. **Патент 2547734** Россия. МПК С02F 9/14. Способ очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод / С. В. Степанов, А. С. Степанов. Оpubл. 10.04.2015. Бюл. № 10.
8. **Патент 2555813** Россия. МПК E02F 13/00. Биологический стабилизационный пруд-накопитель (варианты) / М. И. Голубенко. Оpubл. 20.07.2015. Бюл. № 20.
9. **Патент 2537611** Россия. МПК С02F 9/14. Установка очистки хозяйственно-бытовых сточных вод / Ю. А. Трухин, Б. В. Васильев, Н. К. Шилова, С. В. Мурашев, К. М. Ромодин, С. В. Ильичев. Оpubл. 10.01.2015. Бюл. № 1.
10. **Патент 255893** Россия. МПК С02F 3/30. Способ глубокой биологической очистки сточных вод от органических соединений азота аммонийных солей / Е. С. Гогина, Н. А. Макиша, В. П. Саломеев, Ю. П. Побегайло. Оpubл. 10.04.2015. Бюл. № 10.
11. **Патент 2547112** Россия. МПК С02F 9/14. Способ детоксикации хозяйственно-бытовых сточных вод / Ю. И. Сухарев, И. Ю. Апаликова, И. Ю. Лебедева, Л. П. Ларионов, В. А. Бурмистров, Н. В. Кузьмина. Оpubл. 10.04.2015. Бюл. № 10.
12. **Патент 2522599** Россия. МПК В01Д 35/16. Устройство для фильтрации сточных вод с системой очистки обратноосмотических мембран. / А. М. Гонопольский, В. Е. Мурашов, К. В. Ладыгин, С. И. Стомпель. Оpubл. 20.07.2014. Бюл. № 20.
13. **Патент 2479493** Россия. МПК С02F 1/28. Способ очистки сточных вод / С. Б. Зуева. Оpubл. 20.04.2013. Бюл. № 11.
14. **Алибеков С. Я., Сютова А. И.** Сорбционная очистка хромосодержащих сточных вод // Сборник статей Международной научно-практической конференции "Новые задачи технических наук и пути их решения". Уфа, 20 декабря 2014 г. — Уфа, 2014. — С. 3—6.
15. **Патент 255893** Россия. МПК С02F 1/62. Способ очистки кислых сточных вод от ионов тяжелых металлов / Л. А. Мазитов, А. Н. Финатов, И. Л. Финатова. Оpubл. 27.04.2013. Бюл. № 12.
16. **Ксенофонтов Б. С.** О возможностях расширения использования комбинированного процесса флотации очистки сточных вод // Сантехника. — 2015. — № 3. — С. 44—47.

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

## New Methods and Designs of Filters for Cleaning and Neutralizing Industrial Wastewater

*The analysis of new methods of cleaning and neutralizing industrial sewage of industrial enterprises is carried out. New designs of filters, devices and installations for wastewater treatment, characterized by improved characteristics and proposed in patents and scientific and technical literature of industrially developed countries are considered. The basic tendencies of development of hydraulic filters, devices and installations for cleaning and neutralizing industrial wastewater are shown.*

**Keywords:** sewage, filter, device, installation, cleaning, neutralization, design, method, environmental protection, industrial enterprise

### References

1. **Kuznetsov A. A., Nechitailo G. S., Kuznetsov O. A.** Purification of reservoirs from toxic substances by means of ultradisperse magnetically controlled sorbents. *Ecology and industry of Russia*. 2016. No. 6. P. 24—30.
2. **Burenin V. V.** New hydraulic filters, devices and installations for wastewater treatment of industrial enterprises. *Life Safety*. 2016. No. 4. P. 26—31.
3. **Patent 2530079** Russia. IGC 29/46. The slot filter. A. V. Utin, V. E. Petrov, A. N. Kim. Published on 10.10.2014. Bul. No. 28.
4. **Patent 2533157** Russia. IPC E02B 15/04. Device for collecting oil from the water surface. Yu. A. Mirgorod, S. G. Emelyanov, S. S. Khotyniyuk, L. M. Chervyakov. Published on 20.11.2014. Bul. No. 32.
5. **Bolshakov N. Yu.** Providing effective biological removal of nutrients in urban wastewater treatment plants. *Environmentalist's Handbook*. 2014. No. 11. P. 92—96.
6. **Patent 2555010** Russia. IPC С02F 9/00. Method and installation for deep biochemical treatment of wastewater. A. Sh. Blowing. Published on 10.07.2015. Bul. No. 19.
7. **Patent 2547734** Russia. IPC С02F 9/14. Method of cleaning household and industrial wastewater. S. V. Stepanov, A. S. Stepanov. Published on 10.04.2015. Bul. No. 10.
8. **Patent 2555813** Russia. IPC E02F 13/00. Biological stabilization pond-storage (options). M. I. Golubenko. Published on 07.20.2015. Bul. No. 20.
9. **Patent 2537611** Russia. IPC С02F 9/14. Installation of wastewater treatment. Yu. A. Trukhin, B. V. Vasiliev, N. K. Shilova, S. V. Murashev, K. M. Romodin, S. V. Ilyichev. Published on 01.10.2015. Bul. No. 1.
10. **Patent 255893** Russia. IPC С02F 3/30. The method of deep biological treatment of wastewater from organic compounds of nitrogen ammonium salts. E. S. Gogina, N. A. Makisha, V. P. Salomeev, Yu. P. Pobegailo. Published on 10.04.2015. Bul. No. 10.
11. **Patent 2547112** Russia. IPC С02F 9/14. Method of detoxification of domestic wastewater. Yu. I. Sukharev, I. Yu. Aпаликова, I. Yu. Lebedeva, L. P. Larionov, V. A. Burmistrov, N. V. Kuzmina. Published on 10.04.2015. Bul. No. 10.
12. **Patent 2522599** Russia. IPC В01Д 35/16. Device for sewage filtration with a system of purification of reverse osmosis membranes. A. M. Gonopolsky, V. E. Murashov, K. V. Ladygin, S. I. Stompel. Published on 07.20.2014. Bul. No. 20.
13. **Patent 2479493** Russia. IPC С02F 1/28. Method of sewage treatment. S. B. Zuev. Published on 04.20.2013. Bul. No. 11.
14. **Alibekov S. Ya., Syutova A. I.** Sorption purification of chromium-containing wastewater. *Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference "New problems of technical sciences and ways to solve them". Ufa, December 20, 2014*. Ufa, 2014. P. 3—6.
15. **Patent 255893** Russia. IPC С02F 1/62. Method for purification of acid waste water from heavy metal ions. L. A. Mazitov, A. N. Finatov, I. L. Finatov. Published on 04.27.2013. Bul. No. 12.
16. **Xenophontov B. S.** On the possibilities of expanding the use of the combined flotation process of wastewater treatment. *Sanitary Engineering*. 2015. No. 3. P. 44—47.



УДК 658.567:656:504.064

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

## Повышение утилизируемости транспортных средств категорий М2, М3, N2 и N3

*Отмечено, что автомобильная промышленность является крупнейшим потребителем материальных ресурсов, производство которых наносит серьезный ущерб окружающей среде. Рекомендовано разработчикам и производителям транспортных средств для общественного транспорта и грузовых автомобилей различных категорий применять в них конструкции и материалы, которые при утилизации могли бы быть возвращены в производственный цикл в виде демонтированных компонентов или вторичных материальных ресурсов. Проблемы утилизации транспортных средств предлагается рассматривать на стадии их проектирования, не допуская применения в конструкции трудно утилизируемых компонентов.*

*Показано, что в конструкции транспортных средств применение стеклопластиков на основе термореактивных полимеров нецелесообразно, поскольку их утилизация вызывает серьезные затруднения. Для изготовления крупногабаритных деталей для внутренней отделки транспортных средств рекомендовано применять термопластичные полимеры, пригодные для термовакуумного формования.*

**Ключевые слова:** транспортные средства, утилизация, материальные ресурсы, термопластичные полимеры, стеклопластик, крепеж

### Введение

Автомобилестроение — крупнейший потребитель материальных ресурсов и одна из важнейших отраслей экономики современных государств, а развитие производства автомобилей определяет уровень их социально-экономического развития. Производство автомобилей является двигателем инновационного развития всей экономики государств, поскольку автомобилестроение всегда являлось наукоемкой и высокотехнологичной отраслью народного хозяйства и подтягивало за собой развитие смежных отраслей промышленности. Автомобилестроение является крупным и требовательным потребителем продукции, производимой предприятиями черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, текстильной, электротехнической, электронной, стекольной и других отраслей промышленности.

Всего в мире в 2017 г. выпущено более 95,8 млн автотранспортных средств (в 2016 г. — более 97,7 млн) [1]. Для их производства потребовалось более 1,5 млрд т различных материалов, прежде всего, черных и цветных металлов, пластмасс, резин, тканей и др. В настоящее время во всем мире эксплуатируется более 1 млрд автомобилей, и по прогнозам к 2050 г. их количество увеличится до

2,5 млрд шт. [2]. Значительную долю продукции автомобилестроения составляет общественный транспорт (автобусы, троллейбусы) и грузовые автомобили.

### Нормативные требования к утилизации транспортных средств категорий М1 и N1

Разработан ряд директивных документов, обязательных для исполнения всеми странами ЕС, а также другими производителями легковых автомобилей категорий М1 (Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения) и грузовых автомобилей N1 (Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу не более 3,5 т). Крупнейшие автозаводы России (ВАЗ, ГАЗ, КамАЗ), поставляющие свою продукцию на экспорт, в том числе в европейские страны, также руководствуются этими документами при проектировании и изготовлении своей продукции. Упомянутые выше документы предписывают:

— резкое сокращение образования не утилизируемых отходов при завершении жизненного цикла автомобиля;



— повторное использование деталей и автокомпонентов;

— необходимость производства из изношенных частей автомобиля вторичных материальных ресурсов;

— необходимость производства энергии путем сжигания отходов, не подлежащих рециклингу.

К принятым директивным документам относятся:

— Директива 2000/53/ЕС "О транспортных средствах с выработанным сроком эксплуатации", вступившая в действие в июле 2007 г. Она определяет требования по уменьшению образования отходов при выведении автомобиля из эксплуатации и устанавливает ответственность производителей автотранспортной техники за ее утилизацию.

— Директива 2005/64/ЕС "Об одобрении типа автотранспортных средств в части пригодности к утилизации, рециклированию материалов и повторному использованию узлов и деталей".

— Решение 2003/128/ЕС о маркировке пластмассовых деталей автомобилей, облегчающей их идентификацию и рациональную утилизацию.

— Решение 2005/673/ЕС о запрете использования в автомобильных компонентах и материалах тяжелых металлов: свинца (за исключением аккумуляторов), ртути, кадмия, шестивалентного хрома.

Помимо этих директив Европейской экономической комиссией ООН приняты Правила ЕЭК ООН № 133 "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств в отношении возможности их повторного использования, утилизации и восстановления", введенные в действие 17 июня 2014 г.

Директивами Евросоюза и Правилами Европейской экономической комиссии ООН предусмотрено, что при выведении из эксплуатации автомобилей категории М1 и N1, должно утилизироваться до 95 % их массы, в том числе не менее 85 % массы автомобиля должно рециклироваться и возвращаться в производство в виде демонтированных автокомпонентов, либо в виде вторичных материалов. Эти документы устанавливают требования к компонентам автотранспортных средств в отношении возможности их повторного использования, утилизации и восстановления.

С целью выполнения этих требований на стадии проектирования транспортных средств категорий М1 и N1 принимаются технические решения, способствующие использованию автокомпонентов в качестве вторичных материальных ресурсов.

Технология утилизации закладывается в конструкцию автомобиля при его разработке. При проектировании автомобиля учитывается

пригодность используемых материалов к рециклингу, отдается предпочтение легкоразъемным соединениям, облегчающим разборку утилизируемого автомобиля, используются маркировка и кодирование узлов и агрегатов, обеспечивающие их идентификацию и последующее использование и утилизацию.

Использование легкоразъемного крепежа (пластмассовых клипс, пистонов, защелок, резьбовых и клеевых соединений с заданной прочностью) позволяет производить разборку автомобиля без нарушения целостности деталей. Его применение дает возможность повторно использовать многие детали автомобиля, сохранившие свой ресурс, не производя какой-либо их доработки и ремонта. Это особенно важно в условиях ускоренного обновления модельных рядов автомобилей и сокращения сроков эксплуатации техники. При выпуске новых марок автомобилей разрабатываются технологические инструкции по их демонтажу и возможным направлениям утилизации автокомпонентов.

Другим важным решением являются ограничения, накладываемые на использование в конструкции автомобиля полимерных материалов.

Учитывая, что в конструкции современных транспортных средств (ТС) широко используются полимерные конструкционные материалы [3–5], на их пригодности к утилизации [6] следует остановиться подробнее.

За последние 30 лет потребление пластмасс в транспортных средствах выросло до 15...20 % от их массы при сокращении использования черных металлов. Создание новых конструкционных пластиков позволило изготавливать из них не только детали интерьера, но и такие высоконагруженные элементы, как детали двигателей, коробок передач, подвески, электрооборудования и, наконец, детали кузова и кабины транспортных средств. Сегодня уже стало нормой производство из пластмасс крупногабаритных деталей: панелей приборов, бамперов, крыльев, решеток радиатора, топливных баков, различного навесного оборудования и др. Применение пластмасс в конструкции ТС позволяет повысить их пригодность для утилизации, снизить массу, улучшить эксплуатационные характеристики, повысить травмобезопасность и комфортабельность техники [7–9].

При выборе пластмасс для изготовления компонентов ТС категорий М1 и N1 предпочтение отдается термопластичным, легко поддающимся повторной переработке полимерным материалам: полипропилену, полиэтилену, АБС-пластику, полистиролу, полиметилметакрилату, полиэтилентерефталату, полибутилентерефталату, поликарбонату и др. Термореактивные пластмассы,

которые не могут быть расплавлены или переведены в вязкотекучее состояние путем нагревания, в настоящее время в серийном производстве ТС категорий М1 и N1 не используются. Стеклопластики, углепластики и другие композиционные материалы на основе терморезактивных связующих в ТС категорий М1 и N1 также не применяются.

Для идентификации пластмасс, из которых изготовлены детали автомобилей, введена обязательная единая маркировка, позволяющая идентифицировать полимер и облегчающая видовую сепарацию и рациональное использование отходов [10].

### **Проблемы утилизации транспортных средств категорий М2, М3, N2 и N3**

Все рассмотренные выше требования и принимаемые для их выполнения конструкторские решения относятся к транспортным средствам категорий М1 и N1. Что же касается автобусов, троллейбусов и специализированных пассажирских транспортных средств, относящихся к категории М2 (Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых не превышает 5 т) и категории М3 (Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых превышает 5 т), то на их производство и пригодность к утилизации никаких ограничений не существует. Не существует ограничений и на производство грузовых автомобилей категории N2 (Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т) и категории N3 (Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу более 12 т). Вследствие этого для производства крупногабаритных деталей автобусов, троллейбусов, грузовых автомобилей и других транспортных средств широко используют композиционные материалы на основе терморезактивных полиэфирных и эпоксидных смол, армированные непрерывными стеклянными (стеклопластики) и другими волокнами и обладающие высокими эксплуатационными характеристиками [11–14].

Полимерные композиционные материалы обладают высокой долговечностью, механической прочностью, устойчивостью к агрессивным средам, низкой по сравнению с черными металлами

плотностью и другими свойствами [15–17]. Применение стеклопластиков позволяет избежать изготовления дорогостоящих пресс-форм и штампов, что при относительно небольших объемах производства существенно снижает затраты на его организацию.

В автобусостроении стеклопластики используют для оформления интерьера. В производстве грузовых автомобилей из этих материалов изготавливают капот, крылья, спойлер и другие детали кабины.

Масса изделий из стеклопластиков в зависимости от категории и конструкции наземного транспортного средства составляет 90...370 кг в одном транспортном средстве, что в пересчете на объемы производства составляет внушительную величину, порядка 6000 т.

Несмотря на значительные преимущества использования армированных волокнами композиционных материалов, их применение в конструкции транспортных средств представляется нецелесообразным, поскольку переработка отходов, образующихся при их изготовлении, и самих изделий из них после выведения из эксплуатации на заключительной стадии жизненного цикла является проблематичной [18].

Производители и потребители изделий из стеклопластика во всем мире сталкиваются с серьезными проблемами, связанными с их накоплением и утилизацией. В связи с тем, что массовое использование этих материалов в конструкции ТС началось сравнительно недавно, и благодаря высокой их долговечности, эта проблема пока не заявила о себе со всей остротой. Но время, когда эти ТС перейдут в заключительную стадию жизненного цикла, и они начнут массово выводиться из эксплуатации, может наступить раньше, чем сегодня предполагается. А значит, потребуются эффективные и доступные технологии утилизации использованных при их изготовлении автокомпонентов и материалов.

Известные технологии утилизации композиционных материалов на основе терморезактивных полимеров не эффективны. Измельчение стеклопластика в дробилках представляет значительные трудности, так как разрушение чрезвычайно прочного стеклянного наполнителя требует значительных затрат энергии. Помимо этого, механическая переработка отходов стеклопластика не находит практического применения из-за быстрого износа фрагментирующего и измельчающего оборудования.

Термическая переработка крупногабаритных панелей из стеклопластика также сложна технологически и малоэффективна для сохранения материальных ресурсов. Для термической переработки



крупногабаритных изделий из стеклопластика, таких как панели облицовки грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов, вагонов метро, необходимо их первичное фрагментирование до размеров, пригодных для загрузки в термическое оборудование.

Анализ показывает [19], что несмотря на значительное увеличение в разных странах работ, направленных на поиск доступных технологий утилизации стеклопластиков, реальных коммерческих результатов, позволяющих экономически эффективно перерабатывать эти материалы, пока не создано.

Основным методом обращения с отходами стеклопластика сегодня является депонирование на полигонах и свалках. Захоронение стеклопластиковых изделий не может рассматриваться как способ обращения с такими отходами, поскольку имеет только отрицательные последствия, в том числе и потерю материальных и энергетических ресурсов, затраченных на изготовление изделий из них.

Из сказанного следует, что применение непрерывно армированных полимерных композиционных материалов в конструкциях транспортных средств категорий М2, М3, N2 и N3 (автобусов, троллейбусов, грузовых автомобилей), других транспортных средств следует ограничить аналогично тому, как это предусмотрено нормативными документами для автомобилей категорий М1 и N1. Это будет способствовать тому, что вопросы повышения пригодности к утилизации этих ТС будут решаться на стадии их проектирования.

Для изготовления деталей интерьера пассажирского транспорта и грузовых автомобилей могут быть использованы термопластичные пластмассы, такие как акрилонитрилбутадиенстирол (АБС-пластик), ударопрочный полистирол, полипропилен, полиамид и другие, пригодные для рециклинга полимеры.

### Заключение

Таким образом, показано, что автомобильная промышленность является крупнейшим потребителем различных материалов, производство которых наносит серьезный ущерб окружающей среде. Важной задачей разработчиков и производителей транспортных средств различных категорий, является создание таких конструкций и использование таких материалов, которые на заключительной стадии жизненного цикла могли бы быть возвращены в производственный цикл в виде демонтированных компонентов или вторичных материальных ресурсов.

Для повышения экологической безопасности средств общественного транспорта, грузовых автомобилей при выведении из эксплуатации на заключительной стадии жизненного цикла, проблемы утилизации необходимо рассматривать на стадии проектирования ТС, не допуская применения в конструкции трудно утилизируемых компонентов.

Показано, что в конструкции транспортных средств нецелесообразно применение стеклопластиков на основе терморезистивных полимеров, поскольку их утилизация вызывает серьезные затруднения. Для изготовления крупногабаритных деталей транспортных средств рекомендовано применять термопластичные полимеры, пригодные для термовакуумного формования.

### Список литературы

1. **Статистика** производства новых автомобилей в 2017 году URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/production/2017/> (дата обращения 11.04.2018).
2. **Сколько автомобилей** на Земле в 2018 году? URL: <http://greenworld.today/news/1509/> (дата обращения 11.04.2018).
3. **Полимерные композиционные материалы.** Прочность и технология / С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков, В. Г. Ошмян. — М.: Интеллект, 2010. — 351 с.
4. **Уайт Дж., Чой Д.** Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины. — СПб.: Профессия, 2007. — 256 с.
5. **Vasile C., Pascu M.** Practical Guide to Polyethylene. — Shawbury: Smithers Rapra Press, 2008. — 188 p.
6. **Рахимов М. А., Рахимова Г. М., Иманов Е. М.** Проблемы утилизации полимерных отходов // *Фундаментальные исследования.* — 2014. — № 8-2. — С. 331—334. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34554> (дата обращения 11.04.2018).
7. **Мокеева С. В., Карев Р. В.** Инновационные решения в применении полимеров в деталях кузова // *Журнал Ассоциации автомобильных инженеров.* — 2015. — № 2 (91). — С. 24—28.
8. **Ившин К. С.** Использование технологии пластических масс и стеклопластиков в дизайне малогабаритных транспортных средств // *Пластические массы.* — 2013. — № 3. — С. 55—63.
9. **Srivastava V., Srivastav R.** Advances in Automotive Polymer Applications and Recycling // *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology.* — 2013. — Vol. 2, Iss. 3. — P. 744—746.
10. **ГОСТ 33366.1—2015 (ISO 1043-1:2011)** Межгосударственный стандарт Пластмассы. Условные обозначения и сокращения. Часть 1. Основные полимеры и их специальные характеристики.
11. **Emerging Trends** in Automotive Lightweighting through Novel Composite Materials / M. Pervaiz, S. Panthapulakkal, B. KC, M. Sain, J. Tjong // *Materials Sciences and Applications.* — 2016. — No. 7. — P. 26—38.
12. **Арутюнян Г. А., Карташов А. Б.** Анализ истории развития и актуальности применения несущих систем из композиционных материалов // *Журнал Ассоциации автомобильных инженеров.* — 2015. — № 5 (94). — С. 60—66.
13. **Костенко А. Ю.** Композиты в конструкции несущих систем грузовых автомобилей // *Автомобильная промышленность.* — 2015. — № 7. — С. 34—37.
14. **A review** of natural fibers, their sustainability and automotive applications / R. Dunne, D. Desai, R. Sadiku, J. Jayaramudu

- // Journal of Reinforced Plastics and Composites. — 2016. — Vol. 35, Iss. 13. — P. 1041—1050.
15. **Каблов Е. Н.** Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 г. // Авиационные материалы и технологии. — 2012. — № 5. — С. 7—17.
  16. **Каблов Е. Н.** Инновационные разработки ФГУП "ВИАМ" ГНЦ РФ по реализации "Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года" // Авиационные материалы и технологии. — 2015. — № 1 (34). — С. 3—33.
  17. **Каблов Е. Н.** Композиты: сегодня и завтра // *Металлы Евразии*. — 2015. — № 1. — С. 36—39.
  18. **Pico D., Bartl A.** Vienna University of Technology. Chemical Treatment of Glass Fibers after Composite Recycling Process. URL: [http://basalt.today/images/Pico\\_Bartl.pdf](http://basalt.today/images/Pico_Bartl.pdf) (дата обращения 11.04.2018).
  19. **Петров А. В., Дориомедов М. С., Скрипачев С. Ю.** Технологии утилизации полимерных композиционных материалов (обзор) // Электронный научный журнал "Труды ВИАМ". — 2015 г. — № 8. URL: <http://viam-works.ru/ru/articles?year=2015&num=8> (дата обращения 11.04.2018).

**Bobovich B. B.**, Professor, e-mail: [boris0808@yandex.ru](mailto:boris0808@yandex.ru), Moscow Polytechnic University

## The Increasing the Recyclability of Vehicles of Categories M2, M3, N2 and N3

*It is shown that the automotive industry is the largest consumer of material resources, the production of which causes serious damage to the environment. It is necessary that developers and manufacturers of vehicles for public transport and trucks of various categories apply to them the design and materials that could be returned to the production cycle in the form of dismantled components or secondary material resources.*

*To improve environmental safety of vehicles at the final stage of the life cycle, the problems of disposal should be considered at the design stage, preventing the use of difficultly recyclable components in the design.*

*It is shown that in the construction of vehicles, the use of glass-reinforced plastics based on thermosetting polymers is impractical, since their disposal causes serious difficulties. For the manufacture of large parts for the interior of vehicles is recommended to use thermoplastic polymers suitable for thermal vacuum molding.*

**Keywords:** vehicles, recycling, material resources, fiberglass, thermoplastic polymers, fasteners

### References

1. **Statistika** proizvodstva novyh avtomobilej v 2017 godu URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/production/2017/> (date of access 11.04.2018).
2. **Skol'ko avtomobilej** na Zemle v 2018 godu? URL: <http://greenworld.today/news/1509/> (date of access 11.04.2018).
3. **Polimernye kompozicionnye materialy.** Prochnost' i tehnologija. S. L. Bazhenov, A. A. Berlin, A. A. Kul'kov, V. G. Oshmjjan. Moscow: Intellect, 2010. 351 p.
4. **Uajt Dzh., Choj D.** Polijetilen, polipropilen i drugie poliolfefiny. Saint-Petersburg: Professija, 2007. 256 p.
5. **Vasile C., Pascu M.** Practical Guide to Polyethylene. Shawbury: Smithers Rapra Press, 2008. 188 p.
6. **Rahimov M. A., Rahimova G. M., Imanov E. M.** Problemy utilizacii polimernyh othodov. *Fundamental'nye issledovanija*. 2014. No. 8-2. P. 331—334. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34554> (date of access 11.04.2018).
7. **Mokeyeva S. V., Karev R. V.** Innovacionnye reshenija v primenenii polimerov v detaljah kuzova. *Zhurnal AAI*. 2015. No. 2 (91). P. 24—28.
8. **Ivshin K. S.** Ispol'zovanie tehnologii plasticheskikh mass i stekloplastikov v dizajne malogabaritnyh transportnyh sredstv. *Plasticheskie massy*. 2013. No. 3. P. 55—63.
9. **Srivastava V., Srivastav R.** Advances in Automotive Polymer Applications and Recycling. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2013. Vol. 2, Iss. 3. P. 744—746.
10. **GOST 33366.1—2015 (ISO 1043-1:2011)** Mezhgosudarstvennyj standart Plastmassy. Uslovnye oznachenija i sokrashhenija. Chast' 1 Osnovnye polimery i ih special'nye harakteristiki.
11. **Emerging Trends** in Automotive Lightweighting through Novel Composite Materials. M. Pervaiz, S. Panthapulakkal, B. KC, M. Sain, J. Tjong. *Materials Sciences and Applications*. 2016. No. 7. P. 26—38.
12. **Arutjunjan G. A., Kartashov A. B.** Analiz istorii razvitija i aktual'nosti primeneniya nesushhih sistem iz kompozicionnyh materialov. *Zhurnal AAI*. 2015. No. 5 (94). P. 60—66.
13. **Kostenko A. Ju.** Kompozity v konstrukcii nesushhih sistem gruzovyh avtomobilej. *Avtomobil'naja promyshlennost'*. 2015. No. 7. P. 34—37.
14. **A review** of natural fibers, their sustainability and automotive applications. R. Dunne, D. Desai, R. Sadiku, J. Jayaramudu. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 2016. Vol. 35, Iss. 13. P. 1041—1050.
15. **Kablov E. N.** Strategicheskie napravlenija razvitija materialov i tehnologij ih pererabotki na period do 2030 g. *Aviacionnye materialy i tehnologii*. 2012. No. 5. P. 7—17.
16. **Kablov E. N.** Innovacionnye razrabotki FGUP "VIAM" GNC RF po realizacii "Strategicheskij napravlenij razvitija materialov i tehnologij ih pererabotki na period do 2030 goda". *Aviacionnye materialy i tehnologii*. 2015. No. 1 (34). P. 3—33.
17. **Kablov E. N.** Kompozity: segodnja i zavtra. *Metally Evrazii*. 2015. No. 1. P. 36—39.
18. **Pico D., Bartl A.** Vienna University of Technology. Chemical Treatment of Glass Fibers after Composite Recycling Process. URL: [http://basalt.today/images/Pico\\_Bartl.pdf](http://basalt.today/images/Pico_Bartl.pdf) (date of access 11.04.2018).
19. **Petrov A. V., Doriomedov M. S., Skripachev S. Ju.** Tehnologii utilizacii polimernyh kompozicionnyh materialov (obzor). *Jelektronnyj nauchnyj zhurnal "Trudy VIAM"*. 2015. No. 8. URL: <http://viam-works.ru/ru/articles?year=2015&num=8> (date of access 11.04.2018).

УДК 614.2:614.8:617

**К. А. Шаповалов**, д-р мед. наук, проф., e-mail: stampdu@rambler.ru,  
Коми республиканский институт развития образования, Сыктывкар,  
**Л. А. Шаповалова**, врач высшей квалификационной категории,  
Консультативно-диагностический центр Республики Коми, Сыктывкар

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

*Для подготовки населения к оказанию первой (доврачебной экстренной) помощи в условиях чрезвычайных ситуаций предложены алгоритмы современной дидактики учебной темы "Повреждения живота". Выделены следующие учебные вопросы: 1. Закрытые повреждения живота. Классификация. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 2. Ранения живота (открытые повреждения). Виды проникающих ранений живота. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 3. Повреждения костей таза. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 4. Повреждения почек. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 5. Повреждения мочевого пузыря. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь; 6. Повреждения мочеиспускательного канала. Признаки. Первая (доврачебная экстренная) помощь.*

**Ключевые слова:** травмы живота, проникающие ранения живота, травмы костей таза, повреждения почек, травмы мочевого пузыря, повреждения мочеиспускательного канала, первая (доврачебная экстренная) помощь, чрезвычайные ситуации, дидактика

**1. Закрытые повреждения живота** могут возникать в результате воздействия ударной волны, разнообразных тупых "вторичных снарядов", при падении с высоты, сдавлении землей, обломками разрушенных зданий и инженерных сооружений, при автомобильных катастрофах и стихийных бедствиях. Закрытые повреждения бывают без повреждения и с повреждением внутренних органов. Тяжесть травмы зависит преимущественно от силы удара в живот. Напряжение брюшной стенки уменьшает последствия повреждения органов брюшной полости. Наиболее частым и тяжелым повреждениям подвергаются полые органы, переполненные жидкостью и газом (39,5 %) [1–4].

**Легкая травма ведет** к изолированному повреждению брюшной стенки (ушибу, разрыву мышц), сопровождающемуся ссадинами кожи и кровоподтеком, ограниченной болезненностью, припухлостью, местным напряжением мышц живота. При ушибе брюшной стенки рекомендуется покой, на живот сначала (первые часы)

прикладывают холод. В дальнейшем по назначению хирурга могут быть применены тепловые процедуры. При больших гематомах производят удаление скопившейся крови с помощью шприца или ее вскрытие оперативным методом.

**Тяжелая травма живота** может сопровождаться повреждением паренхиматозных (селезенки, печени, почек, поджелудочной железы) и полых органов (желудка, кишечника, желчного и мочевого пузыря) с развитием шока (61,0 %) и кровопотерей. При этом наблюдается высокая смертность (60,2 %). Повреждения печени и селезенки встречаются в виде трещин, разрывов, отрывов и размозжения их паренхимы. Возможны подкапсулярные разрывы. Пострадавшие жалуются на общую слабость, головокружение, шум в ушах, мелькание "мушек" перед глазами, жажду. Кожа и слизистые оболочки бледные, учащаются пульс и дыхание. Происходят снижение артериального давления, уменьшение количества эритроцитов, гемоглобина. При разрыве печени

боль иррадирует ("отдает") в правое плечо, селезенки — в левое [5—6].

В случае повреждения селезенки при ощупывание (пальпации) определяется болезненность и напряжение мышц в левой половине живота, а в случае повреждения печени — в верхних отделах правой половины живота. В отлогих отделах брюшной полости (в положении пострадавшего на спине) можно определить притупление перкуторного звука из-за скопления излившейся туда крови. (Перкуссия — метод медицинской диагностики, заключающийся в простукивании отдельных участков тела и анализе звуковых явлений, возникающих при этом.)

Так как разрывы печени сопровождаются разрывом не только кровеносных сосудов, но и желчных ходов, вскоре присоединяются симптомы раздражения брюшины (симптом Щеткина—Блюмберга), а также рвота и напряжение мышц живота. При сохранении целостности капсулы селезенки и печени часто образуются подкапсулярные и центральные гематомы со скудными клиническими проявлениями.

Повреждение полых органов (желудка, кишечника, желчного и мочевого пузыря) происходят в форме ушиба, раздавливания, кровоизлияния в стенку, частичного или полного разрыва, отрыва от места прикрепления, отрыва брыжейки. Разрывы полых органов брюшной полости ведут к быстро развивающемуся перитониту с характерной клинической картиной. При перкуссии определяется сужение границ или исчезновение печеночной тупости в результате скопления газа, проникшего из поврежденного желудка или кишечника в брюшную полость под купол диафрагмы. Непосредственно после закрытой травмы живота точно определить повреждение того или иного органа не всегда представляется возможным, особенно при сочетании их с повреждениями органов брюшной полости, головного мозга, при утрате сознания, повреждения костей таза, позвоночного столба, а также в ближайшие часы после введения наркотических анальгетиков.

Облегчают распознавание повреждений внутренних органов прокол брюшной стенки (лапароцентез) с введением в брюшную полость "шарящего поискового" катетера, лапароскопия и обзорная рентгенокопия брюшной полости.

**Первая (доврачебная экстренная) помощь.** Пострадавших укладывают на носилки, под колени подкладывают валик и без задержки эвакуируют в хирургический стационар. Если эвакуация задерживается, а боли в животе нарастают, то необходимо ввести наркотический анальгетик из шприц-тюбика, срок действия которого не превышает 1 ч.

В хирургическом стационаре уточняют диагноз и проводят интенсивные противошоковые мероприятия. Нередко сама операция является противошоковым мероприятием. Показанием к операции является нарастание признаков внутреннего кровотечения и перитонита [7—9].

**2. Ранения живота (открытые повреждения)** бывают огнестрельные (пулевые, осколочные) и неогнестрельные, а также касательные, сквозные, непроникающие и проникающие, одиночные, множественные, сочетанные, комбинированные. Непроникающие ранения (без повреждения брюшины) обычно не тяжелые. Тяжесть определяется лишь при тех непроникающих ранениях, когда наблюдаются ушибы и даже разрывы внутрибрюшных органов, в частности кишечника [10—13].

Дифференцировать непроникающее ранение от проникающего не всегда удается сразу после травмы. Во время первичной хирургической обработки раны ее необходимо тщательно осмотреть, точно определить, проникает она в брюшную полость или нет. Если при этом обнаружена рана в брюшине, следует провести лапаротомию и ревизию органов брюшной полости.

При рентгенографии слепых непроникающих ран контрастное вещество обнаруживается в тканях брюшной стенки, при проникающих — тень вещества определяется в брюшной полости между петлями кишок.

**Виды проникающих ранений живота (с повреждением брюшины):**

1. Без повреждений органов брюшной полости.
2. С повреждением полых органов (желудок, тонкий и толстый кишечник).
3. С повреждением паренхиматозных (печень, поджелудочная железа) органов.
4. Ранения почек, мочеточников, мочевого пузыря.
5. Ранения живота, сопровождающиеся ранением позвоночного столба и спинного мозга.
6. Торакоабдоминальные ранения (одновременное повреждение живота и грудной клетки одним ранящим агентом).

Чаще повреждаются полые органы, особенно кишечник (83,8 %). Изолированные повреждения паренхиматозных органов встречаются реже (7,2 %), а в сочетании с ранениями полых органов — в 25 % случаев. Ранения почек и мочеточников чаще сочетаются с повреждением других органов живота, груди, позвоночного столба. Такие ранения характеризуются тяжелым состоянием, сопровождающимся кровопотерей и шоком.

**Признаки проникающих ранений живота** (общие и местные зависят от характера и степени нанесенных повреждений).



**Абсолютные признаки (не вызывающие сомнения):**

1. Выпячивание или выпадение большого сальника, петель кишечника (эвентрация).
2. Истечение из раны содержимого кишечника, желудка, а также желчи или мочи.
3. Диагноз проникающих ранений не вызывает особых затруднений, когда сопоставление входного и выходного отверстий раневого канала создает представление о пути, проделанном ранящим предметом.

**Относительные признаки:**

1. Боль в животе — чаще постоянная, нарастает с течением времени, приобретает разлитой характер (по всему животу), усиливается при толчках, ощупывании живота, кашле.
2. Раненый лежит на спине с согнутыми ногами, старается не шевелиться.
3. Рвота однократная или повторная, примесь крови в рвотных массах позволяет заподозрить ранение желудка.
4. Жажда, ощущение сухости во рту со временем нарастает.
5. Дыхание частое, поверхностное.
6. Брюшная стенка не участвует в акте дыхания.
7. Пульс частый, наполнение его постепенно падает.
8. Артериальное давление снижается.
9. Температура тела снижается при глубоком шоке, кровопотере и охлаждении раненого.
10. При воспалительном процессе в брюшной полости (перитоните, гнойнике) температура тела повышается, напряжение брюшной стенки и болезненность в ранние сроки ограничены областью ранения [14—16].

По мере развития разлитого перитонита напряжение и болезненность распространяются по всей брюшной стенке, живот становится как "доска". В позднем периоде, при прогрессирующем перитоните и развивающейся интоксикации напряжение брюшной стенки сглаживается, нарастает вздутие живота, симптом раздражения брюшины (Щеткина—Блюмберга) является наиболее постоянным у пациентов с этим видом патологии (96,1 % случаев).

Распознавание повреждений органов брюшной полости затруднительно при утраченном сознании раненого, сочетанных повреждениях, применении средств обезболивания на предшествующих этапах эвакуации [17—19].

**Первая (доврачебная экстренная) помощь:**

1. На рану накладывают асептическую повязку.
2. Выпавшие внутренности (кишечник, сальник) вправлять нельзя. Их окутывают стерильной

повязкой и прибинтовывают к брюшной стенке. Для этого можно использовать несколько перевязочных пакетов или стерильные большие повязки.

3. Введение наркотического анальгетика из шприц-тюбика.

4. Категорически запрещается давать раненому пить и есть.

5. Раненых в живот эвакуируют в первую очередь, в положении лежа на носилках с согнутыми в тазобедренных и коленных суставах ногами. Под колени подкладывают валик.

6. В лечебном учреждении проводят интенсивные противошоковые мероприятия и оперативные вмешательства по жизненным показаниям. Наилучшие результаты лечения достигаются при выполнении операции в ранние сроки [20, 21].

**3. Повреждения костей таза** могут быть закрытыми и открытыми, с нарушением или без нарушения целостности тазового кольца и тазовых органов, со смещением или без смещения костных обломков, сочетанными и комбинированными.

**Признаки.** Резкая боль в области перелома, усиливающаяся при надавливании на лобковую или седалищную кость, при давлении с боков на крылья подвздошных костей или большие вертлы бедер, а также при натяжении приводящих мышц бедра.

Для переломов костей тазового кольца характерным является симптом "прилипшей пятки": раненый не может поднять вытянутую ногу, нога при этом сгибается в тазобедренном и коленном суставах, но пятка не отрывается от постели (носилки). При двустороннем переломе нижние конечности повернуты носками стоп кнаружи, но согнуты в коленных суставах ("положение лягушки"). При одностороннем двойном переломе и повреждении вертлужной впадины, вывихе бедра отмечается укорочение конечности. При пальцевом исследовании прямой кишки часто удается определить не только переломы, но и смещение костных обломков. Решающее значение имеет рентгенография [22—25].

Наиболее тяжелыми являются огнестрельные и двойные двусторонние переломы костей таза с одновременным повреждением тазовых органов (мочеиспускательного канала, мочевого пузыря, прямой кишки, мочеточников, матки). Они, как правило, сопровождаются тяжелым шоком и образованием обширных забрюшинных гематом (21 % случаев). Величина кровопотери может достигать 2...3 л.

**Первая (доврачебная экстренная) помощь:**

1. Осмотреть пострадавшего и при подозрении на травму живота оценить: жалобы на боли в области живота; дать оценку внешнему



виду живота — "плоский", твердый на ощупь ("напряженный"), не участвующий в акте дыхания; определить нарастающую бледность кожных покровов, холодный липкий пот; вынужденное положение на боку, поджав колени к животу. При наличии хотя бы двух из перечисленных признаков нужно склониться к диагнозу закрытой травмы живота.

2. Вызвать бригаду скорой помощи.

3. Уложить пострадавшего на спину с приподнятым плечеголовным концом и валиков под подогнутыми ногами.

4. При наличии раны в области живота наложить асептическую повязку.

5. Холод на живот.

6. Наблюдение до приезда скорой помощи, при остановке дыхания и сердцебиения проведение реанимационных мероприятий.

7. Введение обезболивающих средств (наркотических анальгетиков).

8. Транспортная иммобилизация и эвакуация в лечебное учреждение.

Иммобилизацию тазовых костей осуществляют лестничными шинами, которые подкладывают под таз и ноги раненого. Таз больного стягивается широкой полосой ткани, сложенной простыней, полотенцем или бинтом. Пострадавшего кладут на спину на жесткие носилки или деревянный щит, под согнутые в коленях ноги подкладывают валик из одежды. Ноги у коленных суставов связывают косынкой или бинтом. Наружное кровотечение из раны мягких тканей таза останавливают давящей повязкой или ее тампонированием. Пострадавших с кровотечением, шоком и повреждением тазовых органов эвакуируют в лечебное учреждение.

**4. Повреждения почек** могут быть закрытыми и открытыми, изолированными или в сочетании с повреждением органов брюшной полости, позвоночного столба и тазовых органов. Закрытые повреждения почек происходят вследствие тупой травмы поясничной области, падения с высоты, сдавления тяжелыми предметами. При этом могут наблюдаться как небольшие субкапсулярные повреждения, так и тяжелые, до полного разрыва почки и отрыва ее от сосудов и мочеточника. Последние осложняются тяжелым шоком. Пострадавший жалуется на боль в соответствующей половине поясничной области, возникает припухлость. В моче появляется примесь крови (гематурия). При полном отрыве почки от мочеточника гематурия отсутствует [26—28].

Ранения почек чаще всего сочетаются с повреждением органов брюшной, грудной полости, диафрагмы, позвоночного столба, мочевого

пузыря. Изолированные ранения почек и мочеточников встречаются редко. Наряду с болью и припухлостью, гематурией (моча окрашена кровью) часто в поясничной области имеется рана, из которой возможно выделение мочи. В забрюшинном пространстве и тазовой клетчатке образуется урогематома (скопление мочи и крови), которая может нагноиться с образованием некротической флегмоны и развитием урологического сепсиса. При сочетанных повреждениях присоединяются симптомы, характерные для повреждения других органов [26—28].

#### **Первая (доврачебная экстренная) помощь:**

1. Наложение асептической повязки на рану.

2. Введение наркотических анальгетиков из шприц-тюбика.

3. Создание покоя.

4. Щадящая эвакуация в положении лежа на спине. При возможности к поясничной области прикладывают холод.

В лечебном учреждении проводят профилактику и лечение шока, остановку внутреннего кровотечения, оперативное вмешательство по жизненным показаниям. Для профилактики инфекции раненым вводят антибиотики, проводят специфическую профилактику столбняка. Уточняют диагноз. Проводят дополнительное обследование. В соответствии с диагнозом проводят консервативное или оперативное лечение — ушивание или удаление поврежденной почки.

**5. Повреждения мочевого пузыря** могут быть закрытыми и открытыми, внутрибрюшинными, внебрюшинными и смешанными, изолированными или сочетаться с повреждением костей таза, прямой кишки, органов брюшной полости [29—30].

Закрытое повреждение переполненного мочевого пузыря (разрыв) наблюдается при сдавлении брюшной полости и сильном ударе в надлобковую область. Чаще всего происходит разрыв задней стенки мочевого пузыря, где наиболее слабый мышечный слой и брюшина (внутрибрюшинный разрыв). Кровь и моча изливаются в брюшную полость, вызывают раздражение брюшины, а позднее и мочевой гнойный перитонит.

При внебрюшинных повреждениях мочевого пузыря кровь и моча вытекают в околопузырную клетчатку, а также клетчатку малого таза и промежности, образуя мочевые затеки, которые могут стать причиной флегмоны с возможным развитием сепсиса.

Открытое повреждение (ранение) мочевого пузыря, как правило, сочетается с повреждением костей таза, толстой, тонкой или прямой кишки, матки.

**Признаки.** Сильная боль над лобком, частые позывы на мочеиспускание, выделяется



незначительное количество мочи с кровью или только кровь. При широко зияющем раневом канале моча может вытекать через рану наружу. При внебрюшинных разрывах над лобком, в паховых областях и промежности отмечается болезненность, пастозность и притупление перкуторного звука (урогематома, инфильтрация тканей мочой). Общее состояние пораженных быстро ухудшается, наблюдается озноб, повышение температуры тела до 39...40 °С (лихорадка гектического типа), сухость во рту, жажда, тахикардия, учащение дыхания.

Для уточнения диагноза нередко производят катетеризацию и контрастную рентгенографию мочевого пузыря. При катетеризации моча может совершенно не выделяться или выделяется в небольшом количестве с примесью крови. При повреждении стенки мочевого пузыря контрастное вещество обнаруживается в окружающих тканях или в брюшной полости в виде расплывчатой тени с неровными и нечеткими границами.

**Первая (доврачебная экстренная) помощь** заключается в наложении асептической повязки при открытых повреждениях мочевого пузыря, введении наркотических анальгетиков из шприц-тюбика, немедленной эвакуации в лечебное учреждение в положении лежа на животе (обеспечивается отток из мочевого пузыря и предупреждение мочевого затека). При одновременном повреждении костей таза эвакуацию осуществляют на твердых носилках лежа на спине (положение в позе "лягушки").

Пораженным с открытыми повреждениями мочевого пузыря проводят специфическую профилактику столбняка, вводят антибиотики, в полном объеме проводят противошоковые мероприятия. По показаниям проводят оперативное лечение (зашивание ран мочевого пузыря, наложение надлобкового свища, дренирование предпузырной клетчатки), профилактику и лечение осложнений, осуществляют тщательный уход за пострадавшим.

**6. Повреждения мочеиспускательного канала** могут быть открытыми и закрытыми, изолированными или сочетаться с переломами лобковых и седалищных костей, повреждениями влагалища, мошонки и прямой кишки [31, 32].

Основными признаками повреждения мочеиспускательного канала являются боль в области повреждения, острая задержка мочи, вытекание крови из мочеиспускательного канала без мочеиспускания, образование гематомы мошонки или промежности, что может вызвать некротическую флегмону.

Раненые испытывают болезненные, безрезультативные позывы на мочеиспускание. Ранение полового члена (кавернозных тел) сопровождается обильным кровотечением и образованием обширных гематом, часто осложняется шоком. При одновременном ранении мочевых путей и прямой кишки развиваются мочекаловые флегмоны, а у женщин и влагалищно-прямокишечные свищи.

**Первая (доврачебная экстренная) помощь** сводится к наложению асептической повязки на рану, введению обезболивающих средств (наркотических анальгетиков), а при наличии условий — применению холода и эвакуации. Необходимо опорожнить мочевой пузырь пострадавшего. В лечебных учреждениях при повреждениях мочеиспускательного канала проводят профилактику и лечение возможных осложнений (мочевых флегмон, перитонита, уросепсиса), восстановительные операции.

#### Список литературы

1. Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Само-, взаим- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие — Сыктывкар: Сыктывкарский государственный университет, 1995. — С. 115—117.
2. Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Повреждения живота: лекция. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 1995. — 4 с.
3. Shapovalov K. A. Medical and Social Aspects of Occupational Traumatism of Floating Crew on Water Transport Ships in Alcoholic Intoxication // 2nd Asian Clinical Congress. 3—5.04.2014. Kyoto: Abstracts.
4. Шаповалов К. А. Школа безопасности жизни: что делать при ушибе. URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/51569/> (дата обращения 28.06.2016).
5. Шаповалов К. А. Факторы риска возникновения травм на судах транспортного флота Северного бассейна // Гигиена и санитария. — 1986. — № 7. — С. 87—88.
6. Shapovalov K. A. Injuries of the floating crew of the fishing fleet // People and the Sea. VII: "Maritime Futures": International Conference. 26—28<sup>th</sup> of June 2013. Amsterdam: Abstracts. URL: [http://www.marecentre.nl/people\\_and\\_the\\_sea\\_7/documents/MARE\\_Programme\\_Book.pdf](http://www.marecentre.nl/people_and_the_sea_7/documents/MARE_Programme_Book.pdf). P. 116 (дата обращения 31.08.2016).
7. Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики темы "Кровотечение" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 4 (184). — С. 51—61.
8. Shapovalov K. A., Shapovalova L. A. The Author's Program of Subject "First Aid for Traumas in Accidents and Natural Disasters" for Non-medical Faculties of Humanities and Technical Universities // 19th World Congress for Disaster

- and Emergency Medicine, 21–24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 634.
9. **Никулина Т. И., Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации педагогических работников образовательных организаций "Оказание первой помощи пострадавшим". — Сыктывкар: Коми республиканский институт развития образования, 2016 — 19 с.
  10. **Федоров, Б. Н., Миронова В. И., Быков В. П., Циркунов М. А., Шаповалов К. А.** Огнестрельные ранения живота мирного времени // Хирургия. Журнал имени Н. И. Пирогова. — 1989. — № 8. — С. 65–68.
  11. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 2002. — 151 с.
  12. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики учебной темы "Раны" учебного модуля "Оказание первой помощи при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 4. — С. 47–52.
  13. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Wounds" of subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities // 19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21–24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 380.
  14. **Shapovalov K. A.** Traumatism of Contingent of Industrial Workers. Situation on River Fleet. // 19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21–24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 635.
  15. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Травмы живота: лекция. — Сыктывкар: Коми республиканский институт развития образования, 2015. — 9 с.
  16. **Shapovalov K. A.** Falls from a height. Risk of suffering a traumatism for crew on vessels of the water basins of the North // Bulletin of the Maritime Institute in Gdańsk. — 2016. — Vol. 31. — No. 1. — С. 96–100.
  17. **Shapovalov K. A.** Professional Traumatism of Floating Crew of Transport, Fishing and River Fleets of the Northern Watershed // 2<sup>nd</sup> International conference "Oceanography—2014", 21<sup>st</sup>–23<sup>rd</sup> of July, 2014. Vegas, Nevada, USA. Abstracts.
  18. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики учебной темы "Обучение населения оказанию первой помощи при термических поражениях: электрических, термических и лучевых ожогах, обморожениях в условиях чрезвычайных ситуаций" // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 4 (172). — С. 67–72.
  19. **Shapovalov K. A.** Falls from a height as a cause of injuries of floating crew of the Northern water pool // 19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21–24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 633.
  20. **Shapovalov K. A.** Occupational Traumatism of Women from the Floating Crew of Vessels of Transport and Fish Fleets // 3rd ASIAN CLINICAL CONGRESS (ACC3). Tokio, Japan. 3–5 September, 2015: Abstracts.
  21. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы оказания доврачебной медицинской помощи: Повреждения живота. — Сыктывкар: Коми республиканский институт развития образования, 2016. — 8 с.
  22. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и дополн., CD. — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 2003. — 185 с.
  23. **Shapovalov K. A.** Injuries of floating crew of Northern water pool in a state of alcohol intoxication // International Maritime Health. — 2013. — Vol. 64. — No. 1. — P. 41–50.
  24. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Fractures" subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities // 18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23–31 May 2013. — Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8630.
  25. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики темы "Переломы" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 7 (187). — С. 54–61.
  26. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаимно- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — 4-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар: КРАГСиУ, 2004. — 155 с.
  27. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Подготовка населения к оказанию само-, взаимно- и первой медицинской помощи при повреждениях головы, шеи, позвоночного столба, органов грудной и брюшной полостей в условиях чрезвычайных ситуаций // Жизнь и безопасность.— 2007. — № 3–4. — С. 61–73.
  28. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency treatment for injuries of floating crew on ships of northern pool // 18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23–31 May 2013. — Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8627.
  29. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Alcohol and injuries: causes and consequences // OA Alcohol (an OA Publishing London Journal). — 2013. — Jun 01; 1 (1):10.
  30. **Shapovalov K. A.** Traumatism of floating crew of the river fleet // OA Alcohol (an OA Publishing London Journal). — 2013. — Jul 01; 1 (2):12.
  31. **Shapovalov K. A.** Accident prevention among crews of merchant ships // World Health Forum. — Geneva: World Health Organization (WHO), 1991. — Vol. 12, No. 2. — P. 203–204.
  32. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Features of woman alcoholism // OA Alcohol (an OA Publishing London Journal). — 2013. — Aug 01; 1 (1):13.



**K. A. Shapovalov**, Professor, e-mail: stampdu@rambler.ru, Komi Republican Institute for Development of Education, Syktyvkar, **L. A. Shapovalova**, Doctor of the highest qualification category, Consultative Diagnostic Center of Republic of Komi, Syktyvkar

## **Bases of Didactics of Theme "Damages to the abdomen" of Educational Module "The First (Pre-Medical Emergency) Assistance for Traumas Suffered During Accidents, Catastrophes and Natural Disasters" of Subject "Safety" for Humanitarian and Technical Universities**

*To prepare the public for the provision of the first (pre-medical emergency) care, soup in emergencies algorithms of modern didactics textbook-term theme of "Damages to the abdomen". Scroll to the next educational questions: 1. Closed abdominal injury. Classification. Signs. The first (pre-medical emergency); 2. Abdominal wounds (open lesions). Types of abdominal penetrating wounds. Signs. The first (pre-medical emergency); 3. Damages to the pelvic bones. Signs. The first (pre-medical emergency); 4. Damages to the kidneys. Signs. The first (pre-medical emergency); 5. Damages to the bladder. Signs. The first (pre-medical emergency); 6. Damages to the urethra. Signs. The first (pre-medical emergency).*

**Keywords:** abdominal injuries, penetrating injuries of the abdomen, pelvis injury, kidney damage, injury of the bladder, urethra damage, pre-medical emergency

### **References**

1. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Samo-, vzaimo- i pervaya medicinskaya pomoshch' pri travmah i neschastnyh sluchayah: uchebnoe posobie. Syktyvkar: Syktyvkar'skij gosudarstvennyj universitet, 1995. P. 115—117.
2. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Povrezhdeniya zhivota: lekciya. Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 1995. 4 p.
3. **Shapovalov K. A.** Medical and Social Aspects of Occupational Traumatism of Floating Crew on Water Transport Ships in Alcoholic Intoxication. *2nd Asian Clinical Congress. 3—5.04.2014. Kyoto: Abstracts.*
4. **Shapovalov K. A.** Shkola bezopasnosti zhizni: chto delat' pri ushibe. URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/51569/> (date of access 28.06.2016).
5. **Shapovalov K. A.** Faktory riska vozniknoveniya travm na sudah transportnogo flota Severnogo bassejna. *Gigiena i sanitariya.* 1986. No. 7. P. 87—88.
6. **Shapovalov K. A.** Injuries of the floating crew of the fishing fleet. People and the Sea. VII: "Maritime Futures": International Conference. 26—28th of June 2013. Amsterdam: Abstracts. URL: [http://www.marecentre.nl/people\\_and\\_the\\_sea\\_7/documents/MARE\\_Programme\\_Book.pdf](http://www.marecentre.nl/people_and_the_sea_7/documents/MARE_Programme_Book.pdf), p. 116 (date of access 31.08.2016).
7. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy didaktiki temy "Krovotechenie" uchebnogo modulya "Pervaya (dovrachebnaya ehkstretnaya) pomoshch' pri travmah, neschastnyh sluchayah, katastrofah i stihijnyh bedstviyah" predmeta "Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti" dlya gumanitarnyh i tekhnicheskikh universitetov. *Bezopasnost' Zhiznedeyatel'nosti.* 2016. — No. 4 (184). P. 51—61.
8. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** The Author's Program of Subject "First Aid for Traumas in Accidents and Natural Disasters" for Non-medical Faculties of Humanities and Technical Universities. *19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 634.*
9. **Nikulina T. I., Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Dopolnitel'naya professional'naya programma povysheniya kvalifikacii pedagogicheskikh rabotnikov obrazovatel'nykh organizacij "Okazanie pervoj pomoshchi postradavshim". Syktyvkar: Komi respublikanskij institut razvitiya obrazovaniya, 2016. 19 p.
10. **Fedorov B. N., Mironova V. I., Bykov V. P., Cirku-nov M. A., Shapovalov K. A.** Ognestrel'nye raneniya zhivota mirnogo vremeni. *Hirurgiya. Zhurnal imeni N. I. Pirogova.* 1989. No. 8. P. 65—68.
11. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashchita naseleniya v chrezvychajnykh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaya medicinskaya pomoshch' pri travmah i neschastnyh sluchayah: uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dopoln. Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 2002. 151 p.
12. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy didaktiki uchebnoj temy "Rany" uchebnogo modulya "Okazanie pervoj pomoshchi pri travmah, neschastnyh sluchayah, katastrofah i stihijnyh bedstviyah" predmeta "Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti" dlya gumanitarnyh i tekhnicheskikh universitetov. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti.* 2013. No. 4. P. 47—52.
13. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Wounds" of subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities. *19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 380.*
14. **Shapovalov K. A.** Traumatism of Contingent of Industrial Workers. Situation on River Fleet. *19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 635.*
15. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Travmy zhivota: lekciya. Syktyvkar: Komi respublikanskij institut razvitiya obrazovaniya, 2015. 9 p.
16. **Shapovalov K. A.** Falls from a height. Risk of suffering a traumatism for crew on vessels of the water basins of the

- North. *Bulletin of the Maritime Institute in Gdańsk*. 2016. Vol. 31, No. 1. P. 96—100.
17. **Shapovalov K. A.** Professional Traumatism of Floating Crew of Transport, Fishing and River Fleets of the Northern Watershed. *2nd International conference "Oceanography—2014", 21st—23rd of July, 2014. Vegas, Nevada, USA. Abstracts*.
  18. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy didaktiki uchebnoj temy "Obuchenie naseleniya okazaniyu pervoj pomoshchi pri termicheskikh porazheniyah: ehlektricheskikh, termicheskikh i luchevykh ozhogah, obmorozeniyah v usloviyah chrezvychajnykh situacij". *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 4 (172). P. 67—72.
  19. **Shapovalov K. A.** Falls from a height as a cause of injuries of floating crew of the Northern water pool. *19th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 21—24 April 2015, Cape Town, South Africa: Abstracts No. 633*.
  20. **Shapovalov K. A.** Occupational Traumatism of Women from the Floating Crew of Vessels of Transport and Fish Fleets. *3rd Asian Clinical Congress (ACC3). Tokio, Japan. 3—5 September, 2015: Abstracts*.
  21. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy okazaniya dovrachebnoj medicinskoj pomoshchi: Povrezhdeniya zhivotov. Syktyvkar: Komi respublikanskij institut razvitiya obrazovaniya, 2016. 8 p.
  22. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashchita naseleniya v chrezvychajnykh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaya medicinskaya pomoshch' pri travmah i neschastnykh sluchayah: uchebnoe posobie. 3-e izd., pererab. i dopoln., CD. Syktyvkar: Komi gosudarstvennyj pedagogicheskij institut, 2003. 185 p.
  23. **Shapovalov K. A.** Injuries of floating crew of Northern water pool in a state of alcohol intoxication. *International Maritime Health*. 2013. Vol. 64, No. 1. P. 41—50.
  24. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Methodological approaches to teaching academic theme "Fractures" subject "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters" for humanitarian and technical universities. *18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013 — Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8630*.
  25. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy didaktiki temy "Perelomy" uchebnogo modulya "Pepvaya (dovrachebnaya ehkstreynnaya) pomoshch' ppi travmah, neschastnykh sluchayah, katastrofah i stihijnykh bedstviyah" ppedmeta "Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti" dlya gumanitapnyh i tekhnicheskikh univepsitetov. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016. No 7 (187). P. 54—61.
  26. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Osnovy bezopasnosti zhizni: Bezopasnost' i zashchita naseleniya v chrezvychajnykh situacijah; Samo-, vzaimo- i pervaya medicinskaya pomoshch' pri travmah i neschastnykh sluchayah: uchebnoe posobie. 4-e izd., pererab. i dopoln. Syktyvkar: KRAGSiU, 2004. 155 p.
  27. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Podgotovka naseleniya k okazaniyu samo-, vzaimo- i pervoj medicinskoj pomoshchi pri povrezhdeniyah golovy, shei, pozvonochnogo stolba, organov grudnoj i bryushnoj polostej v usloviyah chrezvychajnykh situacij. *Zhizn' i bezopasnost'*. 2007. No. 3—4. P. 61—73.
  28. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency treatment for injuries of floating crew on ships of northern pool. *18th World Congress for Disaster and Emergency Medicine, 23—31 May 2013 — Manchester, United Kingdom: Abstracts No. 8627*.
  29. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Alcohol and injuries: causes and consequences. *OA Alcohol (an OA Publishing London Journal) 2013 Jun 01; 1(1):10*.
  30. **Shapovalov K. A.** Traumatism of floating crew of the river fleet. *OA Alcohol (an OA Publishing London Journal) 2013 Jul 01; 1(2):12*.
  31. **Shapovalov K. A.** Accident prevention among crews of merchant ships. *World Health Forum. Geneva: World Health Organization (WHO), 1991. Vol. 12, No. 2. P. 203—204*.
  32. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Features of woman alcoholism. *OA Alcohol (an OA Publishing London Journal) 2013 Aug 01; 1(1):13*.



#### ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- системы и технические средства видеонаблюдения;
- системы и средства ограничения доступа;
- системы и средства обеспечения пожарной безопасности;
- технические средства обеспечения безопасности;
- средства индивидуальной защиты;
- охрана труда.

Подробности на сайте [expcrimea.com](http://expcrimea.com)



УДК 502.3:004.4

Д. А. Белозеров, канд. геог. наук, доц., А. А. Курышев, канд. геол.-минер. наук, доц.,  
e-mail: kaa@geol.vsu.ru, Воронежский государственный университет

## О результатах применения программного обеспечения серии "Эколог" в учебном процессе

*Рассмотрены возможности использования программного обеспечения серии "Эколог" в учебном процессе. Показаны перспективы использования программ для разработки проектной документации предприятий, для лабораторных и практических занятий при подготовке экологов-геологов. Обобщен опыт применения программ серии "Эколог" при организации учебного процесса по подготовке бакалавров по профилю "Экологическая геология" и магистров по программе "Экологический менеджмент".*

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, программное обеспечение, лабораторные работы, естественные науки, расчет загрязнения, учебный процесс

Внимание к экологическим проблемам постоянно растет. Подготовка профессиональных кадров в сфере охраны окружающей среды является одной из приоритетных задач для устойчивого развития государства [1, 2].

Развитие компьютерных технологий является двигателем для естественных наук, в том числе и для экологической геологии [3]. В последние годы появилось значительное число программ, посвященных построению 3d-моделей, формированию оценочных эколого-геологических карт и т. д. Зачастую, внедрение подобных программных комплексов требует значительных капиталовложений, что осложняет их применение в ходе учебного процесса. В 2015 г. кафедра экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета получила возможность использовать для обучения студентов унифицированную программу расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) "Эколог" 3 и программу расчета нормативов допустимых сбросов НДС-Эколог 2,7 фирмы "Интеграл". Кроме того, в перспективе планируется применение программного обеспечения УПРЗА "Эколог" 4 — усовершенствованной версии с новыми возможностями программного комплекса и руководством по проведению расчетов [4].

С 2016 г. программные продукты "Эколог" 3 и НДС-Эколог 2, 7 были внедрены в рамках практических занятий для студентов 4 курса по дисциплине "Промышленная экология" и магистров 1 курса по дисциплине "Экологическое проектирование". Основная цель применения данного программного обеспечения в рамках учебного процесса заключается в изучении и расчете

загрязнения атмосферы, что необходимо по ряду причин.

1. Результаты расчета загрязнения атмосферы являются важнейшими показателями, которые учитываются во многих экологических проектах: проектах по расчету предельно допустимых выбросов (ПДВ), проектах определения перечня мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС), проекта по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС). Таким образом, студенты знакомятся с практикой экологического проектирования.

2. Изучение загрязнения атмосферы является важнейшей задачей и в рамках эколого-геологических исследований. В результате проводимых расчетов с помощью УПРЗА "Эколог" студенты получают данные о рассеивании загрязнения по поверхности земли, что влияет на загрязнение почв, грунтов зоны аэрации, подземных вод, а также является фактором изменения геохимических условий на тех или иных участках.

3. Оценка состояния атмосферы играет очень важную роль в рамках научных исследований. Именно поэтому данные комплексы были внедрены в процесс обучения магистрантов.

4. Одной из важнейших задач, которую помогают решать данные программы, является существенное облегчение расчетов при оценке загрязнения атмосферы, а также формирование оценочных экологических карт, позволяющих выявить участки загрязнения атмосферы на различных высотах.

5. Использование упомянутых выше программ — это новая составляющая учебного процесса, которая выражается в написании авторских

курсовых работ, использовании современных методов исследования, формировании более результативных и интересных бакалаврских и магистерских работ.

В процессе обучения с использованием программного обеспечения серии "Эколог" студенты высоко оценили возможности программ. Они проявили высокий уровень интереса к работе с данным программным продуктом и результатам расчета загрязнения приземного слоя атмосферы.

Всего за один год учебного процесса программный комплекс был применен для целого ряда работ (см. таблицу).

В качестве основных возможностей УПРЗА "Эколог" выделяются:

1) возможность как загрузки картографической основы, так и ее формирования в данной программе;

2) возможность достаточно подробно охарактеризовать источники загрязнения атмосферы;

3) наличие ряда интегрированных справочников;

4) высокий уровень детальности расчетов;

5) возможность выполнения расчетов для неблагоприятных метеорологических условий;

6) формирование информативного отчета с результатами оценки загрязнения атмосферы;

7) возможность выбора степени информативности итогового отчета о результатах рассеивания загрязнения атмосферы;

8) формирование схемы загрязнения приземного слоя атмосферы и возможность выбора детальности прорисовки итоговых схем.

После изучения возможностей программного обеспечения серии "Эколог" обучающимся был задан ряд вопросов. Так, на вопрос "Интересно ли Вам было использовать данный программный продукт?" — положительно ответила подавляющая

часть (96 %) опрошенных (всего опрошено было 49 человек).

Кроме того, обучающимся было предложено оценить возможности программного комплекса УПРЗА "Эколог" 3, оценить удобство работы с программой и выявить основные проблемы.

При ответе обучающихся на вопрос: "Оцените возможности программного комплекса УПРЗА "Эколог" 3 по пятибалльной шкале" — результаты распределились следующим образом: оценку 5 получили 78 % опрошенных, оценку 4 — 18 %, оценку 3 — 4 %.

В качестве основных недостатков в рамках работы с программным комплексом УПРЗА "Эколог" 3, обучающиеся выделили сложность работы с графическим интерфейсом и формированием картографической (схематической) основы.

Вместе с тем результаты, полученные при организации учебного процесса с применением программного обеспечения серии "Эколог" дали за первый год эксплуатации значимый эффект. Отличительным моментом применения новых элементов в обучении является их высокая оценка со стороны обучающихся, несмотря на трудности, возникавшие при расчетах загрязнения атмосферы.

Внедрение в учебный процесс программного обеспечения серии "Эколог" дало высокие результаты. Следует отметить, что в версии программного комплекса УПРЗА "Эколог" 4 многие недостатки были исправлены. Программа стала более понятной и доступной для обучения и применения. Усовершенствования отмечаются, в первую очередь, в рамках работы с картографическим интерфейсом программы, т. е. ряд выше обозначенных недостатков уже устранен, и использование программного комплекса будет еще более продуктивным и интересным.

### Список литературы

1. Лосев К. С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. — М.: Космосинформ, 2001. — 400 с.
2. Методология и правовое обоснование структуры размещения особо охраняемых природных территорий / В. А. Бударина, И. И. Косинова, В. И. Попов, Ю. В. Яковлев. — Воронеж: Истоки, 2015. — 224 с.
3. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика) / Под ред. И. И. Косиновой. — Воронеж, 2015. — 576 с.
4. Афанасьев Д. Н. УПРЗА "Эколог" 4 — программа для эколога-разработчика. — Иваново, 2015. — 192 с.

### Применение программного обеспечения серии "Эколог" в рамках различных видов работ

Область применения программного обеспечения	Количество
Написание курсовых работ	21 шт.
Написание бакалаврских работ	2 шт.
Написание работ для Научного общества учащихся (абитуриентов)	2 шт.
При организации учебного процесса в бакалавриате	42 человека
При организации учебного процесса в магистратуре	7 человек



**D. A. Belozerov**, Associate Professor, **A. A. Kuryshev**, Associate Professor,  
e-mail: kaa@geol.vsu.ru, Voronezh State University

## The Ecologist Series Software Application Results in Educational Process

*In article the Ecologist series software use possibilities in educational process are considered. The prospects of programs use for a laboratory and practical works are shown when training ecologists-geologists. The Ecologist series programs application experience at the organization of educational process for bachelors for the Ecological Geology profile and masters for the Ecological Management program training is generalized.*

**Keywords:** computer technologies, software, laboratory works, natural sciences, pollution calculation, educational process

### References

1. **Losev K. S.** Jekologicheskie problemy i perspektivy ustojchivogo razvitija Rossii v XXI veke. Moscow: Kosmosinform, 2001. 400 p.
2. **Metodologija** i pravovoe obosnovanie struktury razmeshhenija osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij. V. A. Budarina, I. I. Kosinova, V. I. Popov, Ju. V. Jakovlev. Voronezh: Istoki, 2015. 224 p.
3. **Jekologicheskaja geologija** krupnyh gornodobyvajushhih rajonov Severnoj Evrazii (teorija i praktika). Pod red. I. I. Kosinovej. Voronezh, 2015. 576 p.
4. **Afanas'ev D. N.** UPRZA "Jekolog" 4 — programma dlja jekologa-razrabotchika. Ivanovo, 2015. 192 p.

## Специализированная выставка Безопасность. Охрана. Спасение/SENTEx Россия Нижний Новгород Нижегородская ярмарка, павильон № 1 13—15 ноября 2018

**Тематика выставки:** Предупреждение и ликвидация ЧС. Пожарная безопасность. Медицина катастроф. Промышленная и экологическая безопасность. Технические средства и системы безопасности. Охрана и безопасность труда. Транспортная безопасность и др.

Сайт: [http://www.yarmarka.ru/catalog/14/439/sentex\\_2018.html](http://www.yarmarka.ru/catalog/14/439/sentex_2018.html)

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 04.07.18. Подписано в печать 15.08.18. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ918.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

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