



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

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

12(192)
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

- Алексеев О. Н., Воронов Е. Т., Бондарь И. А. Пути улучшения радиационной обстановки на урановых рудниках России 3
 Петров С. О. Отчуждение труда преподавателя российского вуза и возможности его преодоления 8

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. Энергосберегающая система круглогодичного кондиционирования воздуха в производственном помещении 14

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Рыбаков Ю. С., Вдовин А. В. Опасность отвалов руд и пород для окружающей среды и человека 20

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Кузьмин С. Б. Опасные природные процессы Иркутской области 27

ОБРАЗОВАНИЕ

- Строкин А. А. Опыт организации студенческих научных конференций на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана 35

ПРЕДСТАВЛЯЕМ ОРГАНИЗАЦИЮ

- Конструкторское бюро специального машиностроения — АО "КБСМ". 41
 Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Кравченко В. А., Хаперская А. В., Винников А. И., Спичев В. В., Моренко А. И. Создание, промышленное освоение и внедрение в эксплуатацию комплексов на Ленинградской АЭС и ФГУП "ГХК" по переводу отработавшего ядерного топлива реакторов РБМК на "сухое" хранение 41
 Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Спичев В. В., Гуськов В. Д., Коротков Г. В. Описание комплекса обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС 47
 Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Черников О. Г., Моренко А. И. Транспортный упаковочный комплект ТУК-109 50
 Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Зозуля В. М. Обращение с ТУК-109 на Ленинградской АЭС 57

ИНФОРМАЦИЯ

- Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2016 году 61

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, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

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

12(192)
2016

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Alekseev O. N., Voronov E. T., Bondar I. A.** Ways of Improving the Radiation Situation in the Uranium Mines Russia 3
Petrov S. O. The Alienation of Labour Russian University Teacher and the Possibility of its Overcoming 8

INDUSTRIAL SAFETY

- Mikhailov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Yu.** Energy Saving System Year-Round Air Conditioning in the Production Room 14

ENVIRONMENT PROTECTION

- Rybakov Ju. S., Vdovin A. V.** The Danger of Dumps of Ores and Rocks for Environment and Human 20

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Kuzmin S. B.** Natural Disasters of Irkutsk Region 27

EDUCATION

- Strokin A. A.** Experience of the Organization of Students Scientific Conferences in the Department «Ecology and Industrial Safety» of Bauman Moscow State Technical University ... 35

PRESENTATION ORGANIZATION

- Guskov V. D., Korotkov G. V., Pereguda V. I., Simonov V. N., Chernikov O. G., Kravchenko V. A., Khaperskaya A. V., Vinnikov A. I., Spichev V. V., Morenko A. I.** Development, Industrial Assimilation and Introduction into Industrial Operation of Systems at the Leningrad NPP and the FGUP "GHK" to Transfer the RBMK Spent Fuel to Dry Storage 41
Pereguda V. I., Simonov V. N., Chernikov O. G., Spichev V. V., Guskov V. D., Korotkov G. V. Description of the SNF Handling System at the Leningrad NPP 47
Guskov V. D., Korotkov G. V., Chernikov O. G., Morenko A. I. TUK-109 Transport Package ... 50
Pereguda V. I., Simonov V. N., Chernikov O. G., Guskov V. D., Korotkov G. V., Zozulya V. M. TUK-109 Handling at the Leningrad NPP 57

INFORMATION

- Index** of articles published in the journal "Life Safety" in 2016 61

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

УДК 613.169.16:622.349.5

О. Н. Алексеев, канд. техн. наук, директор, ООО "Ремонтно-механический завод" корпорации "Атомредметзолото", Краснокаменск, Забайкальский край,
Е. Т. Воронов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
И. А. Бондарь, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: irinabondar1@mail.ru,
Забайкальский государственный университет, Чита

Пути улучшения радиационной обстановки на урановых рудниках России

Рассмотрен опыт обеспечения радиационной безопасности горнорабочих очистного забоя (ГРОЗ) на урановых рудниках ПАО "ППГХО". Результаты анализа радиационной обстановки показали, что в очистных забоях с содержанием урана более 0,5 % ГРОЗ получают дозу до 110 мЗв за последовательные 5 лет, что на 10 % превышает предел, установленный НРБ-99.

Снижение дозы на 2 мЗв в год за счет применения экранирующей защиты от γ -облучения на погрузочно-доставочных машинах (ПДМ) позволит решить проблему переоблучения и избежать ротации персонала бригад очистного забоя в течение года на другие рабочие места. Приведен анализ отработки рудных тел с применением различных типов погрузочно-доставочных машин. На основе производственных испытаний доказано снижение дозы внешнего γ -облучения горнорабочих очистного забоя на базе использования системы экранирования рабочего места оператора погрузочно-доставочных машин. Предложена формула расчета дозы облучения в горной выработке в зависимости от содержания урана в рудном теле. Доказано, что применение свинцовой системы экранирования рабочего места оператора ПДМ позволяет эффективно и безопасно обрабатывать рудные тела с высоким содержанием урана.

Ключевые слова: урановые рудники, очистные работы, радиационная безопасность, погрузочно-доставочная машина, доза облучения, система экранирования

ПАО "Приаргунское производственное горно-химическое объединение" ("ППГХО") — один из крупнейших в мире уранодобывающих комплексов, который с 1968 г. ведет добычу и переработку урановых руд на месторождениях Стрельцовского рудного поля (СРП) [1]. В настоящее время производственная мощность Объединения составляет 2 тыс. т урана в год. Его добыча осуществляется на трех подземных рудниках с последующей переработкой руды на гидрометаллургическом заводе. Около 10 % объема урана добывают методом кучного выщелачивания.

Месторождения разрабатывают подземным способом с преимущественным применением системы разработки "нисходящими горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью" [2]. Доставку горной массы осуществляют погрузочно-доставочными машинами (ПДМ) отечественного и зарубежного производства. Это горные машины ПД-2Э (производство ПАО "ППГХО"), Microcoop 100E и Toro151D (фирма "Сандвик" — Швеция),

МПД-1Э (фирма "Лида" — Беларусь), L-130Д (фирма "Арамайн" — Франция).

На подземных урановых рудниках на горнорабочих очистного забоя (ГРОЗ) воздействуют одновременно два основных радиационных фактора [3]: а) внутреннее α -облучение организма за счет вдыхания короткоживущих продуктов распада радона, образующихся в рудничной атмосфере в виде аэрозолей; б) внешнее жесткое γ -облучение от обнаженного рудного массива и отбитой урановой руды с высоким содержанием урана.

Основным методом борьбы с радоном в подземных горных выработках является активная вентиляция очистных забоев. Введение в действие "Норм радиационной безопасности" [4] и переход к эффективной дозе облучения поставило перед ПАО "ППГХО" сложнейшую задачу — повысить радиационную безопасность ГРОЗ при отработке урановых месторождений Забайкалья.

До 2000 г. считалось, что радон и его продукты распада являются основным опасным радиационным фактором. Поэтому особое внимание



в общем комплексе мероприятий по борьбе с радоном уделялось организации эффективного проветривания рудников. Для общешахтного проветривания рудников были установлены три мощные высоконапорные главные вентиляционные установки типа ВРЦД-4,5, обеспечивающие подачу на рабочие горизонты более 1500 м³/с свежего воздуха.

В последние годы на рудниках внедряется компрессионный метод проветривания очистных блоков, основанный на повышении общешахтной депрессии в районе очистных работ, что значительно снижает дебит радона в рабочие подземные выработки за счет замедления процессов фильтрации радона из обнаженного массива радиоактивных руд и выработанного пространства [5–7].

По данным воздушно-депресссионных съемок в результате выполнения комплекса мероприятий по улучшению общешахтного проветривания блоковая депрессия была повышена до 80...100 мм вод. ст. В результате этого концентрация радона и эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) продуктов распада радона в рабочих блоках в среднем снижена в 2...4 раза. Например, в блоке 5-533 при повышении блоковой депрессии с 40 до 80 мм вод. ст. ЭРОА_{Rn} снижена с 2600 до 450 Бк/м³ (при норме 1200 Бк/м³), а концентрация радона уменьшена с 238·10¹⁰ до 0,21·10¹⁰, т. е. практически в 10 раз.

При добыче руд со средним содержанием урана (0,15...0,20 %) до 80 % дозы облучения горнорабочих приходилось на α-облучение, и около 20 % — на внешнее γ-облучение.

Начиная с 2000 г., по мере ужесточения норм (НРБ-99), доминирующую роль при облучении горнорабочих стало играть внешнее γ-облучение, на которое практически не влияет вентиляция, и уровень которого можно снизить защитой временем, расстоянием и экранированием. В табл. 1



Рис. 1. Доза облучения ГРОЗ в течение смены:

1 — подготовительно-заключительное время; 2 — время отгрузки; 3 — время крепления; 4 — время бурения; 5 — время отдыха

приведены данные анализа современной радиационной обстановки в очистных блоках урановых рудников. Доля внешнего облучения в среднем в суммарной эффективной дозе составляет 83,4 %.

Проведенные исследования [8] показали, что при существующих технологиях отработки месторождений Стрельцовского рудного поля дозу в 20 мЗв/год ГРОЗ получит от внешнего γ-облучения при содержании урана 0,25 % в горной массе. На рис. 1 графически представлены временные и дозовые нагрузки γ-облучения в зависимости от вида работ.

Для защиты от γ-облучения в условиях урановых рудников ПАО "ППГХО" на современном

Таблица 1

Анализ формирования индивидуальных доз облучения ГРОЗ на рудниках ПАО "ППГХО"

Обозначение блока	Содержание урана в рудах, %	Применяемые марки ПДМ	Применяемые марки буровой техники	Доза α-излучений от короткоживущих дочерних продуктов радона за смену, мЗв	Доза α-излучений от долгоживущих радионуклидов урана (рудничной пыли) за смену, мЗв	Доза γ-излучения от обнажений урановых руд за смену, мЗв
4а-511	0,099	ПД-2Э, МПДМ	ЛКР	0,0130	0,0024	0,048
4а-561	0,058	МПДМ	ЛКР, БУ-80	0,0081	0,0013	0,042
4а-663	0,105	МПДМ	ЛКР	0,0063	0,0020	0,042
4а-517	0,148	Мисг, МПДМ	ЛКР	0,0081	0,0016	0,046
1-606	0,182	МПДМ	ЛКР	0,0081	0,0013	0,054
4а-613	0,134	МПДМ	УБШ	0,0142	0,0012	0,042
4а-706	0,115	ПД-2Э, МПДМ	УБШ, ЛКР	0,0072	0,0013	0,057
5-633	0,279	ПД-2Э	УБШ	0,0063	0,0013	0,067

Таблица 2

Показатель эквивалентной дозы внешнего γ -излучения, получаемого ГРОЗ за смену

Применяемые марки оборудования	Доза γ -излучения за смену на 0,1 %, мЗв	Процентное отношение к дозе при применении МПДМ + ЛКР
МПДМ + ЛКР	0,0339	100
МПДМ + УБШ	0,0315	92,9
Micr + ЛКР	0,0308	90,9
ПД-2Э + ЛКР	0,0258	76,1
ПД-2Э + УБШ	0,0241	71,1
ПД-2Э, ТОРО-151 + Minibur	0,0177	52,2

этапе применяют принцип защиты временем, т. е. ротация персонала бригад очистных забоев в течение года или максимальное сокращение времени нахождения ГРОЗ в "богатых" забоях за счет внедрения более производительной горной техники. Используемые на доставке горной массы погрузочно-доставочные машины обеспечивают определенную защиту от внешнего γ -облучения, но не в достаточной степени для безопасности ГРОЗ. В табл. 2 приведены данные сравнительного анализа снижения γ -облучения операторов на различных ПДМ [8].

Анализ применяемого горношахтного оборудования по радиационной безопасности показывает, что для бурения шпуров в очистных блоках целесообразно использовать буровые установки Minibur1F, а для отгрузки руды — погрузочно-доставочные машины ПД-2Э. Так, например, замена погрузочно-доставочных машин МПДМ-1М на электрогидравлические ПД-2Э позволяет снизить в 2 раза дозу внешнего γ -облучения ГРОЗ за счет исключения контакта рабочих очистного забоя с богатой урановой рудой.

Учитывая, что сменный норматив эффективной дозы составляет 80 мкЗв/см и для достижения предельного годового уровня в 20 мЗв/год, ГРОЗ допускается обрабатывать месторождения с содержанием урана 0,3 % в горной массе.

Для улучшения радиационной обстановки в очистных забоях ремонтно-механическим заводом ПАО "ППГХО" выполнен комплекс исследований по защите операторов погрузочно-доставочных машин от проникающего γ -излучения. Для защиты оператора разработана противорадиационная экранирующая система с использованием просвинцованной резины и свинцовых пластин толщиной до 10 мм [8].

Проведенные исследования показали, что тело человека снижает коэффициент излучения в 1,3 раза; ПДМ в среднем в 2,27 раза; защита из свинцового листа толщиной 10 мм в среднем

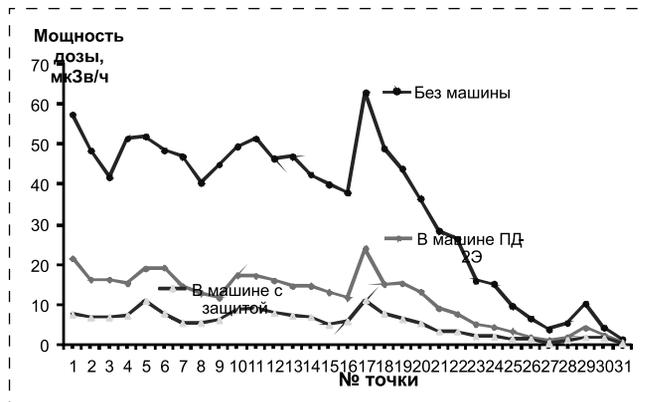


Рис. 2. Уровень радиации в очистном блоке

в 2,16 раза и совместно ПДМ и защита в среднем в 4,91 раза. Таким образом, применение защиты из корпуса ПДМ и экранирующей системы рабочего места позволяет значительно (в 5—6 раз) снизить облучение оператора ПДМ. Замеры мощности дозы γ -облучения проведены с применением экранирующей защиты и без нее. Результаты измерений представлены на рис. 2.

Защита кабины ПДМ от γ -излучения представляет собой единую конструкцию из свинцового листа толщиной 10 мм, накладываемого на кресло оператора ПДМ типа ПД-2Э, и повторяющего его контуры, с дополнительными бортами, фартуком из просвинцованной резины толщиной 10 мм и войлочным утеплителем.

Защитное кресло имеет следующие параметры, мм: высота спинки — 700; высота бортов — 280; ширина сиденья — 500; глубина сиденья — 440.

Анализ радиационной обстановки в очистном блоке показывает, что связь между мощностью дозы облучения в горной выработке по линии перемещения сиденья ПДМ и содержанием урана в бортах можно представить в виде зависимости [8]:

$$D = k \times C_{\text{эфф}}, \quad (1)$$

где k — эмпирический коэффициент, связывающий содержание урана в поверхностях очистной выработки; $C_{\text{эфф}}$ — эффективное усредненное значение содержания урана, учитывающее влияние левого и правого бортов, а также подошвы выработки.

На рис. 3 указаны расстояния расположения точек измерения мощности дозы в очистном забое при работе ПДМ.

Значения взвешивающих коэффициентов, учитывающих долю влияния каждой поверхности, определяются обратно пропорционально квадрату расстояния расположения точки измерения

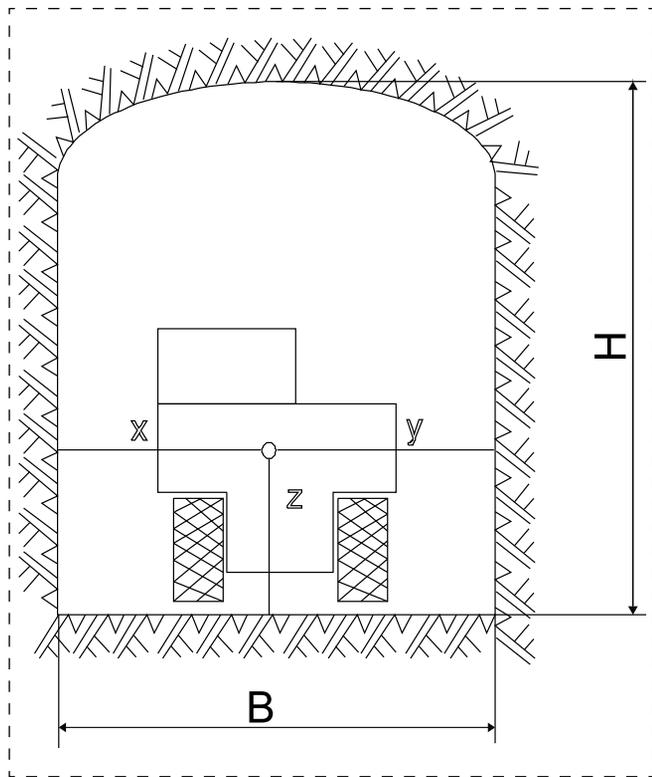


Рис. 3. Сечение выработки при эксплуатации РДМ [7]:
B — ширина выработки (3900 мм); *H* — высота выработки (3000 мм); *Z* — расстояние от подошвы (700 мм); *X* — расстояние от левого борта (1450 мм); *Y* — расстояние от правого борта (2450 мм)

мощности дозы до стенок выработки и приведены в уравнении

$$K = K_x + K_z + K_y = 0,175 + 0,76 + 0,065 = 1, \quad (2)$$

где $K_x = 0,175$; $K_z = 0,76$; $K_y = 0,065$.

Исходя из вклада каждого источника излучения, величина $C_{эфф}$ может быть представлена выражением

$$C_{эфф} = 0,175 \times C_{лб} + 0,06 \times C_{пб} + 0,76 \times C_{п}, \quad (3)$$

где $C_{лб}$ — содержание урана в левом борту выработки, %; $C_{пб}$ — содержание урана в правом борту выработки, %; $C_{п}$ — содержание урана в подошве выработки, %.

Подставляя в уравнение (3) фактические значения содержания урана в излучающих поверхностях очистной выработки, получим средневзвешенное эффективное содержание урана, воздействующее на горнорабочих очистного забоя.

Используя результаты расчетов и исследований по снижению интенсивности γ -облучения в горной выработке, была проведена модернизация кабины операторов РДМ на основе установки антирадиационной системы экранирования рабочего места с учетом содержания урана в очистном блоке.

Выводы

Предлагаемая защита оператора РДМ от внешнего γ -излучения при добыче радиоактивных руд позволяет разрабатывать руды с содержанием урана до 0,315 % без ротации персонала бригад очистных забоев.

Анализ применяемого горношахтного оборудования с учетом радиационного фактора показывает (см. табл. 1), что для бурения шпуров в очистных блоках целесообразно использовать буровые установки УБШ, а для отгрузки руды — погрузочно-доставочные машины ПД-2Э.

Существенное значение с точки зрения снижения дозовых нагрузок имеет принцип "защиты временем" на основе применения высокопроизводительной горной техники, позволяющей значительно сократить время пребывания горняков вблизи богатых урановых руд. Поэтому переход на современную буровую и погрузочно-доставочную технику с эффективной антирадиационной системой экранирования рабочего места оператора РДМ является доминирующим научно-техническим направлением дальнейшего повышения радиационной безопасности горнорабочих очистного забоя на урановых рудниках ПАО "ППГХО".

Список литературы

1. Хоментовский Б. Н., Овсейчук В. А. и др. Рудничные геолого-геофизические работы при эксплуатации урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. — Краснокаменск: ОАО "ППГХО", 2002. — 210 с.
2. Култышев В. И., Решетников А. А. и др. КСУКП ГДП, Система разработки горизонтальными слоями в нижележащем порядке и твердеющей закладкой. СТП0106-120-2000. — Краснокаменск: АОТ "ППГХО", 2001. — 45 с.
3. Воронов Е. Т., Галинов Ю. Н., Барышников В. И. Проблемы радиационной безопасности на урановых рудниках // Безопасность труда в промышленности. — 2005. — № 10. — С. 6—8.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзор, 2009. — 100 с.
5. Воронов Е. Т., Галинов Ю. Н. Аэродинамические методы борьбы с радоном на урановых рудниках России // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — Иркутск: Иргупс, 2005. — С. 40—43.
6. Воронов Е. Т., Бондарь И. А. Управление процессами выделения радона на урановых рудниках на базе оптимизации режимов общешахтного проветривания // Вестник ЧитГУ. — 2011. — № 4. — С. 91—95.
7. Воронов Е. Т., Шурыгин С. В. Перспективы развития подземных геотехнологий для разработки урановых месторождений с учетом радиационного фактора // Вестник ЗабГУ. — 2014. — № 3 (106). — С. 3—9.
8. Овсейчук В. В., Алексеев О. Н. Предохранение горнорабочего очистного забоя от радиоактивного облучения при разработке урановых месторождений // Вестник ЧитГУ. — 2009. — № 3. — С. 19—24.

O. N. Alekseev, Director, LTD "Repair and Mechanical Plant", of "Atomredmetzoloto" Corporation, Krasnokamensk, Zabaykalsky Krai, **E. T. Voronov**, Professor, Head of Chair, **I. A. Bondar**, Associate Professor, e-mail: irinabondarl@mail.ru, Transbaikal State University, Chita

Ways of Improving the Radiation Situation in the Uranium Mines Russia

The experience of radiation safety of miners working face (thunderstorms) in uranium mines of "PIMCU". Results of the analysis of the radiation situation showed that mining faces with uranium content of more than 0,5 % thunderstorms receive the dose to 110 mSv over successive 5 years, which is 10 % higher than the limit set by NRB-99.

Reducing the dose of 2 mSv per year through the use of shielding protection against γ -irradiation on Scooptrams (VSD) will solve the problem and avoid overexposure staff rotation treatment teams during the year for other jobs. The analysis of mining bodies with different types of VSD. On the basis of production tests proven to reduce the dose of external γ -irradiation of thunderstorms on the basis of the use of the screening system operator position PDM. The formula for calculating the radiation dose in mines, depending on the uranium content in the ore body. It is proved that the use of lead shielding system operator position PDM can effectively fulfill ore bodies with high uranium content

Keywords: uranium mines, cleaning operations, radiation safety, Scooptrams, dose, screening system

References

1. **Khomentovskii B. N., Ovseychuk V. A.** et al. Rudnichnye geologo-geofizicheskie raboty pri jekspluatatsii uranovyh mestorozhdenij Strel'covskogo rudnogo polja [Miner geological and geophysical work in the operation of uranium deposits Streltsovsky ore field]. Krasnokamensk: OJSC "PIMCU", 2002. 210 p.
2. **Kultyshev V. I., Reshetnikov A. A.** et al. KSUKP GDP, Sistema razrabotki gorizonta'nymi slojami v nishodjashhem porjadke i tverdejushhej zakladkoj. STP0106-120-2000 [KSUKP GFC, Development System horizontal layers in descending order and hardening bookmark. STP0106-120-2000]. Krasnokamensk: OJSC "PIMCU", 2001. 45 p.
3. **Voronov E. T., Galinov Yu. N., Baryshnikov V. I.** Problems of radiation safety in uranium mines. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti* (Safety in the industry). 2005. No. 10. P. 6—8.
4. **Normy** radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009) [Radiation Safety Standards (NRB-99/2009)]. Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology, 2009. 100 p.
5. **Voronov E. T., Galinov Yu. N.** Aerodynamic methods of dealing with radon in uranium mines. *Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie* (Modern technologies. System analysis. Modeling). Irkutsk: IrGUPS, 2005. P. 40—43.
6. **Voronov E. T., Bondar I. A.** The control of radon emission processes at uranium mines on the base of common shafts' airing schedule optimization. *Vestn. Chit. Gos. Univ.* (Bulletin ChitGU). 2011. No. 4. P. 91—95.
7. **Voronov E. T., Shurigin S. V.** Prospects of underground geotechnologies development for uranium deposits mine taking into account radiation factor. *Vestn. Zab. Gos. Univ.* (Bulletin ZabGU). 2014. No. 3 (106). P. 3—9.
8. **Ovseychuk V. V., Alekseev O. N.** Protection of slanting face miner against radioactive irradiation during uranium deposit exploration. *Vestn. Chit. Gos. Univ.* (Bulletin ChitGU). 2009. No. 3. P. 19—24.



С. О. Петров, канд. филос. наук, доц., e-mail: sergpetr08@rambler.ru,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Отчуждение труда преподавателя российского вуза и возможности его преодоления

Представлены основные элементы теории отчуждения труда Карла Маркса. Показано применение этой теории к труду современных преподавателей вузов в России. Предложены направления ликвидации отчуждения.

Ключевые слова: теория отчуждения труда, преподаватели современных российских вузов, направления ликвидации отчуждения

Причины и сущность феномена отчужденного труда, а также закономерности борьбы с ним, были глубоко проанализированы К. Марксом. Однако и в советские времена и, тем более, сегодня за пределами узкого круга специалистов по марксистской философии содержание этого анализа известно крайне поверхностно. Поэтому необходимо его напомнить.

Сущность отчуждения труда

Маркс определяет отчуждение как процесс превращения "нашего собственного продукта в какую-то вещественную силу, господствующую над нами, вышедшую из-под нашего контроля, идущую вразрез с нашими ожиданиями и сводящую на нет наши расчеты" [1].

"Отчуждение рабочего в его продукте имеет не только то значение, что его труд становится предметом, приобретает внешнее существование, но еще и то значение, что его труд существует вне его, независимо от него, как нечто чужое для него, и что этот труд становится противостоящей ему самостоятельной силой" [2].

"...труд является для рабочего чем-то внешним, не принадлежащим к его сущности; ... он в своем труде не утверждает себя, а отрицает, чувствует себя не счастливым, а несчастным, не развивает свободно свою физическую и духовную энергию, а изнуряет свою физическую природу и разрушает свои духовные силы. Поэтому рабочий только вне труда чувствует себя самим собой, а в процессе труда он чувствует себя оторванным от самого себя. У себя он тогда, когда он не работает; а когда он работает, он уже не у себя. В силу этого труд его не добровольный, а вынужденный; это — принудительный труд... Отчужденность труда ясно сказывается в том, что, как только прекращается физическое или иное принуждение к труду, от труда бегут, как от чумы..." [2].

В результате, рабочий оказывается отчужден от процесса производственной деятельности, от продукта этой деятельности, от других людей (и вообще люди отчуждены друг от друга) и даже от самой возможности реализовать заложенную в нем как члене

человеческого рода сущностную способность к неограниченному всестороннему саморазвитию [3]. Возникает общая фрагментация жизни (разорванность ее различных сфер), происходит дегуманизация отношений, люди становятся друг для друга только средством, а не целью. Человек видится самому себе в своей деятельности лишь инструментом, уродуется ее творческий характер. Частная собственность становится предметом лишь формального обладания, но не действительного освоения, а человек оказывается не способным к восприятию собственного смысла предметов культуры. Его преследует постоянное чувство неудовлетворенности своим существованием [4].

Причины отчуждения труда

Итак, рабочие не владеют средствами производства и вынуждены продавать свою рабочую силу, а на заработную плату приобретать товары, произведенные ими самими. То есть источником всех форм отчуждения, по К. Марксу, является частная собственность на средства производства, и только уничтожив ее, можно ликвидировать отчуждение. Однако сведение всех его причин к частной собственности было бы явным упрощением. Столь же важным источником отчуждения является неразрывно с ней связанное разделение труда. К. Маркс утверждал, что "...разделение труда есть ни что иное, как отчужденное, самоотчужденное полагание человеческой деятельности" [2]. Если в одних случаях К. Маркс рассматривал разделение труда как явление, производное от частной собственности: "разделение труда и обмен суть формы частной собственности" [2], то в других прямо писал о том, что "разделение труда и частная собственность, это — тождественные выражения: в одном случае говорится по отношению к деятельности то же самое, что в другом — по отношению к продукту деятельности" [1].

Условия уничтожения отчужденного труда

"...дело теперь не в том, чтобы освободить труд, а в том, чтобы этот свободный труд уничтожить" [1].

"Коммунистическая революция выступает против прежнего характера деятельности, устраняет труд" [1].

"Частная собственность может быть уничтожена только при условии всестороннего развития индивидов, потому что различные формы общения и производительные силы всесторонни, и только всесторонне развивающиеся индивиды могут их присвоить, т. е. превратить в свою жизнедеятельность" [1, курсив мой — С. П.].

"эти условия предполагают огромный рост производительной силы, высокую степень ее развития... Это развитие является, далее, необходимой предпосылкой потому, что лишь с этим универсальным развитием производительных сил устанавливается универсальное общение людей... местно-ограниченные индивиды сменяются индивидами всемирно-историческими, эмпирически универсальными. *Без этого... коммунизм мог бы существовать только как нечто местное... всякое расширение общения упразднило бы местный коммунизм.* Коммунизм эмпирически возможен только как действие господствующих народов, произведенное "сразу", одновременно, *что предполагает универсальное развитие производительной силы и связанного с ним мирового общения"* [1, курсив мой — С. П.].

Начальная стадия уничтожения отчужденного труда

"Беря отношение частной собственности в его всеобщности, коммунизм в его первой форме является лишь обобщением и завершением этого отношения... категория рабочего не отменяется, а распространяется на всех людей... это движение, стремящееся противопоставить частной собственности всеобщую частную собственность... Всеобщая и конституирующаяся как власть зависть представляет собой ту скрытую форму, которую принимает стяжательство и в которой оно себя лишь иным способом удовлетворяет... *Грубый коммунизм* есть лишь завершение этой зависти и этого нивелирования, исходящее из представления о некоем минимуме... *Что такое упразднение частной собственности отнюдь не является подлинным освоением ее, видно как раз из абстрактного отрицания всего мира культуры и цивилизации, из возврата к неестественной простоте бедного, грубого и не имеющего потребностей человека...* Для такого рода коммунизма общность есть лишь общность труда и равенство заработной платы, выплачиваемой общинным капиталом, общиной как всеобщим капиталистом. Обе стороны взаимоотношения подняты на ступень представляемой всеобщности: труд — как предназначение каждого, а капитал — как признанная всеобщность и сила всего общества... *Таким образом, первое положительное упразднение частной собственности, грубый коммунизм, есть только форма проявления гнущности частной собственности, желающей утвердить себя в качестве положительной общности"* [2, курсив мой — С. П.].

Между тем в советское время подавляющее большинство исследователей рассматривало отчужденный труд как явление, присущее лишь эксплуататорскому прошлому, которое уже ликвидировано в ходе социалистической революции, уничтожившей частную собственность. Считалось, что при социализме отчуждения не существует, а *труд провозглашался делом чести, доблести и героизма*. Именно поэтому многократные указания Маркса на "уничтожение труда" так шокировали коммунистов. Однако приходится признать, что он рассматривал коммунизм как общество, находящееся "по ту сторону" труда, а *основным видом борьбы с частной собственностью* считал борьбу с разделением труда на пути деятельности всеобщего, универсального саморазвития индивидов, всестороннего присвоения ими всей человеческой культуры.

Также он убедительно показал возможные результаты попытки пролетариата преобразовать мир, не преобразовав прежде самого себя — упразднить частную собственность (результат разделения труда), не упразднив частного собственника (изуродованного разделением труда частичного индивида) в себе. Пролетарий — собственник своей способности к труду, т. е. к самоотчуждению, собственник своей несобственности, способности не быть самим собой. Поэтому первоначальным субъектом присвоения оказывается масса отчужденных личностей. Это и произошло в нашей стране: на "всеобщие капиталиста" (государство) стали работать "всеобщие рабочие". Пролетарии, не уничтожившие *в себе* частных собственников, построили уравнилительный государственный капитализм (называвшийся социализмом).

Таким образом, простое превращение частной собственности в государственную, само по себе, не устраняет отчуждения. Властвующий в государстве партийно-бюрократический аппарат, став фактическим собственником средств производства, сохраняет его и развивает новые его формы. Другое дело, что наличие в советском государственно-капиталистическом механизме таких без кавычек социалистических элементов, как, например, общественные фонды потребления, позволяли, *не устраняя отчуждение, в очень большой мере компенсировать его последствия*. Следует заметить, что строители "социального государства" на Западе во многом пошли по этому же пути (в том числе, по пути смягчения жесткого отчуждения в рабочее время усиленным "потреблением" и "развлечением" во время вне рабочее).

И все же те, кто *понимал* абсолютную недостаточность одного лишь *формального* присвоения политической власти и юридического права собственности без главного, *действительного* присвоения культуры, т. е. всестороннего саморазвития, в советском обществе существовали всегда. Более того, они сумели воспроизвести и количественно расширить свой слой. Этого не могло не произойти, так как и в рамках "первоначального, грубого коммунизма" продолжился "огромный рост производительных сил", они становились все более всесторонними,



вследствие чего государственной власти, побуждаемой объективной необходимостью, пришлось пойти на определенное, и довольно значительное увеличение возможностей для присвоения и развития культуры. Вслед за этим в полном соответствии с Марксом, была опровергнута ленинско-сталинская концепция возможности построения коммунизма в одной отдельно взятой стране или регионе: "расширение общения" с миром культуры в 60-80-х гг. XX века быстро упразднило наш "местный коммунизм".

Результаты неудачи коммунизма "в его первой форме"

Рассуждая вслед за Марксом, необходимо будет сказать, что устранение грубой политической формы первоначального коммунизма не могло не быть первоначально столь же грубым. В своей первой стадии оно оказалось *возвратом* непосредственно к тому уровню развитости частнокапиталистических общественных отношений, из которого и вырос первоначальный грубый коммунизм, к "дикому капитализму". Зависть и стяжательство *просто* вернулись к своей прежней форме. При этом в результате грабительской приватизации всего общественного достояния, в том числе общественных фондов потребления ("второго первоначального накопления") произошла новая, массовая *пролетаризация* населения России ("второе пришествие пролетариата"). Ситуация прежнего, досоветского, отчуждения не только воспроизвелась, но и обострилась.

Однако произошедший процесс общественного развития не прошел даром, он имеет по крайней мере один положительный результат: часть вновь образовавшихся современных пролетариев, на новом уровне приступающих к новому этапу присвоения себе человеческой сущности, стоит на более высокой ступени духовной и материальной культуры. Только сегодня "лишенность собственности" представляется отнюдь не абсолютной бедностью, а выявляется в относительном сравнении с огромной степенью развития мира богатства и образования, действительной универсализацией общения людей. На базе современных средств транспорта, связи и информатики (интернет!) эта универсализация достигла гораздо более высокой ступени развития, такого масштаба, который невозможно было представить век-полтора тому назад. Современный "мыслящий пролетарий" в большинстве лишен не средств и возможностей повседневного существования, а отчужден от подавляющей части средств и возможностей саморазвития (первое - это лишь предельный случай второго). Он гораздо лучше понимает свою частичность, несобственность как человека и, поэтому, способен поставить себе задачу по устранению этой несобственности, т. е. отчужденности от самого себя, путем бесконечного поиска, самоизменения, *личной борьбы с разделением труда*.

Отчуждение труда у преподавательского корпуса вузов (как одной из частей "нового пролетариата")

Например, В. А. Вакаев [5] отмечает следующие формы отчужденного труда:

"труд преподавателя рассматривается как деятельность обычного обслуживающего персонала, а уровень доходов является средним или ниже среднего... рост технологичности образовательного процесса, что приводит к технологизации деятельности преподавателя, замене живой творческой деятельности на шаблонные и механические действия. Наиболее ярким примером подобной технологичности является проведение тестирования с использованием компьютера... дистанционное образование можно рассматривать как процесс отчуждения ученика от учителя... отчуждение учащихся от преподавателей, что проявляется в снижении статуса педагогов... отчуждение от механизмов управления системой образования" [5].

Более подробно, глубоко и ярко проанализирован этот феномен в работе украинского исследователя А. Минаева [6]. Написанная в 2010 г., она очень убедительно демонстрирует российскому читателю *сущностное сходство* процессов в высшей школе нашей и соседней страны, в которой они просто протекали в еще более тяжелой форме и поэтому, будучи отягченными ультранационалистической антирусской идеологией, оказались одним из важных ингредиентов последующих трагических событий. Здесь, как и в ряде других случаев, Украина показывает России в гиперболизированном виде *некоторые из ее собственных, совершенно реальных негативных трендов*.

Преподаватель любого российского вуза обнаружит в статье А. Минаева множество до боли знакомых маркеров (*проявлений* отчуждения в сфере высшего образования): конъюнктурное решение о присоединении к "Болонской системе", "кредитно-модульная" организация учебного процесса, уничтожение его единства, крайний недостаток финансовых средств и аудиторного фонда, жесткий контроль за заполнением множества бумаг, отчетность по формальным показателям, резкое снижение авторитета и престижа преподавателя среди студентов, снижение количества свободного времени, необходимого ему для творчества и для отдыха, отсюда депрессии, фрустрации и т. д.

"Главным же проявлением отчуждения в преподавательской среде стало ощущение практически полной ненужности результатов своего труда, от которых, собственно, и отчужден сегодняшней среднестатистический украинский преподаватель вуза. Слабо стимулируемый материально, полуизолированный от студентов (как и, собственно, от своих коллег)..., лишенный времени, возможности, а порой и желания в условиях активного и циничного втягивания вузов в коммерческие отношения реально давать и объективно оценивать студенческие знания, сегодняшней преподаватель, по существу, является не участником, а главной жертвой учебно-воспитательного процесса" [6].

Глубинную *объективную причину* всех этих проявлений автор находит в *превращении преподавания из ремесленной в индустриальную высокоспециализированную деятельность*: "в доиндустриальном обществе Учитель формировал интеллект, знания и умения своего Ученика почти в такой же мере, в какой средневековый мастер изготавливал ремесленный продукт: качество образования и качество товара практически одинаково зависели лишь от двух факторов — умения Мастера и свойств "исходного материала"... Развитие продуктивных сил и производственных отношений в человеческом обществе очень долго почти не влияли на характер и способ образовательной деятельности... разделение труда постепенно коснулось дисциплинарной специализации учителей..." [6].

И вот "сегодняшний вуз действительно по многим параметрам напоминает промышленное конвейерное производство... неизбежно теряются междисциплинарные и межкафедральные связи, нивелируется влияние каждого отдельного преподавателя на формирование студента как целостного объекта учебно-воспитательного процесса... утрачивается столь необходимая связь между преподавателем и студентом, осуществляемая ранее посредством живого общения — ее вытесняют многочисленные рефераты, эссе, контрольные и тестирования... отчуждение преподавателей от результатов своего труда, а значит и от самих себя... будет только возрастать по мере усиления разделения и специализации их труда" [6].

Автор приводит цитату известного философа-неомарксиста Г. Маркузе: "Внутри технологического целого механизированный труд ... остается в качестве пожизненной профессии изнурительным, отупляющим, бесчеловечным рабством — причем даже более истощительным вследствие увеличения скорости, усиления контроля над машинными операторами ... и изоляции рабочих друг от друга..." [7]. "Если заменить в этой цитате слова "механизированный", "машинными операторами" и "рабочих" на "преподавательский", "преподавателями" и "преподавателей", то получившаяся фраза будет довольно точной иллюстрацией положения дел в современной высшей школе Украины..." [6]. Но качество преподавательского труда "при условии применения в учебном процессе "конвейерного способа" отнюдь не возрастает. "Уже сегодня мы являемся свидетелями катастрофического падения уровня знаний студентов и их заинтересованности в учебе. И это процесс закономерный и объективный: в условиях открытой коммерциализации образования истинная мотивация большинства студенчества состоит в получении не знаний, а диплома" [6].

О возможностях преодоления отчуждения преподавателя в вузе

Следует сразу же согласиться с обоснованным мнением о том, что "отчуждение как социальный феномен будет существовать всегда, пока существует человек... в результате преодоления ранее

существовавших и ныне существующих форм отчуждения происходит их трансформация, появляются новые формы отчуждения — то есть отчуждение и его проблема имеют конкретно-исторический характер" [8]. На это же указывает и А. Минаев: "...следует признать, что абсолютное преодоление отчуждения в условиях современного высокоспециализованного общества невозможно. И тут, вероятно, следует искать какие-то частные решения, позволяющие смягчить отчуждение в каждом конкретном случае" [6]. Что же он предлагает для преподавателей вузов? (Заметим, что ликвидацию отчуждения *по Марксу* он считает принципиально нереализуемой).

1) Выведение рыночных товарно-денежных отношений в вузах за рамки непосредственно учебно-воспитательного процесса.

2) Расширение... свободного времени преподавателей за счет сокращения исполняемых ими формальных функций.

3) Отмена (или, по крайней мере, ограничение) внедрения в жизнь вузов такого атрибута "Болонской системы", как модульные ведомости ...

4) Разработка предельно четких... инструкций по осуществлению оценивания труда и знаний студентов.

5) Решительный и согласованный (со стороны, как преподавателей, так и администраций вузов) отпор культивируемому сегодня прагматически-потребительскому отношению большинства студентов к получению высшего образования.

6) Реальное укрепление независимости профессорско-преподавательского состава от давления со стороны вузовских администраций и контролирующих органов... (автономизация вузов, а, в идеале, их превращение в свободную ассоциацию преподавателей)" [6].

Довольно абстрактный и куцый список, в котором к тому же некоторые пункты (например, пп. 5 и 6) противоречат один другому! Далее автор сам же признает, что "реализация большинства даже частных решений по преодолению проблемы вряд ли может быть осуществлена успешно". Но, почему? Потому, на наш взгляд, что отсутствует четкий ответ на вопрос: а кто все это (пп. 1—4, 6) будет делать? Государство? Администрации вузов? Ну, об Украине в контексте современных событий можно уже не говорить, но и в России пока что их действия направлены совсем в противоположную сторону. Поэтому-то А. Минаев и рекомендует преподавателю "крепить волю изучением стоической философии и собирать силы для выполнения его нелегкого труда". Дескать, "искреннее осознание преподавателем своего высшего морального долга... может позволить ему какое-то время противостоять хотя бы психологическому отчуждению". Но! "поскольку данное осознание связано с пониманием необходимости постоянно преодолевать различные трудности и искушения, очевидно, что со временем жизнь и условия труда такого преподавателя могут стать совершенно нестерпимыми. А значит, в конечном итоге, степень отчуждения такого преподавателя только возрастет..." [6]. Какой безнадежный вывод!



Виртуальная реальность как средство преодоления отчуждения

В связи с этим активизируется поиск новых способов преодоления отчуждения. Например, А. М. Столяров [8] считает, что "в определенных случаях, вполне допустимо рассматривать компьютер и Интернет, как новые и действенные механизмы преодоления человеком отчуждения" или М. А. Сигарева [9] констатирует: "внешнее искусственно созданное виртуальное поле будет способствовать *временному преодолению отчуждения путем перенесения отчуждающего воздействия из реального мира в мир виртуальный, в котором оно не будет иметь реальных негативных последствий...*" [9, курсив мой — С. П.]. Ей вторят СМИ [10]: "Одним из спорных, но популярных способов преодоления человеческого отчуждения в современном мире является виртуальная реальность... Искусственно сотворенная вне человека виртуальная реальность... *позволит ему отвлечься от реальных, отчуждающих его от подлинно человеческого бытия событий.* Здесь аналогия "сбрасывания" накопившейся отрицательной энергии во внешний мир по опыту японцев, "вымещающих" свое недовольство начальством на чучелах своих боссов. То же самое можно делать и в виртуальном мире, получив психологическую разрядку без нанесения ущерба окружающим... Таким образом, *отчуждение в реальном мире будет переноситься в мир виртуальный, где не будет иметь реального негативного воздействия...* Игра... *воплне может рассматриваться как достойная компенсация рутинности труда взрослого или однообразия школьных занятий ребенка...* *Специалисты по виртуалистике подчеркивают, что есть немало людей, которые не могут различить у себя в психике и в бытии (семейном, производственном), где у них виртуальное, а где реальное...*" [10, курсив мой — С. П.]. Таким образом, виртуальное преодоление реального отчуждения на самом деле опять-таки может оказаться лишь формой его **компенсации**, к тому же опасной!

Как уже отмечалось выше, Интернет способен стать могучим средством присвоения необъятного мира культуры, саморазвития человека, *самообучением преодолевающего уродующее его разделение труда.* И, более того, *он уже является таковым!* Но "преподавателю-жертве" в первую очередь предстает лишь его "темная сторона":

"Все более отчетливым источником информации становятся Интернет и электронные СМИ, в результате чего полученные молодежью знания делаются все более бессистемными, неупорядоченными, эклектичными; нередко научное знание подменяется непроверенной наукообразной информацией, некритически воспринятой индивидом... Своеобразная "десакрализация" достижений науки и культуры, размывание граней между истинным и ложным в соединении с массовизацией (еще с 50—60-х гг. XX века) системы образования приводит к тому, что... профанация все сильнее и отчетливее

вторгается в научно-образовательный процесс... Размывание самого понятия "объективная реальность" в результате распространения реальности "виртуальной"... "Человек компьютерный"... отдавая преимущество Интернету и электронным СМИ, зачастую, не воспринимает преподавателя в качестве равноправного источника знаний... "Десакрализация" научного знания не могла не привести и к "десакрализации" преподавателя, как их носителя. Даже личность преподавателя уже нередко не вызывает уважения у студента... Нередкими стали открытая грубость со стороны студента в адрес преподавателя: одной из причин можно также считать влияние многочасового пребывания молодых людей в сети Интернет" [6].

Причина последнего (отчасти уже указанная в СМИ [10]) очевидна: "анонимность пользователя" зачастую оборачивается "снятием социальных крепов, нормализующих личный контакт", а *"впоследствии накопленная в Интернете грубость выплескивается в реальной жизни"* [9, курсив мой — С. П.]. Но не менее понятна и привлекательность Интернета. Она "заключается в том, что человек, пусть... в условной виртуальной среде может теперь принять любой облик... Он может "надеть на себя" любой возраст, любой характер, *любую профессию, любой социальный статус.* Так реализуется... его вечное стремление... к неопытности, *выходу за пределы наскучившей социальной роли*" [9, курсив мой — С. П.].

В связи с этим жалобы на Интернет и на то, что "происходит утрата вузами монополии в образовательном процессе" [6], которые вызывают устойчивые ассоциации с фамусовским "все зло от книг", представляются мне совершенно контрпродуктивными. То, что студент во многом становится "сам себе преподавателем" есть объективная и, по сути своей, прогрессивная тенденция. Не проклинать ее, а взаимодействовать со студентом в Интернете и по поводу Интернета — залог того, что он будет воспринимать преподавателя в качестве "равноправного" (а не монопольного!) источника знания. А для этого преподаватель должен сделаться "сам себе студентом"! *То есть непрерывно самообучаться всему.* Не пассивное стоическое терпение, а личная повседневная работа саморазвития, преодоления своей частичности, присвоения богатств культуры несмотря ни на какие "трудности и искушения" и *борьба за условия этого саморазвития* — вот, что необходимо, для преодоления отчуждения. Кто, кроме самих преподавателей, создаст за них и для них *независимые ассоциации-профсоюзы*, чтобы добиваться от администраций вузов и министерских чиновников этих условий? Никто. Но при этом следует постоянно помнить (вот, где печальный опыт Украины бесценен), что на этом пути — много ловушек. Профсоюзы, *независимость которых от собственного государства и работодателей покупается ценой зависимости от чужого государства*, от инструкций иностранных посольств и зарубежного финансирования, преподавателям российских вузов не нужны.

Список литературы

1. **Маркс К., Энгельс Ф.** Немецкая идеология. — К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., 2-е изд., Т. 3. — М.: Политиздат, 1955. — 544 с.
2. **Маркс К.** Экономическо-философские рукописи 1844 года. — К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., 2-е изд., Т. 42. — М., 1974. — С. 41—174.
3. **Куприяшкин И. В.** Отчуждение и культура в современном капиталистическом обществе // Молодой ученый. — 2014. — № 16. — С. 206—208.
4. **Кошарная Г. Б., Мордишева Л. Н.** Проблема отчуждения труда работников в современных организациях // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. — 2012. — № 1 (21). — С. 78—86.
5. **Вакаев В. А.** Феномен отчуждения в системе высшего образования // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2013. — № 4 (31). — С. 121—123.
6. **Минаев А.** Проблема отчуждения в современном обществе: предпосылки и проявления (на примере высшей школы Украины) Исторична панорама // Збірник наукових статей ЧНУ Спеціальність "Історія". Випуск 11. — Чернівці: Чернівецький національний університет. — 2010. — С. 142—168.
7. **Маркузе Г.** Одномерный человек. — М.: "REFL-book", 1994. — 368 с.
8. **Столяров А. М.** Освобожденный Эдем. — М.: Аст, Хранитель; СПб.: Terra Fantastica, 2008. — 415 с.
9. **Сigareва М. А.** Формы отчуждения и пути его преодоления в современном обществе. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата философских наук. — Махачкала, 2006. URL: <http://cheloveknauka.com/formy-otchuzhdeniya-i-puti-ego-preodoleniya-v-sovremennom-obschestve> (дата обращения 15.05.2016).
10. **Виртуальная реальность** как средство преодоления отчуждения // Дагестанская правда 31.05.08. Выпуск № 158. URL: <http://dagpravda.ru/rubriki/obshchestvo/39198/> (дата обращения 15.05.2016).

S. O. Petrov, Associate Professor, e-mail: sergpetr08@rambler.ru,
Saint-Petersburg State Forest Technical University

The Alienation of Labour Russian University Teacher and the Possibility of its Overcoming

The principal elements of Karl Marks theory of work alienation are represented. The essence of the alienation, the reasons for the alienation, terms destruction of alienated labour, the initial stage of the destruction of alienated labour, the results of the failure of communism, the possibility of overcoming the alienation of the teacher in high school, virtual reality as a means of overcoming the alienation and other ways to eliminate the alienation are offered. The application of this theory to the work of modern university teachers in Russia is given.

Keywords: theory of work alienation, modern Russian university teachers, directions elimination of alienation

References

1. **Marks K., Jengel's F.** Nemeckaja ideologija (The German ideology). *K. Marks i F. Jengel's. Soch., 2-e izd.* Vol. 3. Moscow: Izd-vo political literature, 1955. P. 7—544.
2. **Marks K.** Jekonomichesko-filosofskie rukopisi 1844 goda (Economic and Philosophic Manuscripts of 1844). *K. Marks i F. Jengel's. Soch., 2-e izd.* Vol. 42. Moscow: Izd-vo political literature, 1974. P. 41—174.
3. **Kuprijashkin I. V.** Otchuzhdenie i kul'tura v sovremennom kapitalisticheskom obshhestve (Alienation and culture in the modern capitalist society). *Molodoj uchenyj.* 2014. No. 16. P. 206—208.
4. **Kosharnaja G. B., Mordisheva L. N.** Problema otchuzhdenija truda rabotnikov v sovremennyh organizacijah (The problem of alienation of labor workers in modern organizations). *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij, Povolzhskij region. Obshhestvennye nauki.* 2012. No. 1 (21). P. 78—86.
5. **Vakaev V. A.** Fenomen otchuzhdenija v sisteme vysshego obrazovanija (The phenomenon of alienation in higher education). *Vestnik Altajskoj akademii jekonomiki i prava.* 2013. No. 4 (31). P. 121—123.
6. **Minaev A.** Problema otchuzhdenija v sovremennom obshhestve: predposylki i projavljenija (na primere vysshej shkoly Ukrainy) (The problem of alienation in modern society: causes and symptoms (for example, the Higher School of Ukraine)). *Zbirnik naukovih statej ChNU Special'nist' "Istorija", ussue 11.* Chernivci: Chernivec'kij nacional'nij universitet. 2010. P. 142—168.
7. **Markuze G.** Odnomernyj chelovek (Dimensional man). Moscow: REFL-book, 1994. 368 p.
8. **Stoljarov A. M.** Osvobozhdonnyj Jedem (Freed Edem). Moscow: Ast, Hranitel', St. Petersburg: Terra Fantastica, 2008. 415 p.
9. **Sigareva M. A.** Formy otchuzhdenija i puti ego preodolenija v sovremennom obshhestve. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata filosofskih nauk (The forms of alienation and ways to overcome it in a modern society. Abstract of dissertation for the degree of candidate of philosophical sciences). Mahachkala, 2006. URL: <http://cheloveknauka.com/formy-otchuzhdeniya-i-puti-ego-preodoleniya-v-sovremennom-obschestve> (data accessed 15.05.2016).
10. **Virtual'naja real'nost'** kak sredstvo preodolenija otchuzhdenija (Virtual reality as a means of overcoming the alienation). *Dagestanskaja pravda* 31.05.2008. No. 158. URL: <http://dagpravda.ru/rubriki/obshchestvo/39198/> (data accessed 15.05.2016).

УДК 504.5

В. А. Михайлов, д-р техн. наук, проф., **Е. В. Сотникова**, канд. хим. наук, проф., e-mail: ev.sotnikova@yandex.ru, **Н. Ю. Калпина**, канд. техн. наук, доц., Московский политехнический университет

Энергосберегающая система круглогодичного кондиционирования воздуха в производственном помещении

Рассмотрена технологическая схема обработки воздуха в системе его круглогодичного кондиционирования, содержащая подсистемы приточной и вытяжной вентиляции, оборудованные аппаратом с подвижной шаровой орошаемой насадкой. Энергосбережение в системе обеспечивается за счет использования потенциала воздуха помещения в вытяжном насадочном аппарате, откуда обработанный теплоноситель (вода в теплый период и антифриз в холодное время года) поступает в теплообменник — рекуператор на входе наружного воздуха в приточную подсистему. При этом в теплый период в системе осуществляется процесс косвенно-прямого водоиспарительного охлаждения приточного воздуха, а в холодное время года, благодаря использованию антифриза, исключается обмерзание рекуператора, что обеспечивает надежность функционирования системы в зимних условиях климата России.

Ключевые слова: круглогодичное кондиционирование воздуха, приточно-вытяжная вентиляция, энергосбережение, утилизация энергии потока вытяжного воздуха, аппарат для тепловлажностной обработки воздуха, рекуператор, калорифер, антифриз

Введение

Климат России с чередующимися теплым и холодным периодами обуславливает соответствующие режимы работы вентиляции, охлаждения и отопления производственных помещений [1]. При этом такие комплексные современные системы кондиционирования воздуха (СКВ) должны отвечать следующим требованиям [2]:

- обеспечение круглогодичного функционирования по энергосберегающей технологии;
- применение в системе простого в конструктивном отношении и надежного в эксплуатации оборудования;
- снижение вредных выбросов в окружающую воздушную среду.

Анализ путей решения задачи

Системы кондиционирования воздуха формируются на основе подсистем приточной и вытяжной вентиляции, каждая из которых оборудована вентилятором, аппаратом для тепловлажностной обработки воздуха и устройством для его очистки от вредных примесей на входе в систему и на выходе из нее. Такая технологическая схема

построения системы в целом принята при дальнейшем анализе. Что касается составляющего систему оборудования и функционирования в ней его элементов, то здесь необходимо отметить следующее.

На базе разработанных отечественной фирмой "ВЕЗА" [3] унифицированных блоков-модулей типажа КЦКП (кондиционеров центральных каркасно-панельных), размещаемых в воздушном тракте последовательно в необходимом сочетании, возможно создание различных по производительности (от 1,6 до 100 тыс. м³/ч) приточно-вытяжных СКВ круглогодичного функционирования. При этом в типаже для снижения температуры воздуха в теплый период года используются блоки адиабатного увлажнения, в которых осуществляется его водоиспарительное охлаждение, что отвечает рекомендации по приоритетному использованию в нашей стране этого метода кондиционирования в помещениях стационарных [4] и мобильных объектов [5] в силу как достаточного энергосбережения, так и относительной простоты конструкции системы при удовлетворительной ее надежности. Следовательно, вполне правомерно ориентироваться на аппараты водоиспарительного действия.

Что же касается режима нагрева воздуха в холодный период года, то в типаже КЦКП предусмотрен жидкостно-воздушный теплообменник (калорифер), куда подается горячая вода от центральной станции. Необходимо отметить, что подсистема отопления современных СКВ должна снабжаться утилизатором энергии вытяжного воздуха помещения для обеспечения энергосбережения [4].

Направления разработки

В ряде случаев [2] для предварительного подогрева приточного наружного воздуха за счет теплоты вытяжного потока применяют пластинчатые утилизаторы. Однако они надежно функционируют при температуре наружного воздуха не ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, поскольку дальше начинается их обмерзание со стороны вытяжного потока, сопровождающееся забиванием каналов инеем с последующим выходом агрегата из строя. Не защищает от этого явления выполнение утилизаторов в виде тепловых труб [6], которые для переноса теплоты от одного потока к другому частично заполнены фреоном. Поэтому в обоих случаях защита утилизаторов от полного обмерзания осуществляется с помощью специального предподогревателя-оттаивателя снеговой шубы, что обуславливает периодичность работы системы в целом. Например, время ее работы до обмерзания составляет 94 мин, а время оттаивания — 32 мин [6], причем на эту операцию требуется дополнительный подвод теплоты или от специального водяного калорифера, или от электронагревателя, что неприемлемо для современных СКВ.

Что же касается обеспечения надежности работы подсистемы отопления СКВ в условиях климата России (даже в г. Москве в зимний период расчетная температура наружного воздуха достигает минус $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]), для утилизации теплоты вытяжного воздуха здесь рекомендуется [4] использовать технологическую схему с применением промежуточного теплоносителя — антифриза. Это направление реализуемо, однако вопрос заключается в выборе наиболее приемлемого аппарата для его воплощения, и в этом плане практический интерес представляет созданный в нашей стране [7] аппарат с шаровой орошаемой подвижной насадкой, конструктивная схема которого представлена на рис. 1.

Работа аппарата происходит следующим образом. Через форсунки орошения 3 распределителя 2 жидкость (например, вода) подается сверху и проходит через слой шаровых элементов насадки 4, размещенной на опорной решетке 13. Обрабатываемый поток воздуха 5 от вентилятора

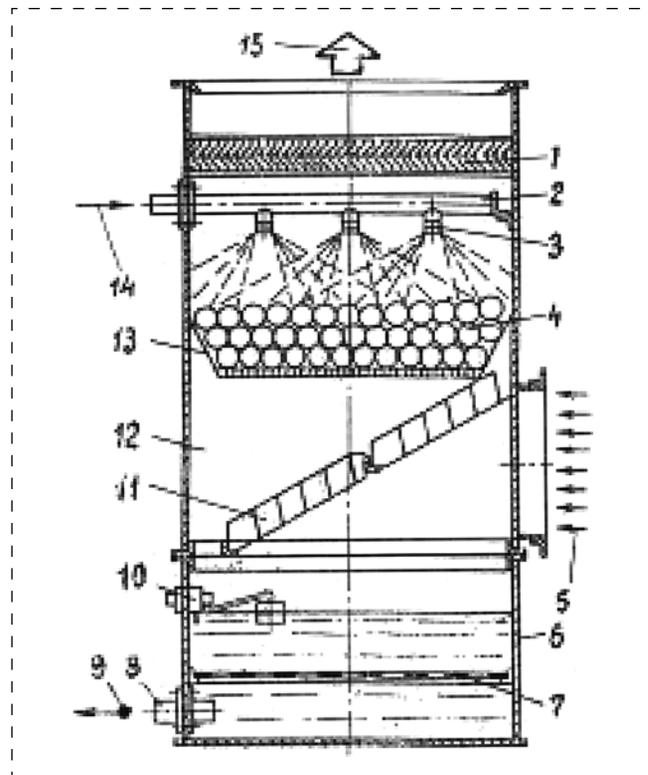


Рис. 1. Аппарат с шаровой орошаемой подвижной насадкой: 1 — брызгоуловитель; 2 — трубка распределителя орошающей жидкости; 3 — форсунка орошения; 4 — шаровая подвижная насадка; 5 — входящий поток воздуха; 6 — рабочий объем орошающей жидкости; 7 — сетчатый фильтр; 8 — выходной патрубков; 9 — выходящий поток жидкости; 10 — механизм подвода водопроводной воды с поплавковым клапаном; 11 — направляющие жалюзи; 12 — корпус; 13 — опорная решетка; 14 — входящий поток орошающей жидкости; 15 — выходящий поток обработанного воздуха

(не показан) проходит через направляющие лопатки жалюзи 11, попадает снизу через опорную решетку 13 в верхнюю часть аппарата, проходит в насадку 4 и удаляется затем из аппарата через выходной брызгоуловитель 1.

Элементы насадки 4, выполненные в виде полых шаров из пластмассы, орошаемые сверху, под воздействием воздушного потока образуют "кипящий слой", переходя в так называемое псевдоожиженное состояние, когда шары, перемещаясь по верхней части емкости корпуса 12, разбивают вихри воздуха и струи жидкости на более мелкие. В результате этого формируется турбулентное течение взаимодействующих потоков жидкости и воздуха, способствующее интенсификации их тепло-массообмена.

Как отмечается в работах [7, 8], такой относительно простой в конструктивном отношении аппарат может быть использован в качестве градирни для обработки жидкости, адиабатного увлажнения и охлаждения воздуха, для осуществления процессов испарительного нагрева жидкости



в случае утилизации теплоты выбросного потока воздуха в вытяжных подсистемах СКВ, а также при очистке выбрасываемого воздуха от взвешенных твердых частиц и газообразных загрязнителей. Поскольку аппарат с подвижной насадкой (см. рис. 1) обладает определенной универсальностью, рассмотрим его более подробно.

Оценка функциональных качеств аппарата с подвижной насадкой в системе кондиционирования воздуха

Ниже приведен расчет конструктивных и функциональных параметров данного универсального аппарата на примере производственного участка электросварочных работ [9] при использовании такого аппарата для оснащения систем приточной и вытяжной вентиляции производительностью $L = 6300 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($1,75 \text{ м}^3/\text{с}$) каждая. Определим площадь, м^2 , поперечного сечения корпуса аппарата

$$S = L/v, \quad (1)$$

где v — оптимальная скорость движения воздуха, соответствующая режиму псевдооживления, $\text{м}/\text{с}$.

По данным работы [7] принимается $v = 3,2 \text{ м}/\text{с}$, поскольку при скорости менее $2,9 \text{ м}/\text{с}$ насадка практически неподвижна, а при большей скорости $3,4 \text{ м}/\text{с}$ полые шары выходят из рабочей зоны и под давлением воздуха прижимаются к выходному брызгоуловителю, нарушая оптимальный режим работы аппарата. Располагая значениями $L = 1,75 \text{ м}^3/\text{с}$ и $v = 3,2 \text{ м}/\text{с}$, по формуле (1) найдем $S = 0,547 \text{ м}^2$.

Вычислим значение диаметра корпуса аппарата, м :

$$D = 2\sqrt{S/\pi}. \quad (2)$$

При $S = 0,547 \text{ м}^2$ найдем $D = 0,834 \text{ м}$. Это значение диаметра приемлемо при сравнении с подобными аппаратами защиты воздушной среды [8] при указанном расходе воздуха.

Максимальная статическая высота, м , слоя насадки $H_{\text{ст}}$ по рекомендации авторов работы [8] принимается равной восьми диаметрам d шаров, м . Тогда при реальном $d = 0,04 \text{ м}$ получим $H_{\text{ст}} = 0,32 \text{ м}$.

Динамическая высота, м , слоя подвижной насадки определяется по уравнению [8]:

$$H_{\text{дин}} = 0,118L^{0,3}H_{\text{ст}}^{0,6}\left(\frac{v}{S_0}\right)^{0,93}, \quad (3)$$

где S_0 — свободное сечение опорной решетки, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

По данным работы [8] принимается $S_0 = 0,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$, исходя из того, что аппарат должен выполнять функции пылеуловителя. Тогда получается $H_{\text{дин}} = 0,49 \text{ м}$.

Аэродинамическое сопротивление аппарата, Па, может быть определено по формуле [8]:

$$\Delta p = 246,5v^{0,77}h_0^{0,3}H_{\text{ст}}^{0,23}/S_0^{0,05}, \quad (4)$$

где h_0 — высота исходного уровня жидкости, м , в верхней части корпуса.

В нашем случае $h_0 = H_{\text{ст}} = 0,32 \text{ м}$. Тогда по формуле (4) определим $\Delta p = 345 \text{ Па}$. Отметим, что по данным работы [7] в результате испытаний реального аппарата с насадкой из полых пластмассовых шаров для принятой скорости воздуха $v = 3,2 \text{ м}/\text{с}$ получено значение $\Delta p = 330 \text{ Па}$. Это свидетельствует о правомерности проведенных расчетов, поскольку расхождение значений приведенных данных не превышает $4,5 \%$.

Что же касается степени очистки воздуха от вредных твердых примесей, то она может быть оценена по выражению [8]:

$$\eta = \eta_0(H_{\text{дин}}/0,09)^{0,075}, \quad (5)$$

где η_0 — величина степени (эффективности) очистки воздуха без учета функционирования слоя подвижной насадки.

По данным работы [8] в рассматриваемом случае можно принять $\eta_0 = 0,87$. Тогда по формуле (5) получим $\eta = 0,992$. Это приемлемо, если учесть, что показатель степени очистки воздуха от твердых частиц дыма на участке сварки [9] должен быть не менее $0,9883$.

Поскольку в сварочном дыме присутствуют вредные газообразные примеси в виде диоксида азота NO_2 и оксида углерода CO , то по рекомендации авторов работы [9] в рассматриваемом аппарате для их нейтрализации можно применить растворимые в воде перманганат калия KMnO_4 и бикарбонат натрия Na_2CO_3 . Таким образом и с точки зрения очистки воздуха аппарат с подвижной шаровой насадкой приемлем для формирования на его основе современной системы кондиционирования.

Оценка режимов работы системы с универсальным аппаратом

На рис. 2 представлена принципиальная схема круглогодичной СКВ с приточно-вытяжной вентиляцией [7] применительно к производственному помещению проведения сварочных работ. Данная система может функционировать в рассмотренных ниже режимах обработки воздуха.

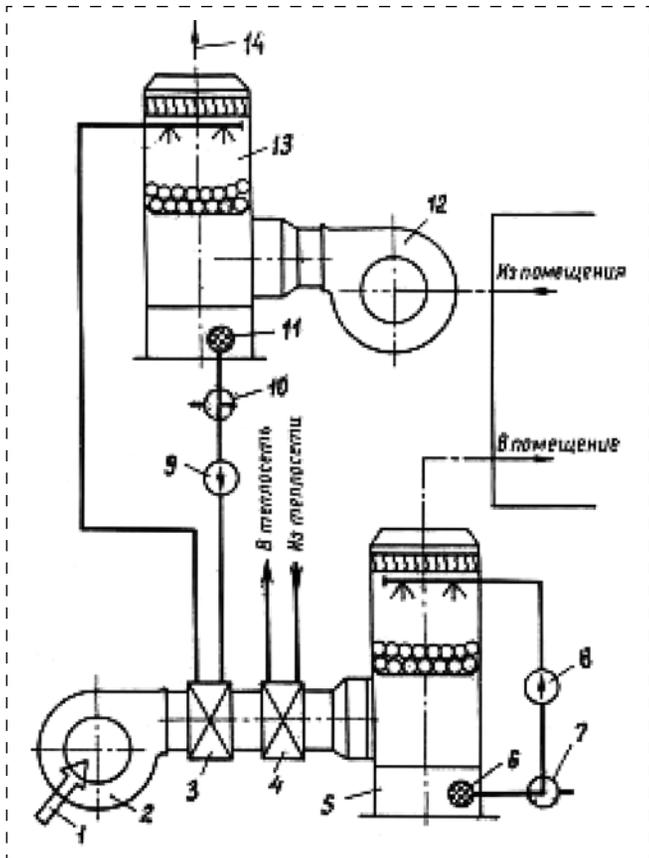


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема энергосберегающей системы круглогодичного кондиционирования воздуха производственного помещения:

1 — поток наружного воздуха; 2 — приточный вентилятор; 3 — жидкостно-воздушный рекуператор; 4 — жидкостно-воздушный калорифер; 5 — аппарат водоиспарительной обработки приточного воздуха; 6 и 11 — сетчатые фильтры; 7 и 10 — кран для слива отработавшей жидкости; 8 и 9 — циркуляционные насосы; 12 — вытяжной вентилятор; 13 — аппарат жидкостной обработки вытяжного воздуха; 14 — поток выбросного воздуха в атмосферу

1. Режим одноступенчатого адиабатного водоиспарительного охлаждения

В этом режиме, используемом в теплый период года, функционирует весь приточный контур, но аппарат 13 (см. рис. 2) выключен, а вытяжной вентилятор 12 включен. Здесь поток приточного воздуха 1 вентилятором 2 подается в аппарат 5, проходит через насадку, орошаемую водой с растворенными в ней указанными выше активными химическими веществами, очищается от твердых и газообразных примесей, снижает свою температуру за счет водоиспарительного действия, увлажняется, а затем поступает в помещение.

Степень снижения температуры обрабатываемого воздуха при адиабатном увлажнении оценивается с помощью температурного коэффициента:

$$E_a = (t - t_a)/(t - t_M), \quad (6)$$

где t и t_M — начальные температуры воздуха соответственно по сухому и мокрому термометрам, °С; t_a — температура воздуха по сухому термометру после насадки, °С.

Температуру t_a при известном E_a можно определить по выражению (6), преобразованному в следующий вид:

$$t_a = t - E_a(t - t_M). \quad (7)$$

Например, при расчетных климатических параметрах наружного воздуха для условий г. Москвы [1] $t = 28,5$ °С и $t_M = 18,8$ °С при реально достижимом значении $E_a = 0,95$ [3] по формуле (7) определена $t_a = 19,3$ °С. При такой температуре приточного воздуха в помещении может быть обеспечена нормируемая $t_{п} = 25$ °С [7].

Вместе с тем следует отметить, что режим работы СКВ с одноступенчатым адиабатным водоиспарительным охлаждением нельзя отнести к категории энергосберегающего, а при выключенном аппарате 13 вытяжной воздух не очищается от вредных выбросов.

2. Режим двухступенчатого водоиспарительного охлаждения

При этом энергосберегающем режиме для дополнительного снижения температуры приточного воздуха в теплый период года осуществляется утилизация тепловой энергии воздуха помещения перед удалением его в атмосферу. Здесь одновременно функционируют обе подсистемы СКВ. При этом аппараты 5 и 13 (см. рис. 2) заправляются водой с растворенными в ней активными веществами.

В процессе функционирования аппарата 13 воздух из помещения с температурой $t_{п} = 25$ °С [7] при относительной влажности $\varphi_{п} = 68$ % (соответствует температуре в помещении по мокрому термометру $t_{пм} = 20,8$ °С), проходит через орошаемую насадку, и здесь, вследствие водоиспарительного охлаждения, температура воды становится равной температуре в помещении по мокрому термометру $t_{в} = t_{пм} = 20,8$ °С. Вода при такой температуре поступает в рекуператор 3, где через его водопроницаемые стенки охлаждает поток приточного воздуха при постоянном влагосодержании [10], вследствие чего понижается его температура $t_{пм}$, что составляет предел прямого водоиспарительного действия и это дает возможность при подаче такого воздуха в аппарат 5 дополнительно снизить его температуру при последующем после утилизатора прямом водоиспарительном охлаждении. Свойства такой СКВ реализуются следующим образом.

По данным работы [7] температура воздуха после рекуператора 3 в результате утилизации



теплоты принята равной $t_y = 24,2$ °С, т. е. при начальной $t = 28,5$ °С, сниженной на 4,3 °С. При этом определяемая по диаграмме $I-d$ [7] температура такого воздуха по мокрому термометру $t_{\text{вм}} = 17$ °С. Тогда при температурном коэффициенте $E_a = 0,95$ с использованием формулы (7) найдем, что температура обрабатываемого воздуха после аппарата 5 (т. е. после второй ступени водоиспарительного действия) составит 17,4 °С. Поскольку температура приточного воздуха снизилась с 19,3 до 17,4 °С, а холодопроизводительность приточной вентиляции должна быть сохранена для обеспечения указанной ранее $t_{\text{п}} = 25$ °С, можно снизить подачу приточного воздуха, т. е. сократить энергозатраты на функционирование СКВ.

Холодопроизводительность приточной вентиляции (кВт) можно определить по следующему уравнению [5]:

$$Q_0 = c_p \rho_0 L_0 (t_{\text{н}} - t_0), \quad (8)$$

где c_p — теплоемкость воздуха; $c_p = 1,005$ кДж/(кг·°С); ρ_0 — плотность воздуха, кг/м³, при температуре t_0 ; L_0 — расход приточного воздуха, м³/с; $t_{\text{н}}$ — начальная температура обрабатываемого воздуха, °С; t_0 — температура охлажденного приточного воздуха, °С.

Когда Q_0 известно, то подача воздуха определяется по преобразованному выражению (8):

$$L_0 = Q_0 / c_p \rho_0 (t_{\text{н}} - t_0). \quad (9)$$

Приняв для одноступенчатого прямого водоиспарительного охлаждения $L_0 = L = 1,75$ м³/ч (6300 м³/с), $t_{\text{н}} = 28,5$ °С; $t_0 = 19,3$ °С и $\rho_0 = 1,208$ кг/м³, по формуле (8) получим, что $Q_0 = 19,55$ кВт.

Приняв для двухступенчатого косвенно-прямого водоиспарительного охлаждения $t_{\text{н}} = 28,5$ °С, $t_0 = 17,4$ °С и $\rho_0 = 1,215$ кг/м³ при $Q_0 = 19,55$ кВт, по формуле (9) получим, что $L_0 = 1,44$ м³/ч (5190 м³/с). Отсюда можно сделать вывод, что при режиме охлаждения помещения, утилизирующем тепловой потенциал воздуха, можно сократить производительность приточной вентиляции СКВ в 1,21 раза (6900/5190).

3. Режим традиционного отопления с увлажнением воздуха

В этом режиме, как и в первом, функционируют приточный контур и вытяжной вентилятор 12 при выключенном аппарате 13 (см. рис. 2). В калорифер 4 от теплосети подается горячая вода, нагревающая поток приточного воздуха при постоянном влагосодержании до определенной температуры t_1 . Так, при расчетной наружной температуре $t_{\text{хол}} = -26$ °С для условий г. Москвы [1] эта температура может составлять 39,5 °С [2].

В зимний период влагосодержание наружного воздуха при температуре $t_{\text{хол}} = -26$ °С составляет всего 0,6 г/кг, в то время как в помещении оно должно быть на уровне 5 г/кг [2] для обеспечения здесь нормируемой относительной влажности. Поэтому приточный воздух необходимо увлажнить, для чего служит аппарат 5, где осуществляется адиабатный процесс обработки воздуха при постоянном теплосодержании с повышением влагосодержания до указанной величины 5 г/кг и падением температуры до 26 °С [2]. В таком состоянии воздух поступает в помещение, где из-за теплопотерь в окружающую среду через ограждающие конструкции помещения и теплопритоков в него от работающего оборудования и персонала его температура в рабочей зоне снижается до нормативной $t_{\text{п}} = 20$ °С [2]. Такой воздух из помещения вытяжным вентилятором 12 удаляется в атмосферу, где температура $t_{\text{хол}} = -26$ °С. Следовательно, потенциал теплого воздуха помещения здесь не используется, что нерационально с позиции энергосбережения.

4. Режим отопления с утилизацией тепловой энергии вытяжного воздуха при использовании антифриза

Здесь в системе одновременно функционируют два контура. При этом аппарат 13 (см. рис. 2) заправляется антифризом, представляющим собой в рассматриваемом случае безопасный для людей незамерзающий водный раствор, например, глицерина.

В вытяжном контуре теплый воздух помещения поступает в аппарат 13, где антифриз орошает насадку, циркулирующую через рекуператор 3, в котором осуществляется первичный подогрев наружного воздуха 1, подаваемого вентилятором 2. Тепловая энергия антифриза для такого подогрева обуславливается повышением его температуры в насадке аппарата 13 при контакте с потоком вытяжного воздуха. По данным работы [7] с помощью такого процесса утилизации холодный приточный воздух может быть подогрет с $t_{\text{хол}} = -26$ °С до температуры $t_y = -8,5$ °С. При этом обмерзания утилизатора с его теплой стороны не происходит, поскольку в трубках его теплообменника циркулирует антифриз.

При температуре $t_y = -8,5$ °С воздух поступает в калорифер 4, где как и в предыдущем режиме, нагревается до температуры для отопления помещения $t_{\text{от}} = 39,5$ °С, а затем при его увлажнении в аппарате 5 снижает свою температуру до 26 °С, обеспечивая на рабочем месте $t_{\text{п}} = 20$ °С. Таким образом, при отсутствии утилизации перепад температуры воздуха составляет $\Delta t_1 = t_{\text{от}} - t_{\text{хол}} = 65,5$ °С, а при наличии утилизации $\Delta t_2 = t_{\text{от}} - t_y =$

48 °С. Тогда можно затраты теплоты в калорифере на отопление помещения определить по формуле

$$Q_{от} = c_p \rho_{от} L_{от} \Delta t, \quad (10)$$

где $\rho_{от} = 1,13 \text{ кг/м}^3$ — плотность воздуха при температуре $t_{от}$; $L_{от} = 1,75 \text{ м}^3/\text{с}$; Δt — перепад температуры воздуха в калорифере, °С.

Приняв указанные выше значения Δt_1 и Δt_2 , получим, что в системе без утилизации теплопроизводительность калорифера должна составлять 130 кВт, а с утилизацией — 95 кВт. Следовательно, в режиме отопления с утилизацией теплоты вытяжного потока воздуха энергозатраты сокращаются в 1,37 раза. При этом вследствие применения в утилизаторе антифриза обеспечивается надежность работы системы при низкой отрицательной температуре наружного воздуха.

Список литературы

1. **Отопление**, вентиляция и кондиционирование воздуха. Строительные нормы и правила. СН и П 2.04.05-91. — М.: Минстрой России ГЦ ЦПП, 1994. — 64 с.

2. **Кокорин О. Я.** Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Изд-во физико-математической литературы, 2003. — 272 с.
3. **Кокорин О. Я., Дерипасов Ф. М.** Отечественное оборудование для создания систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Каталог. — М.: ИКФ "Каталог", 2002. — 92 с.
4. **Кокорин О. Я.** Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК). — М.: Проспект, 1999. — 208 с.
5. **Михайлов В. А.** Создание системы модульных типизированных и унифицированных средств нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в кabinах самоходных машин: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М.: МГТУ "МАМИ", 1999. — 50 с.
6. **Матвеев Ю. Н., Киселев В. Г.** Утилизация теплоты в животноводческих помещениях // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1990. — № 1. — С. 34–35.
7. **Егизаров А. Г., Зусманович Л. М., Рыжак Б. Д., Тимченко Р. А.** Универсальные аппараты с кипящим слоем для вентиляции птицеводческих помещений // Водоснабжение и санитарная техника. — 1994. — № 5. — С. 14–17.
8. **Техника** и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов / В. В. Юшин, В. М. Попов, П. П. Кукин и др. — М.: Высшая школа, 2005. — 391 с.
9. **Михайлов В. А., Сотникова Е. В.** Энергосберегающая цеховая система защиты воздушной среды участка электросварочных работ // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 4. — С. 3–10.
10. **Сотникова Е. В., Дмитренко В. П., Сотников В. С.** Теоретические основы процессов защиты среды обитания: С.-Пб.: Лань, 2014. — 576 с.

V. A. Mikhailov, Professor, **E. V. Sotnikova**, Professor, e-mail: ev.sotnikova@yandex.ru, **N. Yu. Kalpina**, Associate Professor, Moscow Polytechnical University

Energy Saving System Year-Round Air Conditioning in the Production Room

Considered technology scheme of processing of air in the system it year-round conditioning, containing subsystem supply and exhaust ventilation unit equipped with movable ball of irrigated nozzle. The energy efficiency of the system ensured through the use of the capacity of the room air in the exhaust nozzle of the apparatus, from where the treated coolant (water in the warm period and the antifreeze in the cold season) enters the heat exchanger on the outdoor air supply subsystem. In the warm period in the system is a progressive process indirectly-direct photospreteen cooling supply air, and in the cold season, due to the use of antifreeze is excluded, the freezing of the recuperator, which ensures the reliability of its operation in winter climate in Russia.

Keywords: year-round air conditioning, supply and exhaust ventilation energy conservation, the energy recovery of exhaust air, apparatus for heat-moisture treatment of air, the heat exchanger, radiator; antifreeze

References

1. **Отопление**, вентиляция и кондиционирование воздуха. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04-05-91. Moscow: Минстрой России ГЦ ЦПП, 1994. 64 p.
2. **Кокорин О. Я.** Sovremennyye sistemy konditsionirovaniya vozduha. Moscow: Izd-vo fiziko-matematicheskoy literatury, 2003. 272 p.
3. **Кокорин О. Я., Дерипасов Ф. М.** Otechestvennoe oborudovanie dlja sozdaniya sistem ventilatsii i konditsionirovaniya vozduha: Katalog. Moscow: IKF "Katalog", 2002. 92 p.
4. **Кокорин О. Я.** Energoberegajushhie tehnologii funkcionirovaniya sistem ventilatsii, otopleniya, konditsionirovaniya vozduha (sistem VOK). Moscow: Prospekt, 1999. 208 p.
5. **Mihajlov V. A.** Sozdanie sistemy modul'nyh tipizirovannyh i unificirovannyh sredstv normalizatsii mikroklimate i ozdorovleniya vozduшной sredey v kabinah samohodnyh mashin:

- avtoreferat dissertatsii doktora tehnikeskikh nauk. Moscow: MGTU "MAMI", 1999. 50 p.
6. **Matveev Ju. N., Kiselev V. G.** Utilizatsiya teploty v zhivotnovodcheskikh pomeshhejakh. *Traktory i sel'skhozjajstvennyye mashiny*. 1990. No. 1. P. 34–35.
7. **Egizarov A. G., Zusanovich L. M., Ryzhak B. D., Timchenko R. A.** Universal'nye apparaty s kipjashhim sloem dlja ventilatsii pticevodcheskikh pomeshhenij. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika*. 1994. No. 5. P. 14–17.
8. **Tehnika** i tehnologija zashchity vozduшной sredey. V. V. Yushin, V. M. Popov, P. P. Kukin i dr. Moscow: Vysshaja shkola, 2005. 391 p.
9. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V.** Jenergoberegajushhaja cehovaja sistema zashchity vozduшной sredey uchastka jelektrosvarochnyh rabot. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti*. 2015. No. 4. P. 3–10.
10. **Sotnikova E. V., Dmitrenko V. P., Sotnikov V. S.** Teoreticheskie osnovy processov zachchity sredey obitaniya. Saint-Petersburg, Lan', 2014. 576 p.

УДК 628.5 + 669.2/8 + 661

Ю. С. Рыбаков, д-р техн. наук, проф., e-mail: thkm@mail.ru,
А. В. Вдовин, преподаватель, Уральский институт государственной
противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург

Опасность отвалов руд и пород для окружающей среды и человека

Рассмотрены проблемы защиты почв, водных объектов от стока, сформированного на техногенной провинции предприятий цветной металлургии, на которой складированы опасные для окружающей среды и человека отходы производства. Отмечено, что наибольшую опасность из них представляют отвалы руд и пород, сточные воды с которых содержат медь, цинк и железо в количестве, в тысячи и сотни тысяч раз превышающем ПДК. Приведены результаты исследования раствора после выщелачивания металлов из отобранных проб материалов путем получения водно-кислотной вытяжки в перколяционном режиме. Установлено, что основными загрязнителями являются породные и забалансовые отвалы медных, медно-цинковых, свинцово-цинковых и молибденовых руд. В результате исследований уточнена классификация отвальных руд и пород по степени опасности для окружающей среды и человека, а также даны их химическая и минералогическая характеристики для оценки степени опасности еще не исследованных объектов.

Ключевые слова: техногенные образования, отвалы руд и пород, металлы-загрязнители, оценка опасности, критерий опасности, превышение ПДК, химическая и минералогическая характеристики

При добыче и переработке полезных ископаемых предприятиями цветной металлургии образуются различные техногенные образования, которыми заняты сотни тысяч гектаров водосборных территорий. В результате возникает так называемая техногенная провинция предприятия, несущая опасность окружающей среде и в первую очередь человеку. При этом промышленные разработки загрязняют водные объекты и почвы, изменяют рельеф местности, характер и структуру ландшафта, гидрологический режим. В связи с этим в человеческий организм и сельскохозяйственную продукцию поступают токсические вещества из атмосферного воздуха, почвы и водоемов, что порождает проблемы, связанные с накоплением в продовольственном сырье и продуктах питания чужеродных веществ, или ксенобиотиков, и ставит целый ряд задач, нацеленных на обеспечение безопасности продуктов питания и источников питьевого водоснабжения [1–5].

К техногенным образованиям предприятий горнохимической и металлургической промышленности относятся отвалы и терриконы забалансовых руд, минерализованных пород, шлако- и золоотвалы, горные выработки, действующие и законсервированные шламо- и хвостохранилища станций нейтрализации и обогатительных фабрик и другие новообразования [1, 3, 6]. К наиболее опасным из них относятся отвалы руд и пород цветной металлургии и химической промышленности.

Были проведены исследования по выщелачиванию руд и пород в лабораторных условиях, на основании которых осуществлена классификация этих техногенных образований по минералогическим характеристикам, скоростям выщелачивания загрязняющих элементов и по степени их опасности для окружающей среды.

Для исследований потенциальной опасности были отобраны пробы руд и пород ряда рудников Свердловской, Оренбургской, Кемеровской областей, Читинского и Приморского краев и Республики Башкортостан. Полученные пробы естественной крупности подвергались гранулометрическому анализу, часть их дробилась до крупности $-30 + 0$ и $-10 + 0$ мм (для поисковых и технологических исследований). Химический и минералогический анализы проб делались на стадии пробоотбора.

Проводили исследование раствора после выщелачивания металлов из отобранных проб материалов путем получения водно-кислотной вытяжки в перколяционном режиме. Механизм процесса перколяционного выщелачивания в общих чертах соответствует механизму естественного растворения металлов в условиях просачивания дождевых и паводковых вод через естественные трещины, поры и сквозь раздробленную горную массу. Исследования по выщелачиванию кускового материала осуществляли в перколяторах (рис. 1) по методикам, описанным в работах [4, 6, 7].

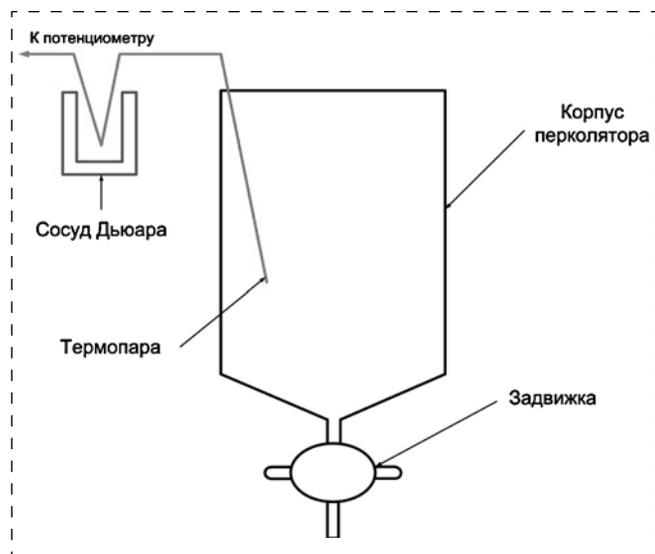


Рис. 1. Конструкция перколятора

Перколяторы для выщелачивания небольших порций руды крупностью менее 10 мм (200...300 г) изготовлялись из делительных воронок диаметром 40 мм. Высота загрузки породы в перколяторе 130...150 мм. Массу породы, г, загружаемой в перколятор, определяли по формуле [8]:

$$Q = 10d^3(\beta \cdot \rho - k), \quad (1)$$

где d — максимальный размер куска руды в пробе, см; β — весовая доля основного рудного компонента в наиболее богатых кусках руды, %; ρ — средняя плотность опробуемого материала, г/см³; k — постоянный коэффициент (г/см³) для данного типа руды, который рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{\alpha \rho^2}{\rho_1}, \quad (2)$$

где α — средняя весовая доля основного компонента в руде, %; ρ_1 — плотность основного рудного минерала, г/см³.

Основными факторами, влияющими на извлечение загрязняющих элементов, являются: концентрация выщелачивающего реагента, количество растворов (плотность орошения), пауза между подачей выщелачивающих растворов (пауза между орошениями), а также температура [4, 6, 9]. Поэтому в процессе исследования выщелачивания загрязняющих веществ из породы устанавливались зависимости параметров процесса от этих основных факторов в режимах, близких к естественному выщелачиванию, и в режимах, близких к оптимальному выщелачиванию.

Критерием опасности техногенных образований являлось превышение содержания опасных элементов и веществ в полученных растворах

перколяционного выщелачивания их предельно допустимых концентраций (ПДК).

Изучение выщелачивания загрязняющих элементов проводится в перколяторах следующим образом. Приготовленный раствор определенного объема с определенной концентрацией выщелачивающего агента подается на руду и породу сверху таким образом, чтобы им смачивалась вся поверхность. Вытекающий из перколятора продуктивный раствор собирается, на следующие сутки после орошения замеряется его объем и направляется на анализ. Для следующего выщелачивания готовится свежая порция раствора, которую подают на выщелачивание после паузы. В связи с тем, что при выщелачивании руды и породы крупностью 10 мм из перколятора выходят небольшие порции раствора, недостающие для проведения анализа, то осуществляется сбор их в течение недели и эту сборную пробу направляют на анализ.

При проведении балансовых опытов процесс проводится в режиме замкнутого оборота растворов, включающего извлечение металлов в товарную продукцию, регенерацию растворов и подачу их вновь на выщелачивание.

В процессе исследований осуществляли контроль следующих параметров:

- объем поданного и вышедшего из породы раствора;
- продолжительность процесса выщелачивания;
- пауза между орошениями;
- анализ растворов на содержание металлов и выщелачивающих реагентов после каждого орошения (или после накопления раствора в случае стеклянных перколяторов).

После проведения химического анализа раствора рассчитывали количество извлеченных загрязнителей (E , %/сут) и удельный расход реагентов (Y_g , г/л г Cu) по уравнениям:

$$E = \frac{VC_p}{mC_m} \cdot 100; \quad (3)$$

$$Y_g = \frac{v_1 C_{p1} - VC_{p2}}{VC_p}, \quad (4)$$

где V — объем продуктивного раствора, дм³/сут; v_1 — объем раствора, подаваемого на орошение, дм³/сут; C_p — концентрация извлекаемого металла в продуктивном растворе, г/дм³; C_{p1} — исходная концентрация реагента в растворе, г/дм³; C_{p2} — концентрация реагента в продуктивном растворе, г/дм³; C_m — исходное содержание извлекаемого металла в руде, %; m — масса породы в перколяторе, кг.

Кроме этого рассчитывали суммарное извлечение металлов из породы и средний удельный расход реагентов за весь период выщелачивания.

После окончания выщелачивания породу из перколятора выгружали, делали гранулометрический,



минералогический, химический и фазовый анализы продуктов выщелачивания на те же элементы, что и при загрузке исходной пробы.

Результаты исследований зависимости извлечения наиболее опасного для окружающей среды металла — меди из руды Волковского и Левихинского месторождений (Свердловская область) представлены на рис. 2.

Необходимо отметить, что закономерности выщелачивания окисленных руд Волковского и Левихинского месторождений, судя по характеру приведенных на рис. 2 кривых, примерно одинаковы. Те незначительные различия, которые были обнаружены при выщелачивании, связаны с различным содержанием меди в рудах и характером ее минерализации в них.

Кроме того, даже при орошении руд водой или обратными растворами без специальной добавки серной кислоты выщелачивание руды идет достаточно интенсивно. При этом в таких растворах $pH = 2,6...4$, а содержание железа и меди более 50 мг/дм^3 . Это показывает, что в руде инициируются процессы окисления, в первую очередь, вторичных сульфидов, а также идет растворение сульфатных соединений меди и железа.

Приведенные выше данные лишней раз подтверждают тезис, что рассматриваемые руды, складированные в отвалы, представляют значительную угрозу окружающей среде, в особенности водным объектам.

Подтверждением этого тезиса являются результаты исследования выщелачивания отвальных руд и пород обследованных предприятий: Левихинского рудника Кировградского (КМК) и Волковского рудника Красноуральского (КУМК) медеплавильных комбинатов; Сибайского рудника Башкирского медно-серного комбината (БМСК); Алтайского (АГОК), Учалинского (УГОК), Салаирского (СГОК), Шерловогорского (ШГОК), Жирекенского (ЖГОК) и Гайского

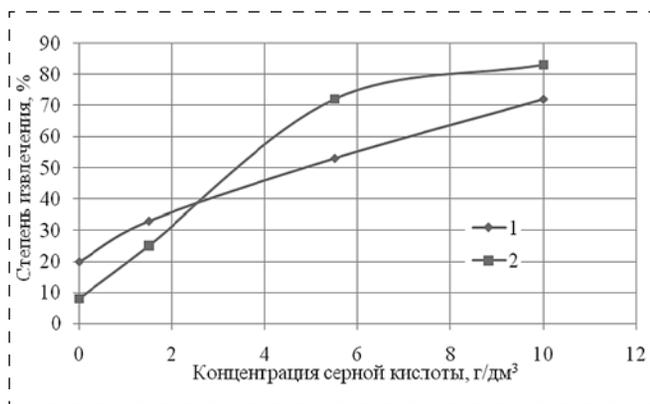


Рис. 2. Зависимость извлечения меди от концентрации серной кислоты на 50-е сутки выщелачивания окисленных руд Волковского (кривая 1) и Левихинского (кривая 2) месторождений

(ГГОК) горно-обогатительных комбинатов; ПО "Дальполиметалл"; Сорского молибденового комбината (СМК); Джидинского вольфрам-молибденового комбината (ДВМК) и др.

В сточных водах, стекающих с техногенных образований на обследованных предприятиях, содержание меди, цинка и железа достигает $100...500 \text{ мг/дм}^3$, свинца — до 10 мг/дм^3 , что в тысячи и сотни тысяч раз превышает ПДК. Также установлено, что основными загрязнителями подотвального стока с отвалов медных, медно-цинковых, свинцово-цинковых и молибденовых руд являются медь, цинк, железо. В меньшей степени сток загрязнен свинцом, молибденом и мышьяком.

Основными рудными минералами, в которых сосредоточены эти металлы, являются: пирит (FeS_2), марказит (FeS_2), арсенопирит (FeAsS), пирротин (FeS), гетит, лимонит (FeOOH), магнетит (Fe_3O_4), халькопирит (CuFeS_2), халькозин (Cu_2S), ковеллин (CuS), тенорит (CuO), куприт (Cu_2O), малахит [$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$], сфалерит (ZnS), цинкит (ZnO), смитсонит (ZnCO_3), госселерит (ZnSO_4), галенит (PbS), церрусит (PbSO_4), ангизит (PbCl_2), молибденит (MoS_2), повеллит (CaMoO_4), ферримолибдит [$\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$]. Наличие в рудах значительного количества серы и сульфатов в естественных условиях техногенной провинции приводит к наработке значительного количества серной кислоты, которая служит хорошим растворителем и способствует окислению сульфидных минералов [2, 4, 6]. Предыдущее утверждение можно объяснить следующими химическими превращениями. В процессе растворения ряда сульфидных минералов, которое катализируется тионовыми бактериями, в орошающих растворах появляется двухвалентное железо и элементарная сера. Элементарная сера при окислении кислородом образует серную кислоту, которая образуется также и при гидролизе трехвалентного железа. Одновременно двухвалентное железо окисляется кислородом, т. е. в процессе выщелачивания возможна регенерация серной кислоты и трехвалентного железа [10]. Химические реакции по окислению и растворению рудных минералов и их термодинамический анализ приведены в табл. 1.

Согласно данным табл. 1 все химические реакции по растворению минералов медных, медно-цинковых, свинцово-цинковых и молибденовых руд в сернокислотной среде можно разделить на три группы:

I — растворение минералов без добавки окислителей;

II — окисление сульфидов и других соединений кислородом;

III — окисление и растворение минералов трехвалентным железом.

Сопоставление величин изменения энергии Гиббса для реакций различных групп в первом

Изменение энергии Гиббса химических реакций растворения рудных минералов

№ пп	Уравнения химических реакций	Изменение энергии Гиббса, кДж/моль	
		298 °С	373 °С
I группа			
1	$\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	-42,41	-62,30
2	$\text{CuCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	-20,35	-35,41
3	$\text{ZnO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	-96,64	-110,20
4	$\text{ZnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	-17,93	-23,82
5	$\text{PbCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	-30,91	-33,20
6	$\text{PbSO}_4 + 3\text{NaCl} = \text{NaPbCl}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	Не определено	
7	$\text{PbCl}_2 + \text{NaCl} = \text{NaPbCl}_3$	Не определено	
8	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	-35,21	-37,60
9	$\text{CaMoO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{MoO}_4$	-8,15	-10,35
10	$\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{H}_2\text{MoO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-39,80	-43,20
II группа			
11	$2\text{S}_0 + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	-531,47	-381,25
12	$4\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	-48,32	-16,50
13	$2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{CuSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	-208,92	-120,30
14	$2\text{CuS} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}_0$	-126,41	-92,40
15	$\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}_0$	-265,72	-180,70
16	$\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}_0$	-339,21	-225,79
17	$2\text{ZnS} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}_0$	-188,91	-125,68
18	$2\text{PbS} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}_0$	-125,24	-109,74
19	$2\text{FeS}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{S}_0$	-174,97	-120,04
20	$2\text{FeS} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}_0$	-127,12	-104,71
21	$\text{MoS}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{MoO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	-305,28	-241,32
22	$2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}_2\text{SO}_4$	-229,57	-69,33
III группа			
23	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	-112,42	-120,60
24	$\text{CuS} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-29,98	-33,87
25	$\text{CuS}_2 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{CuSO}_4 + 4\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-50,91	-53,42
26	$\text{CuFeS}_2 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{CuSO}_4 + 5\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-73,02	-79,88
27	$\text{ZnS} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{ZnSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-92,28	-92,70
28	$\text{PbS} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{PbSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-25,76	-27,3
29	$\text{FeS}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 3\text{FeSO}_4 + 2\text{S}_0$	-78,34	-87,04
30	$\text{FeS} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 3\text{FeSO}_4 + \text{S}_0$	-26,70	-27,8

приближении указывает на предпочтительность выщелачивания с участием кислорода. Прямое кислотное выщелачивание некоторых сульфидов возможно лишь при температурах выше 100 °С. Однако низкая растворимость кислорода в водных растворах (до 8 мг/дм³) снижает эффективность реакций II группы.

Восстановление оксида железа (III) до железа (II) имеет большую вероятность при температурах 25...100 °С, а развитие процесса окисления железа (II) и гидролиз солей железа (III) предпочтителен при температурах, близких к 25 °С. При этом для реакций I и II групп характерно увеличение абсолютного значения энергии Гиббса с повышением температуры. В то же время для реакций II группы

наблюдается обратная картина. Это объясняется снижением концентрации растворенного кислорода в растворах с повышением температуры.

Результаты обработки данных перколяционного выщелачивания представлены в табл. 2, в которой руды и породы объединены в классы в порядке убывания степени опасности для окружающей среды и человека (первый класс самый опасный). Для удобства восприятия в табл. 2 приведены данные по содержанию меди в растворе как наиболее опасному металлу-загрязнителю.

Химическая и минералогическая характеристика отвалных руд и пород цветной металлургии и химической промышленности для оценки их класса опасности приведены в табл. 3. По



Таблица 2

Результаты перколяционного выщелачивания руд и пород

Класс опасности руд и пород	Тип руды в отвале	Среднее содержание меди в вытяжке	
		мг/дм ³	в долях ПДК _{рыбохоз.}
Класс 1	Медные и медно-цинковые, залегающие в кислых породах	890,0	890 000
Класс 2	Медные и медно-цинковые, залегающие в основных и карбонатных породах	35,0	35 000
Класс 3	Медные, залегающие в глинистых породах	9,5	9500
Класс 4	Медно-цинковые метакolloидные	5,0	5000
Класс 5	Медно-свинцово-цинковые, залегающие в породах кислого состава	3,5	3500
Класс 6	Медно-свинцово-цинковые, залегающие в породах основного состава	0,75	7500
Класс 7	Оксисленные молибденовые и медно-молибденовые	0,5	500
Класс 8	Сульфидные медно-молибденовые с высокой и средней дефектностью кристаллической структуры	0,2	200

Таблица 3

Химическая и минералогическая характеристика отвальных руд и пород цветной металлургии и химической промышленности для оценки их класса опасности

Класс опасности отвальных руд и пород	Основные минералы главных металлов-загрязнителей	Вмещающие породы	Содержание оксидов главных металлов-загрязнителей в минералах, %	Содержание в рудах, %	
				пород основного состава (щелочные и карбонатные)	глинистых пород
Класс 1	Малахит, брошантит, азурит, халькозин, ковеллин, борнит, цинкит, гослерит, сфалерит	Кислые и средние изверженные породы, вторичные кварциты, песчаники	20...60	1...5	1...5
Класс 2	Малахит, псевдомалахит, гетит, магнетит, сфалерит, смитсонит	Габбро, средние и основные эффузивы	5...35	7...10	5...10
Класс 3	Малахит, хризоколла, лимонит, гетит, ковеллин, тенорит	Измененные сиенито-диориты, моноциты, средние и основные эффузивы	20...35	2...5	5...20
Класс 4	Халькопирит и сфалерит с высокой дефектностью кристаллической структуры	Кислые эффузивы (порфиры, кератофиры, альбитофиры)	15	5...7	1...5
Класс 5	Смитсонит, церуссит, пирит, сфалерит, галенит, в меньшей степени халькопирит, блеклая руда, свинцовые охры, ковеллин, малахит, госларит и халькантит	Кварцево-серицитовые сланцы, кварцевые кератофиры, алевропелиты, туфы и лавы кислого и среднего состава, микроклин-плагиоклазовые граниты, альбитофиры, граниты	20...60	5...15	5...10
Класс 6	Пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, ковеллин, смитсонит, церуссит, ангизит	Кварц, калиевый полевой шпат, серицит, карбонат, биотит измененный, гидроксиды железа, ярозит	20...30	7...15	5...8
Класс 7	Повелит, ферримолибдит, вульфенит, малахит, азурит	Серицитизированные, слабокальцинированные, хлоритизированные, ожелезненные, биотитовые граниты, гранодиориты	18...25	3...10	5...13
Класс 8	Молибденит, халькопирит, в меньшей степени ферримолибдит, марказит, борнит, малахит, повеллит	Биотитовые граниты, мелкозернистые граниты, гранодиориты, липариты, кварцсерицитовые метасоматиты, кварц, полевой шпат, биотит	5...12	4...8	5...8

минеральному и фазовому составу соединений металлов складированных руд и пород можно определить степень их опасности путем сравнения данных об отвале с данными этой таблицы.

Первый этап оценки степени опасности — это сбор данных об отвале: минеральный состав складированных обломков; фазовый состав руд и пород, складированных в отвал; гранулометрический состав складированных обломков; морфометрические характеристики отвала; объем и масса отвала; гидрологические условия площадки складирования.

Эти данные могут быть получены из следующих источников: паспорт отвала; материалы разведочных работ, проводимых на различных этапах оценки запасов обрабатываемых горизонтов рудного тела; данные опробования отгружаемой из забоя горной массы; показатели потерь и разубоживания добываемой руды с учетом особенностей геологического строения месторождения; результаты научно-исследовательских работ, проводимых на месторождении в ходе его обработки; данные геолого-маркшейдерского учета движения запасов, установленных разведочными работами, при обработке месторождения; отчет по оценке воздействия отвала на окружающую среду; другая имеющаяся документация по разработке и использованию месторождения; гидрологические справочники по территории. Если в указанных документах всех требуемых данных нет, то следует провести опробование отвала.

В настоящее время для каждого класса руд и пород разрабатываются технологические схемы проведения процесса, определены оптимальные режимы химической рекультивации [2], при осуществлении которой в ряде случаев можно не только очистить техногенное образование от легкорастворимых металлов-загрязнителей, но и опустить понесенные затраты.

Список литературы

1. **Вода России:** Социально-экологические водные проблемы / Под науч. ред. А. М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Изд-во АКВА-ПРЕСС, 2000. — 364 с.
2. **Рыбаков Ю. С.** Применение химической рекультивации для защиты водных объектов от техногенного загрязнения // Техносферная безопасность. — 2015. — № 2 (7). — С. 51—56.
3. **Рыбаков Ю. С., Рыбаков А. Ю., Овсянников А. Ю.** Организационно-экономический механизм и инвестиционные проекты рекультивации техногенных образований. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. — 141 с.
4. **Халезов Б. Д.** Кучное выщелачивание медных и медно-цинковых руд. — Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. — 332 с.
5. **Рыбаков Ю. С.** Продовольственная безопасность вблизи техногенной провинции горно-химических и горно-металлургических предприятий // Экономика, общество, человек: теория, методология, реальность / Сб. науч. публикаций. — Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2015. — Ч. 2. — С. 115—118.
6. **Рыбаков Ю. С., Дальков М. П.** Оценка опасности техногенных образований цветной металлургии и химической промышленности // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2. — С. 181—185.
7. **Рыбаков Ю. С.** Управление качеством вод на техногенной провинции медно-цинковых рудников // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 1. — С. 144—148.
8. **Краснов Д. А.** Теоретические основы и расчетные формулы определения веса пробы. — М.: Недра, 1969. — 150 с.
9. **Рыбаков Ю. С.** Управление качеством сточных вод и выщелачивающих растворов при химической рекультивации отвалов руд и пород цветной металлургии // Известия УрГЭУ. — 2013. — № 3—4. — С. 136—142.
10. **Каковский И. А., Набойченко С. С.** Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов. — Алма-Ата: Наука, 1986. — 270 с.

Ju. S. Rybakov, Professor, e-mail: thkm@mail.ru, **A. V. Vdovin**, Lecturer, The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Ekaterinburg

The Danger of Dumps of Ores and Rocks for Environment and Human

In article problems of protection of soils, water objects from the drain created on the technogenic province of nonferrous metallurgy are considered. Activity of the enterprises of metallurgical industry is resulted by the technogenic province on which dangerous wastes of production, the bearing danger to environment and first of all the person are stored.

The greatest danger from them is constituted by dumps of ores and breeds. In the sewage which is flowing down from these dumps the content of copper, zinc and iron in thousands and hundreds of thousands times exceeds maximum concentration limit. Conducted research of solution after leaching of metals from the selected tests of



materials by receiving a water-acid extract in the perkolyatsionny mode. Criterion of danger of technogenic educations was excess of the maintenance of dangerous elements and substances of their maximum concentration limit.

It is established that the main pollutants are pedigree and off-balance dumps of copper, copper-zinc, zinc-lead and molybdenic ores. As a result of researches classification of dump ores and breeds by degree of danger to environment and the person is specified, and also their chemical and mineralogical characteristics for a danger degree assessment of yet not studied objects are given.

Keywords: technogenic educations, dumps of ores and breeds, metals pollutants, danger assessment, criterion of danger, excess of maximum concentration limit, chemical and mineralogical characteristics

References

1. **Voda Rossii:** Social'no-jekologicheskie vodnye problemy / Pod nauch. red. A. M. Chernjaeva; FGUP RosNIIVH. Ekaterinburg: Izdatel'stvo AKVA-PRESS, 2000. — 364 p.
2. **Rybakov Ju. S.** Primenenie himicheskoy rekul'tivacii dlja zashhity vodnyh obektov ot tehnogennogo zagriznenija. *Tehnosfernaja bezopasnost'*. 2015. No. 2 (7). P. 51—56.
3. **Rybakov Ju. S., Rybakov A. Ju., Ovsjannikov A. Ju.** Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm i investicionnye proekty rekul'tivacii tehnogennyh obrazovanij. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo Gosudarstvennogo Jekonomicheskogo Universiteta, 2011. 141 p.
4. **Halezov B. D.** Kuchnoe vyshhelachivanie mednyh i medno-cinkovyh rud. Ekaterinburg: RIO UrO RAN, 2013. 332 p.
5. **Rybakov Ju. S.** Prodovol'stvennaja bezopasnost' vblizi tehnogonnoj provincii gorno-himicheskikh i gorno-metallurgicheskikh predpriyatij. *Jekonomika, obshhestvo, chelovek: teorija, metodologija, real'nost'*: Sbornik nauchnyh publikacij. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo Gosudarstvennogo Jekonomicheskogo Universiteta, 2015. Ch. 2. P. 115—118.
6. **Rybakov Ju. S., Dal'kov M. P.** Ocenka opasnosti tehnogennyh obrazovanij cvetnoj metallurgii i himicheskoy promyshlennosti. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2015. No. 2. P. 181—185.
7. **Rybakov Ju. S.** Upravlenie kachestvom vod na tehnogonnoj provincii medno-cinkovyh rudnikov. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2013. No. 1. P. 144—148.
8. **Krasnov D. A.** Teoreticheskie osnovy i raschetnye formuly opredelenija vesa proby. Moscow: Nedra, 1969. 150 p.
9. **Rybakov Ju. S.** Upravlenie kachestvom stochnykh vod i vyshhelachivajushhih rastvorov pri himicheskoy rekul'tivacii otvalov rud i porod cvetnoj metallurgii. *Izvestija Gosudarstvennogo Jekonomicheskogo Universiteta*. 2013. No. 3—4. P. 136—142.
10. **Kakovskij I. A., Naboichenko S. S.** Termodinamika i kinetika gidrometallurgicheskikh processov. — Alma-Ata: Nauka, 1986. 270 p.

Информация

В связи с провозглашением **2017 года — Годом Экологии в России** Редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности" объявляет конкурс на лучшую научную публикацию по проблемам экологии и охраны окружающей среды на страницах журнала в 2017 году.

Членов редсовета и редколлегии журнала призываем оказывать содействие проведению конкурса в части разработки критериев оценки материалов конкурсных работ.

Авторам, желающим участвовать в конкурсе, предлагается присылать статьи с пометкой "На конкурс".

Редакция

УДК 910.1:911.9:913(47+57):330.15

С. Б. Кузьмин, д-р геогр. наук, вед. науч. сотр., e-mail: kuzmin@irigs.irk.ru,
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Опасные природные процессы Иркутской области

В статье рассмотрены наиболее опасные природные процессы Иркутской области: геолого-геоморфологические, гидрометеорологические, биолого-социальные. Приведены главные районы их распространения, а также некоторые динамические параметры: площадь поражения, характер, сила, скорость и др. Указаны государственные органы, ответственные за прогноз, профилактику и ликвидацию последствий стихийных бедствий, их цели и задачи, основные мероприятия. Делается вывод о том, что чрезвычайные ситуации природного и природно-техногенного характера должны находиться под пристальным вниманием всех административных структур.

Ключевые слова: опасные природные процессы, прогноз и профилактика чрезвычайных ситуаций, Иркутская область

Введение

В последние десятилетия в мире обозначился ряд глобальных угроз, одна из которых — рост числа и масштабов стихийных бедствий и катастроф, материального и морального ущерба от них. По данным Всемирного банка ущерб для мировой экономики от опасных природных процессов в 1980—2012 гг. составил 3,8 трлн долл., а их жертвами стали 2,5 млн человек. Сегодня он еще выше и равен 200 млрд долл./год.

Причинами этого являются рост численности населения и объемов промышленного производства, урбанизация, деградация природной среды, глобальное потепление климата и др. Несмотря на научно-технический прогресс и принимаемые меры по обеспечению безопасности, защищенность людей и техносферы от природных угроз постоянно снижается.

В октябре 2015 г. в Российской Федерации (РФ) прошел международный конгресс "Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий", который констатировал, что мировая экономика с 2000 г. несет убытки от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера (ЧСПТ) в размере порядка 16 млн долл. в день, а количество пострадавших составляет более 6500 человек. По данным МЧС России за последние 20 лет в результате стихийных бедствий пострадали свыше 800 млн человек и более 3 млн погибли. В РФ в зоны риска попадают свыше 90 млн человек, около 60 % населения. Годовой экономический ущерб от опасных природных процессов может достигать 1,5...2 % ВВП РФ, что составляет 675...900 млрд руб. Это ведет к росту негативных экономических последствий ЧСПТ, масштабы которых устойчиво превышают темпы роста ВВП [1].

Иркутская область — важный регион Сибири и РФ. Основные положения государственной политики в отношении сибирских регионов изложены в Распоряжении Правительства РФ от 05.07.2010 г. № 1120-р "Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Сибири до 2020 года". В 2014 г. вопросы развития Сибири получили дополнительный стимул в обстановке введения рядом западных государств экономических санкций в отношении РФ. Был разработан комплекс мер по выходу из этой сложной экономической ситуации, которые прописаны в новой внешнеэкономической стратегии России в Постановлении Правительства РФ от 15.04.2014 г., № 330 о реализации государственной программы "Развитие внешнеэкономической деятельности". Новая стратегия РФ основана на первоочередном развитии сибирских и дальневосточных регионов, чему предписано Постановление Правительства от 15.04.2014 г. № 308 "Об утверждении государственной программы "Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона".

В Иркутске 12.10.2015 г. Полномочный представитель Президента в Сибирском федеральном округе Николай Рогожкин провел заседание Координационного совета по развитию Байкальского региона. Он отметил, что в 2015 г. принят ряд стратегических решений в деле борьбы со стихийными бедствиями и катастрофами. Главы субъектов РФ по Байкальскому региону вошли в состав специальной Правительственной комиссии, которая внесла изменения в правовые документы с целью включения сибирских территорий в государственные программы, проведен отбор инвестиционных проектов для финансирования из федерального бюджета.

В Иркутской области опасные природные процессы, стихийные бедствия, способные негативно



повлиять на хозяйственную деятельность, еще не приняли столь угрожающих очертаний. Но они распространены по территории крайне неравномерно, обладают высокой степенью активности, а меры по ликвидации их последствий дорогостоящие.

Все сказанное выше определяет высокую актуальность изучения опасных природных процессов. Поэтому принимаются меры по предварительному анализу наиболее опасных природных процессов и явлений, которые могут способствовать возникновению ЧСПТ, поставить под угрозу безопасность жизнедеятельности населения Иркутской области.

Геолого-геоморфологические опасные процессы

Сейсмическая опасность Иркутской области обусловлена рядом причин, но прежде всего расположением ее южных и юго-восточных районов в зоне геодинамически активной Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). В пририфтовой части, граница которой вплотную подходит к г. Иркутску, уровень сейсмической опасности очень высокий, что отражено в основных ее показателях: возможная интенсивность землетрясений — 9 баллов при вероятности превышения интенсивности в течение 50 лет — 10 %; ускорение колебаний грунта — 400...900 см/см²; скорость колебаний грунта — 55...180 см/с; амплитуда колебаний грунта — 20...80 см; площадь одновременных сотрясений — от 0,1 до 8...20 км²; остаточные деформации — 50...150 см. Индивидуальный сейсмический риск для крупных городов Южного Прибайкалья составляет $10 \cdot 10^{-5}$... $20 \cdot 10^{-5}$ чел./чел.·год [2].

В исторический период наиболее разрушительными были Южно-Байкальское землетрясение (1742 г., $M = 7,7$, $I = 10$ баллов), которое сильно повредило Соборную и Спасскую церкви в Иркутске, здания вице-губернатора, Иркутской провинциальной канцелярии, в домах горожан рассыпались печи и трубы.

Эпицентр мощного Цаганского землетрясения (1862 г., $M = 7,7$, $I = 10$ баллов) находился на территории нынешней Республики Бурятия, но сейсмические потрясения оказали влияние и на Иркутскую область.

Байкальское землетрясение (1903 г., $M = 6,7$, $I = 8$...9 баллов) произошло на южном Байкале и толчки с силой до 6 баллов отмечались в г. Иркутске; в жилых зданиях, печах и трубах, в здании Казанского собора, стенах каменных заборов Горного училища и Гимназии, домов Публичной Библиотеки, Государственного Банка и Женской гимназии образовались широкие до 3...4 мм трещины, повсеместно замечено качание стен и пола в зданиях.

В ходе Муйского землетрясения (1957 г., $M = 7,7$, $I = 10$ баллов) зона сотрясений превышала 2 млн км², а механические смещения грунтов наблюдались на площади более 50 тыс. км². В результате

Среднебайкальского землетрясения (1959 г., $M = 6,9$, $I = 9$ баллов) в средней части котловины оз. Байкал дно опустилось на 15...20 м; наибольший ущерб нанесен населенным пунктам на юго-восточном берегу Байкала; в Иркутске интенсивность сейсмopotрясений колебалась от 5 до 7 баллов [1].

Последним из крупных было Култукское землетрясение (27 августа 2008 г., $M = 6,1$, $I = 8,5$...9 баллов), в южной части оз. Байкал в 30 км северо-восточнее г. Байкальска. В Иркутске его интенсивность составила 6 баллов. Всего в 7 населенных пунктах было повреждено около 2300 жилых домов, производственных и общественных зданий.

Большую опасность для Иркутской области представляют снежные лавины во всех высокогорных районах — хребты Восточный Саян, Хамар-Дабан, Байкальский, Аkitканский и др. Наиболее лавиноопасные участки расположены в верховьях рек Тагул, Уда, Ия, Ока, Белая, Иркут, Лена. Серьезную лавинную опасность представляют макросклоны отдельных хребтов — Тагульский, Бирюсинский, Шитский, Кропоткинский, Тункинские гольцы, Аkitканский, Северо-Муйский, Кодар, Байкало-Патомского нагорья. Объем наиболее крупных лавин достигает 100 тыс. м³, а число лавинных очагов на 1 пог. км долин — 1...5 и более [3].

Селевая опасность Иркутской области связана в основном с дождевыми и паводковыми селями. Так, в 1927 г. селевые паводки на реках южного Байкала на 14 дней остановили железнодорожное сообщение на Транссибирской магистрали. В 1932, 1934, 1938, 1960 гг. селевые потоки снесли часть домов и произвели другие разрушения в г. Слюдянке. В Восточном Саяне развиты русловые водокаменные сели объемом 300...600 тыс. м³; повторяемость составляет: крупных — 1/16...30 лет, мелких — 1/4...8 лет. На Хамар-Дабане господствуют ливневые сели; единовременный вынос обломочных масс достигает 300...500 тыс. м³. Наиболее селопасным районом является юго-западная оконечность Байкала, где в узкой прибрежной полосе проходят крупные транспортные артерии, линии электропередачи, расположены города, рекреационные центры. Для них наибольшую опасность представляют грязекаменные потоки плотностью в 1600...2500 кг/м³ и наносоводные сели плотностью около 1600 кг/м³. Например, в результате массового схода селей в 1962 и 1971 гг. в оз. Байкал было вынесено, соответственно, более 3 и 5...8 млн м³ обломочного материала [4].

В 1941 г. селевые потоки серьезно повредили трассу Кругобайкальской железной дороги, которая в те годы была основной транспортной артерией в восточные районы СССР. В 1971 г. селем нанесен ущерб в 80 млрд руб. в ценах того времени; семь дней не работал Транссиб, 20 километров путей было смыто в Байкал, повреждено несколько мостов, размыто полотно автодороги Иркутск—Улан-Удэ, порвана линия кабельной связи. Большую опасность представляют сели и для трассы БАМ в пределах Байкальского, Аkitканского и Северо-Муйского хребтов, отдельных

участков Станового нагорья, хребта Кодар. Развитию селей способствуют сильные землетрясения, выступая как спусковой механизм. В речных бассейнах площадью до 10 км² формируются грязекаменные, водокаменные и водоснежные сели объемом в десятки тыс. м³ с повторяемостью 1/3...6 лет. В речных бассейнах площадью до 60 км² формируются водокаменные сели с объемом выноса до 100...300 тыс. м³ с повторяемостью 1/18 лет. Для наиболее крупных бассейнов характерны селевые паводки. Частой причиной селей являются сплывы [5].

Оползневые процессы наиболее опасны в центральных районах Иркутской области, в Приангарье. Небольшие, но высокоподвижные оползни характерны для склонов долин рек Ангары, Лены, Оки, Илима и др. Подверженность берегов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС оползневым деформациям достаточно велика. В целом они не оказывают серьезного негативного воздействия на объекты народного хозяйства, хотя пораженность Приангарья оползнями составляет 10...25 % при средней пораженности всей Иркутской области 1...3 %. Развитие мелких оползней отмечается на склонах юго-восточного Прибайкалья и на северо-западном берегу острова Ольхон. Наибольшую опасность оползни представляют для Транссибирской ж/д магистрали на южном побережье Байкала.

Опасные просадочные процессы в центральных и южных районах Иркутской области создают специфический "бугристо-западинный" микрорельеф, приуроченный к суглинкам мощностью 2...5 м. Степень опасности можно определить как умеренную с основными динамическими показателями: величина просадки при природном давлении — 5...20 см, при дополнительных нагрузках от сооружений — до 30 см; пораженность территории 30...40 %; площадь одновременного проявления просадок — до 0,25 км²; объем единовременных деформаций — до 0,25 тыс. м³; продолжительность просадки — 0,2...0,3 лет; продолжительность послепросадочных деформаций — 1...10 лет; максимальная скорость просадок — менее 0,1 см/сут. Создание Ангарских водохранилищ привело к активизации суффозии по грунтам, заполняющим карстовые полости и каналы транзита подземных вод. Особенно опасны просадочные процессы для городов. В Иркутске толщина лессовых, податливых к просадкам пород варьирует от 1...3 до 20 м, и в целом лессовые грунты занимают 20 % территории города. Из них районы сплошного залегания составляют 46,6 %, островно-го — 53,4 % [2].

Опасный карст развит в степном и лесостепном Приангарье и представлен воронками, диаметр и глубина которых достигают десятков метров. Сульфатный карст наблюдается по берегу Иркутского водохранилища в полосе шириной 4...6 км. Сульфатно-карбонатный карст получил широкое распространение в Нукутском и Осинском районах. На побережье Братского водохранилища в период его заполнения

в 700-метровой береговой полосе сформировалось до 200 провалов диаметром 2...10 м. Сегодня полоса опасных карстовых процессов достигает 6 км, а размеры воронок — 60 м в поперечнике и до 25 м в глубину. Имеются локальные очаги карста на Байкало-Патомском нагорье и в Предаянье. Крупный карстовый массив расположен на Приморском хребте и Онетской возвышенности, что препятствует хозяйственному освоению района. Пораженность территории карстом составляет более 25 %, а скорость карстовой денудации достигает 5 м³/м² в год. Диаметр карстовых форм в среднем 30 м, но может достигать 100 м. Вероятность провалов на отдельных участках составляет 1/1 км² за 10 лет. В 1994 г. в Приольхонье карстовый провал образовал озеро размером 250×180 м. При этом под воду ушел 300-метровый участок автодороги регионального значения пос. Еланцы — пос. МРС и пришлось построить объезд протяженностью около 13 км [6].

Высока опасность развития криогенных процессов. Солифлюкцией охвачены таежные районы Иркутской области с медленным протаиванием грунтов, подстилаемых длительно-сезонной и многолетней мерзлотой. Длина солифлюкционных террас составляет 20...40 м, ширина — 10...20 м. Пучение грунтов проявляется в средней и южной частях области на глинистых породах. В бассейнах Ангары и Лены пучение достигает 50 см и выражено формированием сезонных и многолетних бугров высотой 0,7...2,5 м и диаметром 4...5 м в долинах небольших рек, у подножия склонов, на заболоченных участках, в обсыхающих озерных котловинах. Крупные бугры пучения высотой до 3 м и диаметром до 60 м встречаются в местах развития многолетнемерзлых пород на плоских заболоченных водоразделах Приангарья, междуречья Лены и Киренги. Высокую опасность представляют наледи. Из них речные составляют 50...75 % общего числа, а ключевые — 15...20 %, остальное приходится на грунтовые наледи. Наиболее крупные формируются в руслах и днищах долин рек Витима, Мамы, Бол. Чуи, Бол. Патома. Интенсивное наледеобразование фиксируется в пос. Култук и Кутулик, г. Черемхово. Морозобойное выветривание распространено в Ангаро-Ленском районе, где образуются каменные россыпи, осыпи, курумы. Этот процесс формирует своеобразный полигональный рельеф с размером полигонов от 0,6 до 3 м. Проявления опасных термокарстовых процессов типичны для долин рек Киренга, Куты, Илим, Кудино-Ленского междуречья. Они образуют воронки, просадочные формы, овальные или округлые болотца диаметром 4...12 м и глубиной 0,7...1,5 м [7].

Большую опасность для промышленных объектов, сельхозземель и населенных пунктов представляют процессы разрушения берегов водохранилищ. Протяженность размываемых берегов Братского водохранилища составляет более 2200 км, а ширина — 200 м и более. Наиболее сильная переработка берега произошла в 1961—1967 гг. в районе пос. Артурмей,



где в течение 2 лет берег отступил на 1,1 км, что потребовало переноса поселка на новое место. На Усть-Илимском водохранилище интенсивность размыва меньше, поскольку берега сложены в основном полускальными и скальными породами; протяженность размываемых берегов около 700 км. Протяженность абразионных берегов Иркутского водохранилища составляет 134 км, но они динамически неустойчивы. В первые годы размыву подвергались в основном склоны до 4°, в 1978—1982 гг. абразия на короткий срок прекратилась, но в дальнейшем возобновилась с размывом берегов уже с уклоном 2° со скоростью на некоторых участках до 3...7 м/год. Ширина полосы размыва составляет до 100 м. Серьезную опасность это представляет для г. Иркутска в микрорайоне Солнечный, где в зону негативного воздействия попадает 10 га застроенной территории, две школы, 600 м городской автодороги. Вероятный ущерб от размыва берега составляет около 235 млн руб. Поэтому в 2015 г. начались работы по укреплению берега в черте города на участке протяженностью около 1,5 км [8].

Гидрометеорологические опасные процессы

Опасность наводнений и паводков высока для 222 населенных пунктов Иркутской области, в том числе крупных городов Тулун, Киренск, Нижнеудинск, Иркутск, Усть-Кут, Черемхово, Зима, Ангарск и др. Периодически затопляются сельхозугодья площадью 350 км². В зоне прямого затопления проживают около 55 тыс. человек. Общая площадь периодически затопляемых пойменных массивов превышает 25 000 км² и составляет около 4 % от всей площади Иркутской области. Неконтролируемое развитие этих процессов приводит к разрушению гидротехнических сооружений. Так, 17 мая 2006 г. при высоком половодье на реке Вихоревка была прорвана защитная дамба, в результате чего в с. Кузнецовка подтоплено 20 жилых домов. В верхних бьефах Ангарского каскада ГЭС бывают случаи подъема уровня воды выше нормального подпорного горизонта, что служит причиной затопления пониженных участков. В то же время сброс через плотину лишнего объема воды, во избежание затопления в верхнем бьефе, приводит (и это было в Иркутске в 1995 г.) к подтоплению объектов нижнего бьефа. Особую опасность представляют прорывные наводнения при повреждении гидроузлов и формировании в нижних бьефах волн прорыва с огромными объемами и скоростью движения до 150 км/ч [2, 9].

Большую опасность представляют наводнения в период весеннего вскрытия льда и ледохода на реках, вызванные заторами ледяных масс. Катастрофическое половодье на реках Лена, Нижняя Тунгуска, Туманшет, Непа случилось в мае 2001 г. В зоне затопления оказалось 2965 жилых домов с населением 23 тыс. человек; г. Киренск был затоплен на 80 %,

повреждено 1323 дома, электростанция, 1 человек погиб, пострадало 16 тыс. человек, эвакуировано 565 человек, сильно пострадал аэропорт. Материальный ущерб составил 49 млн руб. По районам ущерб был очень велик: Мамско-Чуйский — затоплен пос. Горная Чуя; Катангский — затоплены все поселки вдоль Нижней Тунгуски; Усть-Кутский — пострадала часть г. Усть-Кута и поселки на реке Лене; Жигаловский — подтоплено 250 домов, сильно повреждена дорожная сеть, 12 мостов, эвакуировано 330 человек [5].

Катастрофическое наводнение в результате ледяного затора произошло на р. Бирюсе 30 апреля 2005 г. Полностью накрыт льдом и разрушен пос. Патриха, погибло 3 человека, размыты все автодороги, разрушены мосты через малые реки. Восстановление поселка оказалось невозможным, более 200 жителей были переселены в пос. Сереброво в 18 км от зоны бедствия. В мае 2010 г. по реке Ия в результате наводнения из-за резкого таяния снега в горах Восточного Саяна около 700 человек в прибрежных поселках Павловка, Усть-Кульск, Ангуй, Ангуйский оказались отрезанными от наземного сообщения, разрушены автодороги и мост через р. Илир.

Наибольшая опасность наводнений в результате заторов характерна для р. Нижняя Тунгуска, где период ледостава в связи с продолжительной и холодной зимой составляет 200...215 дней. Вскрытие льда происходит обычно в начале или середине мая, ледоход продолжается 3...10 дней. Наплывающие с юга льдины встречают на своем пути преграду в виде ледового покрова и взламывают его. Чрезмерное скопление льда образует заторы, вызывающие быстрое повышение уровня воды на реках (до 6...8 м и более). По данным среднесезонных наблюдений подъемы весеннего уровня воды на р. Нижняя Тунгуска могут достигать 20...33 м, что является абсолютным максимумом для рек РФ. Особенно опасны участки сужения русла, крутых излучин, лимитирующих перекатов, распространения островов. В среднем на реках области образуется 54 затора в год.

Большой ущерб наносят летние паводки. Так, летом 1971 г. на реках Иркутской области было затоплено 33 поселка, пострадало 82 предприятия, около 700 км автодорог. Наводнение в июле 1984 г. в бассейне реки Ии привело к затоплению 12 поселков, трети площади г. Тулуна, 5,5 тыс. га пастбищ, 800 га посевов. Паводок в июле 1996 г. на реке Уда на 60 % затопил г. Нижнеудинск, 18 поселков, повредил 14 мостов, водозаборные сооружения; площадь затопления составила 23 км². Катастрофическим был паводок в июле 2001 г. по рекам Китой, Белая, Ока, Иркут, Ия, Солзан, Утулик, Снежная. В зоне затопления оказалось 9 районов, 63 населенных пункта, 3858 жилых домов, садовые участки, зоны отдыха, 34 тыс. га сельхозугодий. Больше всего пострадали южные, аграрно-развитые районы. Повреждено 408 км авто- и 100 км железных дорог, 63 моста, 35 км линий электропередачи, разрушены 52 опоры

ЛЭП, остановлена работа 8 предприятий, погибло 11 человек. Ущерб — 1 млрд руб. в ценах 2001 г [2, 5].

Опасное изменение уровня грунтовых вод характерно для городов Иркутск, Братск, Зима и др. Оно часто инициируется карстовыми процессами, приводящими к формированию воронок и провалов. На промышленно развитом северо-западе области в Предсаянье в результате аномально высокого изменения уровня грунтовых вод возможно нарушение динамического равновесия оползневых склонов и формирование новых оползней, а также просадки поверхности на лессовых и других дисперсных грунтах. На юге области в результате подтопления грунтов активизируются термокарстовые провалы, термопросадки, солифлюкция [10, 11].

Для городов опасны снежные циклоны и шквалистые ветры. Так, 6 ноября 2002 г. в Иркутске в результате снежного циклона с сильным ветром 1 человек погиб и 5 госпитализированы; стихия стала причиной 44 дорожно-транспортных происшествий. На юге Иркутской области 16 июля 2004 г. с прохождением холодного атмосферного фронта наблюдалось усиление ветра до 33 м/с, сопровождавшееся пыльными бурями, грозами, ливнями. В городах повалены деревья, некоторые вырваны с корнем и отброшены на десятки метров, повреждены крыши домов, оборваны провода, погибло 8 человек. Ущерб составил 1 млрд руб. В Иркутске из-за короткого замыкания сгорела автостоянка с автомобилями на ул. Лыткина, на ул. Александра Невского на строящийся дом упал кран, на р. Ангара уплыл понтонный мост, во многих домах выбиты стекла. Шквальный ветер и снежный циклон 2 мая 2011 г. оставили без электроснабжения 40 населенных пунктов в девяти районах области и часть г. Иркутска. В г. Зима 25 июня 2015 г. выпал град размером с перепелиное яйцо, повредил посевы, сильный ветер поломал деревья, линии электропередачи.

По агроклиматическим условиям Иркутская область относится к зоне рискованного земледелия. В 1982 г. от позднеосенних заморозков пострадало около 232 тыс. га сельхозкультур, а в 1992 г. раннеосенними заморозками были повреждены посевы на площади 371 тыс. га, из которых около 300 тыс. га составляли зерновые и зернобобовые. В холодные годы в отдельных районах заморозки возможны и в середине лета.

Вероятность засух составляет 1/10 лет. В 2003 г. на территории Усть-Ордынского бурятского округа в результате засухи произошло иссушение пахотного слоя и гибель сельхозкультур на площади 80 тыс. га; ущерб составил 170 млн руб. Режим ЧС в связи с засухой был объявлен во всех районах Иркутской области. Подобной засухи не было с 1949 г. Общеобластной ущерб составил 410 млн руб., выгорели посевы на одной трети площадей. В июле 2015 г. 12 районов Иркутской области объявили ЧС в связи с потерями сельских товаропроизводителей из-за засухи. Количество осадков составило не более 30 %

от нормы. Засуха сопровождалась суховеями, которыми были выжжены выпасы и однолетние травы, посеянные для обеспечения кормами сельскохозяйственных животных. Больше всего пострадали Усть-Ордынский округ, Усольский, Черемховский, Балаганский, Качугский и другие районы Иркутской области.

Биолого-социальные опасные процессы

Опасность природных пожаров в Иркутской области чрезвычайно высока. Аномальной горимости подвержены как крупные лесные массивы, так и районы развития мощных торфяников в долинах рек. Крупные пожары возникают периодически раз в 3...5 лет, а небольшие — ежегодно. Среди последних особо опасных можно отметить пожары 2006, 2011, 2015 и 2016 гг. Средняя площадь одного пожара составляет 104,1 га. Торфяные пожары возникают, развиваются и продолжают порой по несколько месяцев ввиду их несвоевременного обнаружения, большой заторфованности в южных районах области, недостатка сил и средств для оперативного мониторинга и по ряду других причин.

Для городов большую опасность представляют лесные пожары, вызванные шквалистыми ветрами. Так, май 1990 г. в южных районах Восточной Сибири выдался засушливым и знойным. Уже к середине месяца температура воздуха в г. Братске достигла +24 °С, а в Иркутске и Ангарске +36 °С. К 15 мая на территории Иркутской области отмечалось свыше 1200 очагов возгорания лесов, охвативших около 200 тыс. га лесной территории. Во многих местах пожары вплотную приблизились к населенным пунктам. 16 мая по территории области прошел атмосферный фронт, вызвавший штормовой ветер, достигший в отдельных районах ураганной силы (35...40 м/с).

На объектах экономики и в жилом секторе были отмечены серьезные разрушения, возникли массовые пожары в результате перехода с леса на деревянные постройки, постоянно горящих свалок, сжигаемой травы и мусора, разлета искр из труб котельных и печей, коротких замыканий от перехлестнувших или оборванных шквальным ветром линий электропередачи. Пожары возникли в восьми городах и 37 населенных пунктах, наиболее сильно пострадали города Ангарск и Братск. Огнем уничтожено 723 жилых дома, 1123 дачных домика, шесть складов, база горюче-смазочных материалов, пять магазинов, три гаража, два детских сада, школа, погибло 27 человек. Из-за урагана и пожара на шести предприятиях энергосистемы произошло 200 отключений подстанций с их частичным или полным повреждением, оборваны провода на 24 линиях, произошли схлестки проводов на 31 линии, сгорели 255 деревянных опор, поваленными оказались 59 опор. Выведено из строя 206 км воздушных линий связи, 27 км кабельных линий, 10 усилителей проводного



вещания, три транслятора, сгорели почтовое отделение, автоматическая телефонная станция.

Полностью уничтоженными оказались зерновые культуры на площади 165 тыс. га, посевы рапса — на 1,4 тыс. га, овощные культуры — на 14 тыс. га. Погибло 300 голов крупного рогатого скота, большое количество овец, свиней, птицы. Огнем были уничтожены жилые, производственные и административные постройки, в том числе семь телятников, две конюшни, фуражный склад. Общий ущерб от стихийного бедствия превысил 150 млн руб. в ценах 1990 г. [2, 5].

Наиболее опасными природно-очаговыми инфекциями являются заболевания, переносимые иксодовыми клещами: энцефалит, болезнь Лайма, лихорадка Ку, туляремия. В последние годы регулярно регистрируется более 350 случаев клещевого энцефалита и 300 случаев — болезни Лайма. Для сравнения в 1977 г. было зарегистрировано четыре случая. Очаги клещевого энцефалита приближаются к городам. В окрестностях Иркутска и Ангарска вирус энцефалита обнаружен у 21 % клещей, в окрестностях Шелехова — у 25 %, в лесных массивах Иркутска — у 30,6 % клещей. На случаи со смертельным исходом приходится 3 % от количества укушенных, столько же — со стойкими параличами. В эпидемический сезон 2015 г. зарегистрировано 14 595 обращений по поводу укуса клещей. Зарегистрировано случаев заболевания клещевым энцефалитом за сезон — 68, боррелиозом — 50, клещевым риккетсиозом — 25. В городах Иркутской области регулярно проводятся мероприятия по борьбе с распространением иксодовых клещей.

Повышенная опасность инфекционных заболеваний отмечается для сельскохозяйственных животных. Так, среднемноголетние показатели повторяемости таких заболеваний составляют: бешенство — 5...20 в год; лейкоз — 36...100; бруцеллез — 1...10; туберкулез — 151...400 в год; ящур — ниже среднего показателя по РФ; чума свиней, грипп птиц, сибирская язва — показатели не существенны. В течение 2004—2011 гг. показатель заболеваемости сальмонеллезом крупного рогатого скота (КРС) составил $5,2 \pm 1,2$ ‰, свиней — $4,7 \pm 1,4$ ‰. Напряженность эпизоотической обстановки по сальмонеллезу характеризовалась высокими индексами, а наибольший подъем заболеваемости КРС отмечался в 2007 г. (9,4 ‰), свиней — в 2004 г. (10,5 ‰).

Наиболее высокий уровень больных бруцеллезом животных (по серологическим тестам) установлен в Аларском, Нукутском, Балаганском, Усть-Удинском, Боханском, Осинском районах, что связано с увеличением поголовья овец. Наибольший показатель заболеваемости бруцеллезом людей также приходится на население этих же районов.

Заболеваемость КРС эндемическим зобом составляет около 30 % от всего стада и характеризуется латентным течением с периодическими

вспышками энзоотии с уровнем летальности телят до 60 %.

Доминирующее положение занимают заболевания пищеварительного тракта. Так, в 2014 г. экстенсивность инвазии по стронгилятозам составила среди КРС — 35,4 %, мелкого рогатого скота — 46,3 %. За пастбищный сезон прирост массы тела телят уменьшился на 20...50 кг, овец — на 3...4 кг. Удельные величины ущерба составили, соответственно, 2800 и 541 руб. на голову (см. сайт vetlab38.ru).

Аномальным было нашествие саранчовых в 1999 г., когда в области пострадало несколько сотен тысяч гектаров сельхозугодий. В июне 2001 г. в девяти районах области больше половины гектаров пашни было поражено саранчой. Численность насекомых превышала критическую отметку в сотни раз. Распространение саранчи продолжалось даже после обработки полей специальными ядохимикатами. Отмечаются вспышки распространения лугового мотылька, в среднем более 0,6 случаев в год. Высока вероятность поражения посевов злаковых культур гельминтоспориозом — 0,1...0,4 в год; снежной плесенью — около 0,1; спорыньей — 0,1; ржавчинными болезнями — 0,1...0,4; фузариозом — менее 0,1 в год [12].

Борьба с опасными природными процессами

Для борьбы с опасными природными процессами, профилактики и ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф Иркутская область включена в единую систему МЧС России. Регистрация ЧСПТ производится посредством накопления данных о наиболее крупных активизированных и/или вновь образованных опасных природных процессах путем режимных наблюдений и при целевых обследованиях территорий и хозяйственных объектов, подвергшихся воздействию опасных природных процессов. Типизация и учет негативных воздействий на население и хозяйство ведется по анализу ЧС всех уровней — от федерального до муниципального. При этом учитываются все факторы активизации и возникновения опасных природных процессов, последствия их воздействий, материальный ущерб.

В 2011 г. между МЧС России и Администрацией Иркутской области заключено типовое соглашение о передаче части полномочий в решении вопросов защиты населения, территории, жилых и производственных объектов от ЧС, действие которого будет продолжаться до 31.12.2016 г. На его основе Администрация области передала территориальным органам МЧС следующие свои полномочия: 1) подготовка и содержание в надлежащей готовности необходимых сил и средств для защиты населения и территории от ЧС природного и природно-техногенного характера; 2) организацию обучения населения способам защиты и действиям в ЧС; 3) участие в эвакуационных мероприятиях; 4) сбор и обмен информацией для

защиты населения и территории от ЧС; 5) оповещение и информирование населения об угрозе или о возникновении ЧС; 6) создание резервов материальных ресурсов для профилактики и ликвидации ЧС; 7) содействие устойчивому функционированию предприятий в ЧС; 8) организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ; 9) организация тушения пожаров силами Государственной противопожарной службы.

Государственным полномочным органом, ответственным за защиту населения, территорий и хозяйственных объектов от опасных природных процессов является Главное управление МЧС России по Иркутской области. В его задачи по Постановлению Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 300 о реализации государственной программы МЧС России "Защита населения и территорий от ЧС, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах" входят:

1) повышение уровня безопасности жизнедеятельности, защищенности населения и территорий от ЧС;

2) повышение эффективности деятельности органов управления и сил гражданской обороны;

3) сокращение отставания существующих возможностей гражданской обороны от реальных угроз и опасностей;

4) эффективное использование бюджетов различного уровня и хозяйствующих субъектов для решения приоритетных задач по защите населения и территорий в ЧС;

5) создание системы комплексной безопасности межрегионального, регионального и объектового уровней;

6) совершенствование системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, телекоммуникационной инфраструктуры, системы мониторинга и прогнозирования;

7) обеспечение разработки и реализации мер по повышению эффективности защиты населения, территорий и объектов при реализации крупных экономических и инфраструктурных проектов с учетом специфики природно-климатических условий и ресурсов Иркутской области;

8) повышение промышленной безопасности объектов.

Основное направление деятельности других региональных и отраслевых органов координации и управления согласовано в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Это направление реализует комплекс мер, ориентированных на прогноз и предупреждение ЧС, смягчение их последствий, создание условий, обеспечивающих приемлемые уровни риска природопользования. Для определения потенциальных природных опасностей формируются количественные показатели, позволяющие выполнить сравнительный анализ состояния защиты населения и территорий Иркутской области.

Накопление данных производится на основе мониторинга в пунктах государственной и отраслевой наблюдательной сети, при оперативных и дежурных изысканиях территорий. Наблюдательная сеть охватывает все районы Иркутской области. В ее рамках используется определенное число приоритетных объектов мониторинга с разработкой индивидуальных программ наблюдений и контроля. Прогноз опасных природных процессов осуществляется в краткосрочном режиме и составляется на предстоящий год и сезоны года с повышенной вероятностью их развития с использованием метода экспертных оценок на основе анализа результатов многолетних мониторинговых наблюдений.

В целом по области краткосрочное прогнозирование опасных природных процессов осуществляется на основе обобщения прогнозных заключений локального, муниципального и субрегионального уровня. Данные о результатах мониторинга передаются в федеральные органы МЧС России, размещаются на спецсайте, в том числе административно-территориальных органов, научных учреждений, в Ежегодных докладах о состоянии окружающей природной среды и экологической обстановке в Иркутской области.

Заключение

Опасные природные процессы широко развиты в Иркутской области. Наибольший урон наносят наводнения и паводки, лесные и торфяные пожары, шквалистые ветры, землетрясения, засухи. Они не только разрушают производственные объекты, ведут к травматизму и гибели людей, прерывают производительные циклы, но и создают ситуации эмоциональной напряженности и паники среди населения, неуверенности в эффективности инвестиций и капитальных вложений, снижают уровень безопасности.

В Администрации и Правительстве Иркутской области, ГУ, ведомственных организациях, бизнес-структурах обеспеченность силами и средствами для ликвидации ЧСПТ находится сегодня на достаточно высоком уровне, а меры борьбы со стихийными бедствиями и катастрофами — достаточно эффективны. Жилой сектор, общественные и производственные здания, сооружения и конструкции, коммуникации в целом выдерживают нагрузки, что говорит о качестве строительства и надежности производственно-профилактических мероприятий на объектах.

Однако осуществляемые официальными органами мероприятия по профилактике и прогнозу опасных природных процессов пока не являются достаточными. А ведь именно превентивные меры в первую очередь обеспечивают безопасность жизнедеятельности населения, позволяют избежать травматизма и смертности, большого материального ущерба в результате стихийных бедствий и катастроф. Эти меры должны разрабатываться не



только на основе регламентированных стандартов — СНИП, ГОСТ и др., которые иногда отстают от текущего положения вещей в части обеспечения безопасности, но и на основе специальных научных рекомендаций с привлечением регионального, российского и зарубежного научного потенциала, новых методик картирования опасных природных процессов и оценки риска природопользования. Это является перспективным и многообещающим направлением развития в Иркутской области.

Список литературы

1. **Анализ**, прогноз и управление природными рисками в современном мире (ГЕОРИСК — 2015) // Материалы 9-й международной научно-практической конференции. Отв. ред. В. И. Осипов. — М.: Изд-во РУДН, 2015. — Т. 1. — 582 с. Т. 2. — 550 с.
2. **Атлас** природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация. — М.: Феория, 2011. — 720 с.

3. **Лапердин В. К., Качура Р. А.** Геодинамика опасных процессов в зонах природно-техногенных комплексов Восточной Сибири. — Иркутск: Изд-во Института земной коры СО РАН, 2010. — 312 с.
4. **Макаров С. А.** Сели Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2012. — 111 с.
5. **Атлас** природных катастроф и явлений в Сибири. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. — 108 с.
6. **Природные ресурсы**, хозяйство и население Байкальского региона. Серия из 100 карт. CD-диск. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2009.
7. **Кузьмин С. Б.** Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования. — Новосибирск: Изд-во "ГЕО", 2009. — 195 с.
8. **Иркутская область: экологические условия развития.** Атлас. — М.: Роскартография, 2004. — 94 с.
9. **Экологический атлас** бассейна оз. Байкал. — Иркутск—Улан-Батор—Улан-Удэ: Изд-во Института географии СО РАН, 2015. — 125 с.
10. **Байкаловедение:** в 2 книгах. — Новосибирск: Наука, 2012. Кн. 1 — 468 с. Кн. 2 — 644 с.
11. **География** Иркутской области. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2013. — 233 с.
12. **500-летняя хронология** аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии. — Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. — 383 с.

S. B. Kuzmin, Leading Research Scientist, e-mail: kuzmin@irigs.irk.ru, Institute of Geography mem. V. B. Sotchava SB RAS, Irkutsk,

Natural Disasters of Irkutsk Region

The article deals with the most dangerous natural processes of the Irkutsk Region: geological and geomorphological, hydrological-meteorological, biological-social. The main areas of distribution, as well as some dynamic parameters: the area of defeat, character, strength, speed, and others have been presented. Government authorities responsible for the forecast, prevention and elimination of consequences of natural disasters, their goals and objectives, the main activities had shown. The conclusion is that emergencies of natural and man-made natural character should be kept under scrutiny all the administrative structures.

Keywords: natural disasters, forecasting and prevention of emergencies, Irkutsk Region

References

1. **Анализ**, прогноз и управление природными рисками в современном мире (ГЕОРИСК — 2015). Материалы 9-й международной научно-практической конференции. Отв. ред. В. И. Осипов. Moscow: Izdatel'stvo RUDN, 2015. V. 1. 582 p. V. 2. 550 p.
2. **Атлас** природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Rossijskaja Federacija. Moscow: Feorija, 2011. 720 p.
3. **Laperdin V. K., Kachura R. A.** Geodinamika opasnyh processov v zonah prirodno-tehnogennyh kompleksov Vostochnoj Sibiri. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta Zemnoj Kory SO RAN, 2010. 312 p.
4. **Makarov S. A.** Seli Pribajkal'ja. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta Geografii SO RAN, 2012. 111 p.
5. **Атлас** природных катастроф и явлений в Сибири. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2009. 108 p.

6. **Природные ресурсы**, хозяйство и население Байкальского региона. Серия из 100 карт. CD-диск. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta Geografii SO RAN, 2009.
7. **Kuzmin S. B.** Opasnye geomorfologicheskie processy i risk prirodopol'zovanija. Novosibirsk: Izdatel'stvo "GEO", 2009. 195 p.
8. **Иркутская область: экологические условия развития.** Atlas. Moscow: Roskartografija, 2004. 94 p.
9. **Экологический атлас** бассейна оз. Байкал. Irkutsk—Улан-Батор—Улан-Удэ: Izdatel'stvo SO RAN, 2015. 125 p.
10. **Байкаловедение:** в 2 книгах. Novosibirsk: Nauka, 2012. Кн. 1 — 468 p. Кн. 2 — 644 p.
11. **География** Иркутской области. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta Geografii SO RAN, 2013. 233 p.
12. **500-летняя хронология** аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии. Irkutsk: Izdatel'stvo IrGTU, 2003. 383 p.

УДК 378

А. А. Строкин, канд. техн. наук, доц., e-mail: strokin.anatolij@yandex.ru,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

Опыт организации студенческих научных конференций на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана

Дан анализ опыта организации студенческой научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана, показано, что студенческая наука органично вписывается в образовательный и исследовательский процессы, что в свою очередь позволяет существенно повышать качество выпускаемых специалистов и при этом системно создавать научный и педагогический кафедральные резервы.

Существенной движущей силой этих процессов являются студенческие и молодежные научные конференции, регулярно проводимые на кафедре. Показана динамика развития таких конференций. Приведены некоторые организационные и методические аспекты работы по проведению кафедральных конференций за последние несколько лет, а также рассмотрены перспективы и особенности развития студенческой науки на кафедре и в МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Ключевые слова: студенческая научно-техническая конференция, научно-образовательный центр, творческая личность, специалист высшей квалификации, экологическая безопасность, промышленная безопасность, педагогический и научный резерв

В апреле 2016 г. на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана состоялась очередная студенческая научно-техническая конференция "Студенческая весна 2016". Роль студенческих научных конференций в развитии творческих способностей студентов и повышении качества получаемого образования неоднократно обсуждалась и ранее [1, 2]. Однако жизнь не стоит на месте — вес, значение и разнообразие студенческих научных работ за последние годы получили значительное развитие, приобретен новый опыт, поэтому анализ "студенческого научного процесса", обсуждение возможностей его дальнейшего развития по-прежнему являются актуальными для совершенствования самого процесса воспитания специалистов высшей квалификации.

Студенческая наука имеет в МГТУ им. Н. Э. Баумана глубокие корни. Ее официальным "днем рождения" принято считать далекий 1908 год, когда по инициативе великого русского ученого — Николая Егоровича Жуковского — был организован студенческий воздухоплавательный кружок, послуживший основой для развития разнообразных форм коллективной и индивидуальной работы студентов в области науки и техники и из которого вышли позднее выдающиеся

ученые и конструкторы российской авиационной и космической школы. В 1943 г. во время Великой Отечественной войны на базе уже нескольких студенческих научных коллективов в МГТУ им. Н. Э. Баумана (тогда МВТУ) создается первое в стране студенческое научно-техническое общество, которое с 1950 г. носит имя Н. Е. Жуковского. В годы войны студенты не только участвовали в конструкторских разработках вооружений для оборонной промышленности, но и стояли за станками, доводя индивидуальную и коллективную конструкторскую мысль до реальных изделий и оказывая существенную практическую помощь фронту [3].

В дальнейшем студенческое научное движение продолжало углубляться и распространяться на новые перспективные области науки. Стали проводиться вначале объединенные для всего вуза, а затем отдельные факультетские и кафедральные научно-технические студенческие конференции, обобщающие результаты проводимых студенческих научных и практических работ.

На кафедре "Экология и промышленная безопасность" студенческие конференции регулярно проводятся уже одиннадцать лет. Они проводились и раньше, но "строгую регулярность" приобрели, начиная с 2006 г. Более того, наиболее



интенсивные импульсы к своему развитию студенческая наука получает именно в последние годы. Так, если за период с 2006 по 2013 г. на кафедральных конференциях было представлено около 140 докладов, то только за последние три года их количество составило более 80 и это только на традиционной студенческой конференции "Студенческая весна", которая проводится в апреле месяце каждого года.

Кроме нее появилась и уже успешно состоялась еще одна регулярная конференция "Будущее машиностроения России", которая проводится также ежегодно в сентябре месяце. По итогам этой конференции издается сборник трудов [4], в котором широко представлены не только студенты (магистры и бакалавры), но и аспиранты, и преподаватели кафедры. Более того, в мае 2016 г. была проведена первая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов "Акустика среды обитания", на которой широко были представлены студенты и аспиранты многих вузов страны и которую также предполагается сделать регулярной. И эта конференция имеет сборник трудов [5].

Следует отметить, что акустическая школа на кафедре имеет давние традиции, ее основателем был выдающийся ученый Евгений Яковлевич Юдин, руководивший данной кафедрой с 1967 по 1975 г. В октябре 2014 г. на кафедре была проведена Международная акустическая конференция, посвященная 100-летию Е. Я. Юдина. Она собрала большую аудиторию. В трудах конференции нашли отражение научные работы молодых ученых и студентов кафедры [6].

Надо сказать, что эти кафедральные конференции и другие мероприятия организационного характера (конкурсы, выставки, олимпиады и т. д. — о некоторых из них речь пойдет ниже), успешно развиваются благодаря не только вниманию, которое уделяется студенческой науке непосредственно на кафедре, но и в значительной степени общеуниверситетской политике в этом вопросе.

В последние годы студенческая научно-практическая деятельность все более органично вписывается в многогранные образовательные и научные процессы вуза. Для регулирования этих процессов при "Управлении научных исследований" Университета создан общеуниверситетский отдел по координации научно-исследовательских работ со студентами, аспирантами и творческой молодежью (далее Отдел). Отдел существенно помогает факультетским и кафедральным студенческим научным коллективам в организации конференций, всероссийских олимпиад, в работе с творческой молодежью, поступающей в вуз, организации конкурсов на лучшую научно-исследовательскую

студенческую работу, опытный образец, установку, лабораторную работу и т. д.

Весьма важной оказывается помощь Отдела в публикации работ и тезисов докладов по итогам конференций, в том числе публикаций, обеспеченных индексами отечественных и зарубежных систем индексации, что весьма важно как для студентов, аспирантов, молодых ученых, так и для рейтинга вуза в целом.

Наиболее удобным и доступным для студента является электронный журнал "Молодежный научно-технический вестник" [7], учрежденный по предложению ректора А. А. Александрова в 2013 г., заменивший выпускаемый ранее бумажный носитель с тезисами докладов. Это значительно расширило возможности публикаций, причем публикуются уже полноценные статьи вместо ограниченных по объему тезисов. В этом журнале студент публикует свою работу по итогам конференции "Студенческая весна". При этом студент знакомится с редакционными требованиями к оформлению статей, растет интеллектуально, отрабатывает логику изложения своих мыслей и т. д. Опубликованная статья повышает статус бакалавра, поступающего в магистратуру, а магистрант обязан к моменту защиты диплома иметь научные публикации в соответствии со своей магистерской программой. У преподавателей (руководителей бакалавров и магистрантов) в учебных планах имеется соответствующая часовая нагрузка как за руководство научной работой студента, так и за наличие студенческих публикаций и их качество или за призовые места, получаемые студентом при участии в различных научно-практических конкурсах.

Повышению качества научно-исследовательской работы студентов значительно способствуют созданные за последние годы в университете научно-образовательные центры (НОЦ). Только перечисление некоторых из них само по себе уже весьма впечатляет, например, "Дом Физики" на факультете "Энергомашиностроение": "Ионно-плазменные технологии", "Криогеника". Важное место в развитии молодежной науки занимает Межотраслевой инжиниринговый центр "Композиты России". На его базе организован и с 13 апреля 2016 г. запущен новый проект для школьников — Центр молодежного инновационного творчества (ЦМИТ). Он дает возможность талантливым детям погрузиться в инженерную среду и приблизиться к желаемой профессии еще в школьные годы.

ЦМИТ — это более 10 курсов сроком около трех месяцев по химии и 3D- и Lego-моделированию. Этот центр позиционирует себя как "ступеньку" в университет, поэтому курс обучения тесно

связан и со школьной, и с вузовской программами и с любой инженерной специальностью. Это один из перспективных примеров организационной работы по развитию молодежной технической науки в МГТУ. Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что любой из НОЦ полностью соответствует своему названию и назначению. Они одновременно и научные, и образовательные, т. е. ориентированные на студентов, на их обязательное участие в реальном научном поиске с использованием современного оборудования.

При кафедре создан "Научно-учебный центр управления в кризисных ситуациях" (далее — Центр). Руководитель Центра — ректор МГТУ им. Н. Э. Баумана А. А. Александров. Работа Центра сопровождается тесным сотрудничеством с подразделениями МЧС, подготовкой кадров для МЧС, участием в конкурсах МЧС, углублением научных исследований по тематике МЧС. В свою очередь, это сотрудничество позволило существенно обновить лабораторную базу кафедры, создать современные учебные классы, повысить уровень компетенции преподавателей и студентов, а также открыть новые возможности по трудоустройству выпускников кафедры, что повысило мотивацию студента к более глубокому научному и образовательному труду, особенно в части самостоятельной составляющей работы.

Сотрудничество с МЧС в рамках Центра — это взаимопроникающий процесс. Уже, начиная с 2015 г., примерно третьей частью магистров кафедры руководят сотрудники научных подразделений МЧС. При обсуждении промежуточных и финальных результатов студенческих работ в рамках различных кафедральных мероприятий участвуют как сотрудники кафедры, так и сотрудники МЧС, в результате чего происходит взаимообогащение и улучшение качества образовательного и научного процесса. С другой стороны, студенты кафедры активно участвуют в конкурсах научных работ, организуемых МЧС. Так, в конкурсе МЧС прошлого года на лучшую студенческую научно-исследовательскую работу в области предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций первое призовое место заняла работа студентки О. А. Шаповал, отмечена была также работа студентки Г. С. Фроловой.

Студенческая научная работа тесно связана с соответствующими образовательными программами, осуществляемыми на кафедре. В настоящее время кафедра ведет обучение по укрупненной группе специальностей и направлений (УГСН) 20.00.00 "Техносферная безопасность и природообустройство". Реализуются четыре профиля подготовки бакалавров:

- Безопасность жизнедеятельности в технической сфере;
 - Инженерная защита окружающей среды;
 - Безопасность в чрезвычайных ситуациях;
 - Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;
- и три магистерские программы:
- Комплексное использование водных ресурсов;
 - Акустика среды обитания;
 - Анализ и управление техногенными природными рисками.

Естественно, что все эти образовательные направления находят свое отражение в студенческих научных работах, обсуждаемых на конференциях. Более того, если посмотреть тематику представляемых работ за последние годы, то можно обнаружить, что студенческие работы не только отражали, но и предвосхищали появление некоторых направлений. Так, доклады по нетрадиционным источникам энергии обсуждались на студенческих конференциях задолго до появления данного образовательного профиля на кафедре.

Это естественный процесс: появляется новая креативная идея, востребованная жизнью, рождаются первые работы, растет студент, растут преподаватели и открывается возможность и необходимость в осуществлении нового образовательного профиля. Этот процесс, безусловно, будет продолжаться и первым индикатором появления нового в значительной степени являются научные доклады на студенческих конференциях по новым для кафедры научным направлениям.

Так, за последние годы можно отметить студенческие работы на стыке двух научных школ кафедры: акустической и комплексному использованию водных ресурсов. Появились интересные установки, современное оборудование, позволяющее студентам проводить исследования виброакустических явлений для интенсификации процессов по очистке от загрязнений и контролю параметров водной среды.

Хотелось бы также несколько более подробно рассказать о прошедшей в апреле этого года студенческой кафедральной конференции "Студенческая весна 2016". Эта ежегодная конференция продолжает играть важнейшую роль среди прочих молодежных конференций, проводимых в вузе. Во-первых, она своя, кафедральная и не так "страшно" на ней выступать "начинающему", а участвовать в ней может любой студент — от первокурсника до магистра. Принимают в ней участие и аспиранты кафедры, демонстрируя свой "мастер-класс" доклада, что имеет обучающий эффект для студентов младших курсов. Кроме "широкого спектра поколений" студентов на этой



Пример позиций оценочного листа

№ пп	Фамилия И. О. докладчика	Актуальность темы доклада, новизна, практическая значимость	Самостоятельность и глубина проработки	Четкость изложения	Оформление презентации	Ответы на вопросы	Иное "плюс-минус"	Итого	Место в конкурсе
1									
2									

конференции представлены все научные и образовательные направления кафедры.

Конференция является открытой для студентов других кафедр и факультетов. Так, в конференции "Студенческая весна 2016" принял участие "десант" из 15 человек Калужского Филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана. Они унесли с собой два призовых места. Еще два призовых места получили студенты, обучающиеся на других кафедрах МГТУ им. Н. Э. Баумана, хотя, естественно выступали они по тематике "Техносферной безопасности". Часто эти студенты поступают затем в магистратуру и в аспирантуру университета. Следует также отметить, что особенностью конференции "Студенческая весна 2016" явилось большое количество заявленных докладчиков. В связи с чем было решено организовать две секции с двумя комиссиями по оценке докладов (работ) студентов.

Первая секция получила название "Моделирование, мониторинг и прогнозирование процессов в окружающей среде". В нее вошли доклады с большей "экологической и биологической направленностью"; работы, анализирующие и рассчитывающие риски появления опасных явлений и чрезвычайных ситуаций в природе и на производстве.

Вторая секция "Промышленная безопасность" включала в себя доклады с новыми конструктивными разработками машин и оборудования; с исследованиями физико-химических процессов, сопровождающих работу этого оборудования с целью повышения его эффективности при соблюдении требований экологической и промышленной безопасности.

Интересными были разработки лабораторных стендов для учебного процесса. Вообще, в обеих секциях большинство работ имело практическую направленность. Можно было увидеть не только слайды презентации доклада, но и, пройдя в лаборатории, убедиться в реальном существовании и функционировании опытного образца, лабораторной установки, измерительного тракта.

По итогам конференции в каждой секции предполагалось — одно первое место, а также по два вторых и по два третьих. Оценочные

листы включали в себя позиции, представленные в табл. 1.

Каждая позиция оценивалась в 5 баллов, кроме позиции "Иное "плюс-минус". Наибольший "вес" среди отдельных позиций табл. 1 имели "Актуальность темы доклада, новизна и практическая значимость", а также "Самостоятельность и глубина проработки".

Позиция "Иное "плюс-минус" была введена для неучтенных в таблице аргументов, которые могут возникнуть при обсуждении докладов. Например, мнение научного руководителя студента или при прочих равных позициях первокурсника и старшекурсника плюс отдавался первокурснику. Конечно, доклад на конференции — это уже итог проводимой студентом научной работы. Сама же работа продолжается в течение всего года (чаще в течение нескольких лет). При этом на заседаниях кафедры общее состояние "студенческой науки" регулярно рассматривается в течение всего учебного года. Очень удобно, что информацию, связанную с текущими вопросами студенческой научной работы (о грядущих конференциях, конкурсах, призовых местах, требованиях к публикациям и т. д.), теперь можно оперативно публиковать в "новостях" на сайте кафедры [8]. Безусловно, эта "оперативность" в дальнейшем будет развиваться и приобретать еще большее значение для управления процессом "студенческой науки" на кафедре.

Так, сразу же в день проведения конференции на сайте кафедры были подведены итоги конференции, объявлены призеры, приведены фотографии участников. В табл. 2 дается часть этой информации. В ней приведены темы призовых докладов по двум секциям прошедшей конференции "Студенческая весна 2016". Табл. 2 дает представление о тематике научных исследований студентов на кафедре. Как уже упоминалось, призовые места в 2016 г. заняли не только студенты кафедры Э9 "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана (МГТУ), но и студенты Калужского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана (КФ МГТУ), а также студенты других кафедр МГТУ.

В заключение следует отметить, что последовательная организационная и методическая работа

Темы и призовые места по секциям конференции "Студенческая весна 2016"

№ пп	Фамилия И. О. докладчика/докладчиков	Вуз	Группа	Тема доклада	Место в конкурсе
Секция "Моделирование, мониторинг и прогнозирование процессов в окружающей среде"					
1	Сашенко И. И.	КФ МГТУ	ЭКДМ-21	Исследование конструктивных особенностей и применение микробных топливных элементов	1
2	Юсупова К. О.	МГТУ	ФН2-63	Комплексный анализ парной корреляционной связи между значениями фотосинтетически активной солнечной радиации и датами максимальной численности фитопланктона в Учинском водохранилище в весенний период	2
3	Богданович А. Б.	МГТУ	Э1-122	Исследование величины избыточного давления во фронте ударной волны при дефлаграционном взрыве газозвушной смеси углеводородов	2
4	Соколова А. А.	МГТУ	Э9-83	Автономный жилой модуль — первый шаг к экологизации техносферы	3
5	Шахматова Н. А.	КФ МГТУ	ЭКУДМ-21	О проблемах загрязнения источников природно-питьевой воды города Калуги антропогенной деятельностью в последнее время	3
Секция "Промышленная безопасность"					
1	Гаврильев С. А.	МГТУ	Э9-Д2	Разработка гидроакустической безэховой камеры	1
2	Киндрук Е. А.	МГТУ	Э9-27м	Моделирование течения жидкости в тонкослойном отстойнике	2
3	Фатова А. В. Янцен Л. И. Филина Ю. А.	МГТУ	Э9-27м Э9-27м Э9-27м	Разработка метода обработки концентрата на обратноосмотической установке (Лабораторная работа для учебного процесса)	2
4	Ершов А. Л. Бурков А. В. Виноградов М. С.	МГТУ	Э9-61 Э9-61 Аспирант	Установка кондиционирования сточных вод	3
5	Киселева Д. А.	МГТУ	Э9-82	Моделирование течения жидкости в гидродинамическом фильтре с защитной перегородкой	3

по развитию студенческой науки безусловно дает свои результаты. За последние годы кафедра помолодела. Именно "помолодела", а не "позеленела". Треть молодых преподавателей кафедры (старшие преподаватели, доценты) прошли школу кафедральных конференций и прежде всего школу ежегодной "Студенческой весны". Эта конференция по-прежнему занимает лидирующее место среди прочих молодежных кафедральных научных конференций по широте тематики научных докладов в области техносферной безопасности, по количеству докладчиков, по полноте спектра представительства "студенческой науки" (доклады делают и первокурсники, и магистры, и аспиранты).

Кроме того, более узкопрофильные кафедральные конференции углубляют и удачно дополняют основную студенческую конференцию. Вместе они обобщают студенческую и молодежную науку кафедры, развивая практические и научные

навыки студента, молодого ученого, позволяют связать получаемые результаты с образовательным процессом (курсовым проектом, дипломом, диссертацией) и в итоге являются своеобразной индивидуально-коллективной лабораторией, формирующей творческую личность и специалиста высокой квалификации. Безусловно, этот научно-образовательный комплексный процесс будет и дальше развиваться. Это движение вперед в настоящее время весомо и актуально и для ректората, и для кафедры, и самое главное для самого студента.

Список литературы

1. Девисилов В. А., Смирнов С. Г., Строкин А. А. Опыт организации творческой работы абитуриентов и студентов в области техносферной безопасности // Безопасность в техносфере. — 2013. — № 5. — С. 65 — 71.
2. Строкин А. А. Роль студенческих научно-технических конференций в подготовке специалистов высшей ква-



- лификации в области экологической и промышленной безопасности // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 3. — С. 47—49.
3. **Виталий Иванович Крутов** — ученый, педагог, патриот / А. А. Архаров и др. Под ред. В. А. Маркова, В. И. Шатрова, А. В. Спиридонова. — М.: ООО НИЦ "Инженер" (Союз НИО), ООО "Онико-М", 2012. — 244 с.
 4. **Промышленная и экологическая безопасность** // Восьмая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов "Будущее машиностроения России" 23.09.15: Сборник докладов. Союз машиностроителей России. Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. — С. 630—753.
 5. **Акустика** среды обитания: Сборник трудов Первой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (АСО — 2016). Москва, 13 мая 2016 г. / Под ред. А. И. Комкина. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 182 с.
 6. **Материалы** Международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е. Я. Юдина, 30 октября 2014 г. / Под ред. А. И. Комкина. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 305 с.
 7. **Молодежный** научно-технический вестник. URL: <http://www.sntbul.bmstu.ru> (дата обращения 06.09.2016).
 8. **Кафедра** Экология и промышленная безопасность МГТУ им. Н. Э. Баумана. URL: <http://MHTS.RU> (дата обращения 06.09.2016).

A. A. Strokin, Associate Professor, e-mail: strokin.anatolij@yandex.ru, Bauman Moscow State Technical University

Experience of the Organization of Students Scientific Conferences in the Department «Ecology and Industrial Safety» of Bauman Moscow State Technical University

In this article the experience of organization of students' R&D work performed in the department "Ecology and Industrial Safety" of Bauman Moscow State Technical University is analyzed. It is shown that student science organically fits in educational and research processes which in its turn allows to sufficiently increase the quality of the graduates and systematically creates scientific and pedagogical reserves of the department.

A significant force that drives these processes are student and youth scientific conferences which are regularly held by the department. The dynamics of development of such conferences is shown. Some examples of the organizational and methodical aspects evolved during the last several years of work on holding such conferences are shown, also the perspectives and features of development of student science in the department and in BMSTU are considered.

Keywords: *students' scientific-technical conference, research and education center, creative person, specialist of the highest degree, ecological safety, industrial safety, pedagogical and scientific reserve*

References

1. **Devisilov V. A., Smirnov S. G., Strokin A. A.** Opiht organizacii tvorcheskoj rabotih abiturientov i studentov v oblasti tekhnosfernoj bezopasnosti. *Bezopasnost' v Tekhnosfere*. 2013. No. 5. P. 65—71.
2. **Strokin A. A.** Rol' studencheskikh nauchno-prakticheskikh konferencyj v podgotovke specialistov vysshej kvalifikacii v oblasti ekologicheskoy i promyshlennoj bezopasnosti. *Bezopasnost' ziznedeatel'nosti*. 2014. No. 3. P. 47—49.
3. **Vitalij Ivanovich Krutov** — uchjonyj, pedagog, patriot. A. A. Arkharov i dr. Pod red. V. A. Markova, V. I. Shatrova, A. V. Spiridonova. Moscow: ООО НИЦ "Инженер" (Союз НИО), ООО "Онико-М", 2012. 244 p.
4. **Промышленная и экологическая безопасность**. Vos'maya Vserossijskaya konferenciya molodyh uchjonyh i specialistov "Budushhee mashinostroeniya Rossii" 23.09.15. Sbornik докладov. Soyuz mashinostroitelej Rossii, Moskovskij Gosudarstvennyj Tekhnicheskij Universitet im. N. Eh. Bauman. Moscow: Izdatel'stvo MGTU im. N. Eh. Bauman. 2015. P. 630—753.
5. **Акустика** sredy obitaniya: Sbornik trudov Pervoj Vserossijskoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov (ASO-2016). Moskva, 13 maya 2016 g. Pod red. A. I. Komkina. Moscow: Izdatel'stvo MGTU im. N. Eh. Bauman, 2016. 182 p.
6. **Materialy** Mezhdunarodnoj akusticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiju so dnya rozhdeniya E. Ya. Yudina, 30 oktyabrya 2014 g. Pod red. A. I. Komkina. Moscow: Izdatel'stvo MGTU im. N. Eh. Bauman, 2014. 305 p.
7. **Molodezhnyj** nauchno-tekhnicheskij vestnik. URL: <http://www.sntbul.bmstu.ru> (data accessed 06.09.2016).
8. **Кафедра** Ekhologiya i promishlennaya bezopasnost' MGTU im. N. Eh. Bauman. URL: <http://MHTS.RU> (data accessed 06/09/2016).

Конструкторское бюро специального машиностроения — АО "КБСМ"

Конструкторское бюро специального машиностроения (КБСМ) было создано 21 марта 1945 г. как Морское артиллерийское центральное конструкторское бюро (МАЦ КБ). За более чем 70-летнюю производственную деятельность предприятием было создано огромное количество современных образцов военной и гражданской техники по самым разным направлениям науки и техники. По результатам работ до 1959 г. предприятие вошло в историю как создатель отечественного артиллерийского корабельного и берегового вооружения, которое по своим тактико-техническим характеристикам превосходило иностранные образцы, и длительное время успешно эксплуатировалось ВМФ страны. Со второй половины 1950-х гг. КБСМ перешло на проектирование и создание стартового оборудования ракетных комплексов для ПВО, ВМФ, РВСН, космических войск, стационарных и мобильных конструкций оптико- и радиотелескопов, а также стендового оборудования для экспериментальной отработки создаваемых образцов техники.

Огромный вклад внесло АО "КБСМ" в создание гражданской тематики, включая реставрацию поворотного механизма символа Ленинграда — ангела Петропавловского собора, создание железнодорожных гидравлических кранов, платформ с универсальной многоцелевой системой амортизации, создание оборудования для атомной энергетики России и зарубежных стран. Создано семейство транспортно-упаковочных комплектов на основе металлобетонных контейнеров (ТУК МБК) для хранения и транспортирования отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС, атомных подводных лодок Военно-морского и судов Ледокольного флота России, Атомной станции в г. Актау в Республике Казахстан, а также более 130 наименований технологического оборудования для обращения с контейнерами. Создан первый в России и Европе стенд грузоподъемностью 140 т для испытаний ТУК МБК в соответствии с правилами МАГАТЭ.

Продолжаются работы по теме "Брест" — создание корпуса реактора нового поколения и по разработке ТУК МБК для транспортирования модификаций ОЯТ подводного флота ВМФ.

УДК 621.039.743

В. Д. Гуськов, д-р техн. наук, зам. генерального конструктора, e-mail: vu1940@mail.ru,
Г. В. Коротков, зам. главного конструктора, АО "КБСМ", Санкт-Петербург,
В. И. Перегуда, зам. генерального директора — директор филиала АО
"Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **В. Н. Симонов**, начальник цеха, филиал АО
"Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **О. Г. Черников**, первый зам. директора, АО "Концерн Росэнергоатом", Москва, **В. А. Кравченко**, зам. главного инженера, ФГУП "ГХК", Железногорск, Красноярский край, **А. В. Хаперская**, ст. менеджер Проектного офиса, Госкорпорация "Росатом", Москва, **А. И. Винников**, советник генерального директора, АО "ЦКБМ", Санкт-Петербург, **В. В. Спичев**, гл. специалист отдела, АО "Атомпроект", Санкт-Петербург, **А. И. Моренко**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская область

Создание, промышленное освоение и внедрение в эксплуатацию комплексов на Ленинградской АЭС и ФГУП "ГХК" по переводу отработавшего ядерного топлива реакторов РБМК на "сухое" хранение

С 1995 по 2016 г. АО "КБСМ" в качестве головного исполнителя совместно с Ленинградской АЭС, ФГУП "ГХК", ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", АО "ЦКБМ" и рядом других организаций и заводоизготовителей выполнили разработку, изготовили и ввели в эксплуатацию технологию перевода отработавшего ядерного топлива атомных станций с реакторами РБМК-1000 с "мокрого" на "сухое"



долговременное хранение в транспортно-упаковочных комплексах (ТУК) на основе металлобетонных контейнеров. Проект является одним из ключевых звеньев Федеральных Целевых Программ по повышению ядерной безопасности при обращении с отработавшими ядерными материалами. Представлена технологическая цепочка перевода ОЯТ с "мокрого" хранения в водных бассейнах АЭС на "сухое" хранение в хранилищах ГХК. Акцентировано внимание на новизне технических решений, высоких экологических и социально-экономических показателях, достигнутых при внедрении новой технологии в промышленную эксплуатацию с повышением безопасности хранения и транспортировки ОЯТ.

Ключевые слова: транспортно-упаковочный комплект, металлобетонный контейнер, отработавшее ядерное топливо, реактор большой мощности канальный (РБМК), атомная станция, горно-химический комбинат

Практически все страны с атомной энергетикой столкнулись с проблемой накопления отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В России эта проблема наиболее острая для ОЯТ реакторов РБМК-1000.

На трех российских атомных станциях (АЭС) с реакторами РБМК-1000 — Ленинградской, Курской и Смоленской отработавшие тепловыделяющие сборки (ОТВС) после выгрузки из реактора хранятся в приреакторных бассейнах выдержки (до трех лет), а затем в водных бассейнах пристанционного хранилища ОЯТ (ХОЯТ). К середине 1990-х гг. емкости хранения ОЯТ на этих АЭС были близки к заполнению. Намеченная Минатомом России к реализации программа уплотненного хранения ОТВС позволяла примерно в 2 раза увеличить емкости хранения, но не решала радикально проблему их заполнения. В таблице приведены данные о накоплении ОЯТ на Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС на 03.09.2010 г. [1].

Из приведенных данных следует, что при годовой выгрузке с каждого блока ориентировочно 320 ОТВС работа Ленинградской АЭС (четыре блока) через несколько лет должна быть остановлена. В этом случае экономический ущерб только от непоставленной электроэнергии Северо-Западу России мог исчисляться многими десятками миллиардов рублей. При этом оставалась проблема разгрузки ХОЯТ по окончании проектных сроков его эксплуатации.

Такое развитие событий при непринятии мер ожидало бы Курскую и Смоленскую АЭС. Требовалось найти решение, как остановить накопление ОЯТ на АЭС, обеспечить перевод ОЯТ с "мокрого" хранения на наиболее безопасное "сухое", а также обеспечить безопасную эксплуатацию и

подготовку энергоблоков АЭС к выводу из эксплуатации в части обращения с ОЯТ. В 1995 г. на основании приказа Минатома России от 24.04.95 № 142 АО "Конструкторское бюро специального машиностроения" (АО "КБСМ") совместно с Ленинградской АЭС приступили к работам по реализации сухого хранения ОЯТ с использованием металлобетонных контейнеров (МБК). Перевод ОЯТ на "сухое" хранение обеспечивал не только более высокий уровень безопасности, но и позволял увеличить срок хранения ОЯТ до его переработки или захоронения, а также снизить эксплуатационные затраты на хранение. В настоящее время "сухое" хранение рассматривается как вариант долговременного хранения ОЯТ почти во всех странах с развитой атомной энергетикой.

В 1996 г. Руководителем эксплуатирующей организации — директором Ленинградской АЭС было утверждено техническое задание "Комплекс систем сухого хранения и обращения с отработавшим ядерным топливом на Ленинградской АЭС с использованием металлобетонных контейнеров" [2], в котором сформулированы требования к составляющим комплекса. Назначение комплекса — подготовка ОЯТ к разделке, разделка ОТВС на пучки ТВЭЛ — тепловыделяющих элементов (ПТ), загрузка ПТ в МБК, транспортирование МБК с ОЯТ в контейнерное хранилище и установка МБК на хранение, подготовка и вывоз с территории Ленинградской АЭС радиоактивных отходов, образовавшихся в процессе разделки ОТВС, а также подготовка к отправке МБК с ОЯТ в региональное хранилище.

Техническим заданием было предусмотрено создание высокоэкономичных, отвечающих всем современным правилам и нормам по безопасности двухцелевых для хранения и транспортирования ОЯТ РБМК-1000 без перетаривания топлива металлобетонных контейнеров, которые должны были функционировать при температуре окружающей среды плюс 50 °С — минус 50 °С в течение не менее 25 лет [3]. Аналогов в мире таким контейнерам не было.

Строительство комплекса началось в 1998 г. В 2001 г. Минатом России принял решение о создании на Горно-химическом комбинате (г. Железнодорожск, Красноярский край) "сухого" хранилища

Заполнение бассейнов хранения ОЯТ

АЭС	Накопление ОТВС, шт.		
	БВ	ХОЯТ	Всего
Ленинградская	8104/10 400	33 915/36 688	42 019/47 088
Курская	3615/10 400	34 664/36 500	38 279/46 900
Смоленская	3061/12 000	20 610/29 080	23 671/41 080

Примечание. Полу жирным шрифтом показаны фактические вместимости.

ОЯТ камерного типа (ХОТ-2). В 2004 г. по результатам экспертизы проекта ХОТ-2 Госатомнадзором России была выдана лицензия № ГН-02- 301-1232 на строительство пускового комплекса хранилища, которое началось в том же году.

Все проекты по созданию МБК и комплексов на Ленинградской АЭС и Горно-химическом комбинате (ГХК) выполнялись в рамках федеральных целевых программ "Обращение с радиоактивными отходами, отработавшими ядерными материалами, их утилизация и захоронение на 1996—2005 годы" и "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года".

Новизна работы, широта поставленных задач обусловили необходимость привлечения к выполнению работ нескольких десятков ведущих в своих областях организаций Росатома, других отраслей промышленности и организаций науки. В строительстве объектов, изготовлении и монтаже оборудования было задействовано более 40 заводов и строительно-монтажных организаций. Техническое и организационное сопровождение работ осуществлял Росатом.

В конце 2011 г. Комплекс систем сухого хранения и обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС с использованием комплекса контейнеров хранилища ОЯТ (КК ХОЯТ) введен в опытно-промышленную эксплуатацию. В феврале 2012 г. введен в эксплуатацию пусковой комплекс "сухого" хранилища ОЯТ на ГХК (ХОТ-2), а 6 апреля 2012 г. с Ленинградской АЭС прибыл первый эшелон с ОЯТ на ГХК. К маю 2014 г. КК ХОЯТ вышел на максимальную проектную производительность и с 1 января 2015 г. введен в промышленную эксплуатацию.

Создание комплексов систем "сухого" хранения на Ленинградской АЭС и ГХК позволило решить проблему промежуточного контейнерного хранения ОЯТ на территории АЭС, последующей отправки его на длительное хранение и обеспечить дальнейшую работу энергоблоков Ленинградской АЭС с учетом продления их сроков службы. Проект КК ХОЯТ является пилотным проектом. Технология перевода ОЯТ реакторов РБМК-1000 на "сухое" хранение унифицирована и распространена на Курскую и Смоленскую АЭС.

Основной вклад в реализацию работы "Создание, промышленное освоение и внедрение в эксплуатацию комплексов на Ленинградской АЭС и ФГУП "ГХК" по переводу отработавшего ядерного топлива РБМК на "сухое" хранение" внесли специалисты Государственной корпорации "Росатом", Акционерного общества "Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях", филиала Акционерного общества "Концерн Росэнергоатом" — "Ленинградская атомная станция", Акционерного общества "Атомпроект", Акционерного общества

"Конструкторское бюро специального машиностроения", Акционерного общества "Центральное конструкторское бюро машиностроения", Федерального государственного унитарного предприятия "Горно-химический комбинат", Федерального государственного предприятия "Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики" (РФЯЦ—ВНИИЭФ).

Выполненная работа фактически состояла из трех проектов (ТУК—МБК, КК ХОЯТ на Ленинградской АЭС и пусковой комплекс централизованного хранилища на ГХК), объединенных общими целями и задачами, взаимоувязанных по своим техническим характеристикам. В результате выполнения этих проектов были реализованы самые инновационные, безопасные и эффективные в мировой практике технологии:

- разработан и введен в промышленную эксплуатацию на Ленинградской АЭС комплекс КК ХОЯТ, обеспечивающий разделку ОТВС РБМК на пучки твэлов в защитной камере, а также подготовку ОЯТ к "сухому" хранению и отправке в ХОТ-2 ГХК. Производительность разделки — 3600 ОТВС (412,9 т урана) в год, подготовка к отправке — до 50 ТУК-109 в год;
- разработан и сертифицирован двухцелевой транспортный упаковочный комплект на основе металлобетонного контейнера (ТУК-109) с возможностью транспортирования и длительного хранения в нем ОЯТ РБМК, разделанного на пучки ТВЭЛ;
- построен комплекс зданий и сооружений для обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС и Горно-химическом комбинате, в том числе централизованное хранилище камерного типа (пусковой комплекс на ГХК);
- создано дистанционно управляемое оборудование, работающее в условиях излучений, для разделки ОТВС и упаковки ОЯТ в МБК на Ленинградской АЭС и для перегрузки ОЯТ из МБК в пеналы для длительного хранения на ГХК;
- создано уникальное транспортно-технологическое оборудование для обращения с ТУК-109 на атомной станции и на ГХК и другое специальное оборудование для обеспечения длительного хранения, внедрены передовые, зачастую не имеющие аналогов, технологии при изготовлении оборудования и обращении с ОЯТ и ТУК-109;
- разработан железнодорожный транспортер для перевозки ТУК-109.

Перечисленное выше позволило реализовать научно обоснованную сквозную технологию безопасного обращения с ОЯТ реакторов РБМК-1000 на всех этапах технологических и транспортных операций при переводе его с "мокрого"



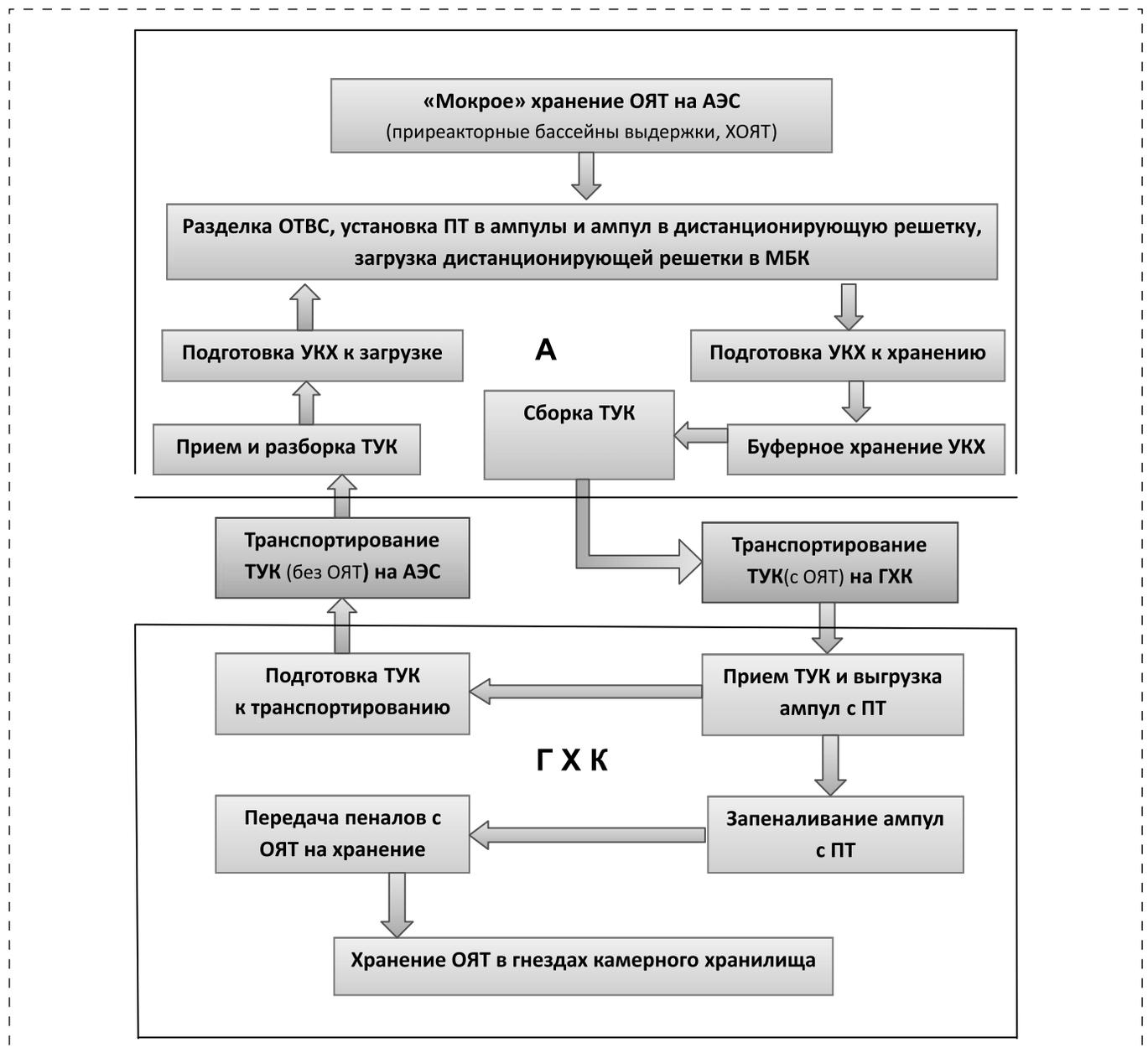
на "сухое" хранение. Действующая с 2012 г. укрупненная схема обращения с ОЯТ реактора РБМК-1000 (схемой не предусматривается обращение с некондиционным ОЯТ показана на рисунке.

Создание системы "сухого" хранения ОЯТ в КК ХОЯТ Ленинградской АЭС и ХОТ-2 ФГУП "ГХК" позволит решить следующие задачи:

- создание новых, высокотехнологичных рабочих мест;
- создание глобально конкурентоспособных корпораций;

- развитие производственной и транспортной инфраструктуры в Ленинградской области и Красноярском крае;
- увеличение доли высокотехнологичных и интеллектуальных отраслей в валовом внутреннем продукте;
- повышение доли предприятий, внедряющих технологические инновации.

Комплекс КК ХОЯТ на Ленинградской АЭС создал 217 новых рабочих мест, комплекс ХОТ-2 на ФГУП "ГХК" — 1022 новых рабочих мест. Суммарно создано 1239 новых высокотехнологичных рабочих мест.



Укрупненная схема обращения с ОЯТ реактора РБМК-1000 (транспортный упаковочный комплект (ТУК) состоит из упаковочного комплекта хранения (УКХ) и защитно-демпфирующего кожуха, УКХ включает в себя МБК, чехол и ампулы)

Другим значимым социальным эффектом реализации проекта создания, промышленного освоения и внедрения в эксплуатацию комплексов на Ленинградской АЭС и ФГУП "ГХК" по переводу ОЯТ РБМК на "сухое" хранение является освобождение площадки Ленинградской АЭС, находящейся в европейской густонаселенной части России, от потенциально опасного продукта жизнедеятельности атомной энергетики (уже вывезено ОЯТ РБМК с общей радиоактивностью $4,4 \cdot 10^{18}$ Бк).

До 2030 г., в рамках Федеральной Целевой программы "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016—2020 годы и на период до 2030 года" с площадок Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС будет вывезено и размещено на "сухое" контролируемое хранение 82,9 тыс. ОТВС реактора РБМК, т. е. будет удалено с площадок АЭС с реакторами РБМК ОЯТ радиоактивностью около $4,5 \cdot 10^{19}$ Бк.

Создание системы сухого хранения ОЯТ, включая создание комплекса КК ХОЯТ на АЭС с реакторами типа РБМК и "сухого" хранилища ОЯТ на ФГУП "ГХК", уже позволило освободить хранилища Ленинградской АЭС от 7772 ОТВС реактора РБМК, обеспечив безопасное ее функционирование. Суммарный доход от продажи электро- и теплоэнергии и транспортирования ОЯТ с Ленинградской АЭС составил 113,015 млрд руб. без НДС.

Высокий научно-технический уровень и новизна проектно-конструкторских решений, внедренных технологий при создании ТУК-109, комплексов на Ленинградской АЭС и ГХК подтверждается 56 патентами на изобретения, патентами на полезные модели и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ, которые являются объектами интеллектуальной собственности. Результаты расчетно-теоретических обоснований безопасности и работоспособности разработанных конструкций и технологий, результаты экспериментальной отработки нашли отражение в более чем 40 публикациях.

На балансе Ленинградской АЭС в качестве нематериальных активов по тематике транспортирование и перегрузка ОЯТ при "сухом" хранении зарегистрированы объекты исключительных прав, балансовая стоимость которых составляет 77 996 172 руб. без НДС. На балансе ФГУП "ГХК" в качестве нематериальных активов по тематике транспортирование и перегрузка ОЯТ при "сухом" хранении зарегистрированы объекты исключительных прав, балансовая стоимость которых составляет 3 364 461 руб. без НДС [4].

Экономические преимущества "сухого" хранения перед "мокрым" подтверждаются [5] тем, что себестоимость "сухого" камерного хранения составляет для ОЯТ реактора РБМК-1000 — 42,6 тыс. руб./т U в год, что значительно ниже себестоимости хранения ОЯТ под водой. Для сравнения: себестоимость хранения ОЯТ в бассейне под водой

(здание одного изотопно-химического завода ФГУП "ГХК") составляет 211,2 тыс.руб./т U · год.

Создание рассмотренных выше комплексов на Ленинградской АЭС и ГХК позволило:

- остановить накопление ОЯТ на площадке АЭС и приступить к переводу его на централизованное "сухое" хранение;
- предотвратить возможность возникновения в "мокрых" хранилищах АЭС аварий, аналогичных аварии на АЭС "Фукусима-1" путем высвобождения бассейнов выдержки от ОЯТ и вывоза потенциально опасного продукта жизнедеятельности атомной энергетики с густонаселенных европейских территорий России;
- обеспечить бесперебойную работу четырех энергоблоков Ленинградской АЭС благодаря решению проблемы полного заполнения бассейнов выдержки на энергоблоках и в хранилище ОЯТ;
- повысить безопасность хранения ОЯТ на основе перехода от "мокрого" к более безопасному "сухому" хранению (среда инертных газов, пассивный отвод теплоты, наличие контролируемых герметичных барьеров безопасности);
- снизить себестоимость хранения ОЯТ;
- оптимизировать логистическую схему обращения с ОЯТ перед его переработкой (максимальное приближение к заводу по переработке ОЯТ) как окончательным решением проблемы отработавшего ядерного топлива.

Технологические решения, разработанные в процессе создания комплекса "сухого" хранения (КК ХОЯТ) на Ленинградской АЭС, использованы при разработке проектов комплексов ХОЯТ на Курской (введен в опытно-промышленную эксплуатацию в 2014 г.) и Смоленской (срок окончания строительства — 2017 г.).

Предотвращение останова Ленинградской, Курской и Смоленской АЭС из-за переполнения хранилищ ОЯТ исключит выбытие из эксплуатации более 50 % электрогенерации Российских АЭС.

Единая технологическая цепочка, включающая систему транспортирования, комплекс разделки ОТВС и подготовки к сухому хранению на АЭС и централизованное "сухое" хранилище ОЯТ с общей мощностью, позволяющей хранить весь объем ОЯТ, выгруженного из реакторов РБМК за весь период их эксплуатации, реализована впервые не только в России, но и в мире.

Таким образом, ввод в эксплуатацию КК ХОЯТ на Ленинградской АЭС и "сухого" хранилища на ГХК означает начало успешной реализации положений Концепции обращения с ОЯТ в России, обеспечения условий безопасного функционирования атомной энергетики, а также создание конкурентоспособных высокотехнологичных предприятий.

Отдельные проблемы, связанные с переводом ОЯТ на "сухое" хранение, рассмотрены в других статьях данного раздела .



Список литературы

1. **Актуализация** транспортно-технологической схемы обращения с ОЯТ энергетических, исследовательских и специального назначения реакторных установок. Отчет. ОАО "ГИ "НПИПИЭТ", 2010.
2. **Комплекс** систем сухого хранения и обращения с отработавшим ядерным топливом на ЛАЭС с использованием металлобетонных контейнеров. Техническое задание. ТЗ 456.50-96. ГП "КБСМ", 1996.
3. **Транспортный упаковочный комплект** для длительного хранения и транспортирования ОЯТ реакторов РБМК-1000. СМ-563. Техническое задание. ФГУП "КБСМ", 1995.
4. **Гаврилов П. М.** Информация ФГУП "ГХК", исх. № 212-01-07-05/0184 от 02.02.2016 г.
5. **Калинкин В. И.** Обоснование метода сухого хранения отработавшего ядерного топлива АЭС с реакторами РБМК-1000 и ВВЭР-1000. Дисс. ... канд. техн. наук. — СПб.: ФГУП "ГИ "ВНИПИЭТ", 2007 г. (на правах рукописи).

V. D. Guskov, Deputy General Designer, e-mail: vu1940@mail.ru, **G. V. Korotkov**, Deputy Chief Designer, JSC "Design Office of Special Mechanical Engineering", Saint-Petersburg, **V. I. Pereguda**, Deputy General Director — Director of Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear Power Station, Sosnovyi Bor, Leningrad Region, **V. N. Simonov**, Chief of Shop, Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear Power Station, Sosnovyi Bor, Leningrad Region, **O. G. Chernikov**, First Deputy Director, JSC "Concern Rosenergoatom", Moscow, **V. A. Kravchenko**, Deputy Chief Engineer, Mining Chemical Industrial Complex, Zheleznogorsk, Krasnojarsk Krai, **A. V. Khaperskaya**, Chief Manager, Project Office Goscorporation "Rosatom", Moscow, **A. I. Vinnikov**, Advisor of General Director, JSC "Central Design Office of Mechanical Engineering", Saint-Petersburg, **V. V. Spichev**, Chief Specialist of Department, JSC "Atomproject", Saint-Petersburg, **A. I. Morenko**, Leading Researcher, Russian Federal Nuclear Center All-Russian Research Institute of Experimental Physics, Sarov, Nizhnij Novgorod Region

Development, Industrial Assimilation and Introduction into Industrial Operation of Systems at the Leningrad NPP and the FGUP "GHK" to Transfer the RBMK Spent Fuel to Dry Storage

Since 1995 to 2016 the AO "KBSM" as a head contractor jointly with the Leningrad NPP, FGUP "GHK", FGUP "RFYC-VNIIEF", AO "CKBM" and a number of other organizations and plants-manufacturers completed development, manufactured and commissioned into operation the technology of transfer of the NPP spent nuclear fuel with the RBMK-1000 reactors from "wet" to "dry" long-term storage in transport packages (TUK) on the base of the metal-and-concrete casks. The Project was one of the key chains of the Federal Target-Oriented Programs to increase nuclear safety when handling spent nuclear materials. A technological chain of transfer of the SNF from "wet" storage in water pools of the NPP to "dry" storage in the GHK store houses is represented. Attention is emphasized at novelty of technical decisions, high ecological and social-economical factors achieved when introducing new technology to industrial operation with increase of the SNF storage and transportation safety.

Keywords: transport package, metal-and-concrete cask, spent nuclear fuel, canal reactor of high power (RBMK), nuclear power plant, mining-and-chemical integrated plant

References

1. **Updating** of Transportation and Technological Handling Flow Diagram with the SNF of Power, Study and Special Purpose Reactor Units. Report. ОАО GI NPIPIET, 2010.
2. **A Set** of Dry Storage and Spent Nuclear Fuel Handling Systems at the LNPP with the Use of the Metal-and-Concrete Casks. Technical Assignment. ТЗ 456.50-96. GP KBSM, 1996.
3. **Transport** Package for Long-Term Storage and Transportation of the RBMK-1000 SNF. SM-563. Technical Assignment. FGUP KBSM, 1995.
4. **Gavrilov P. M.** Information of the FGUP GHK, initial No. 212-01-07-05/0184 of 02.02.2016.
5. **Kalinkin V. I.** Substantiation of the NPP Spent Nuclear Fuel Dry Storage Method of the RBMK-1000 and VVER-1000 Reactors. Dissertation for Determination of Science Degree of Candidate of Technical Sciences. Saint-Petersburg: FGUP GI VNIPIET, 2007 (on a manuscript copy basis).

В. И. Перегуда, зам. генерального директора — директор филиала АО "Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **В. Н. Симонов**, начальник цеха, филиал АО "Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **О. Г. Черников**, первый зам. директора, АО "Концерн Росэнергоатом", Москва, **В. В. Спичев**, гл. специалист отдела, АО "Атомпроект", Санкт-Петербург, **В. Д. Гуськов**, д-р техн. наук, зам. генерального конструктора, e-mail: vul940@mail.ru, **Г. В. Коротков**, зам. главного конструктора, АО "КБСМ", Санкт-Петербург

Описание комплекса обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС

Представлено описание главного звена технологии перевода ОЯТ РБМК-1000 Ленинградской АЭС с "мокрого" на "сухое" хранение в металлобетонных контейнерах и транспортировки его на ГХК. Приводится состав комплекса систем "сухого" хранения, состоящего из десяти основных сооружений, дополняющих действующие хранилища ОТВС (водяного бассейна куда загружались ОТВС из реактора). В состав комплекса вошли отделение разделки для приема, разделка ОТВС на пучке твэлов и загрузки ОЯТ в МБК, отделение хранения МБК с ОЯТ и ряд других вспомогательных сооружений, обеспечивающих безопасную технологию работ с ОЯТ на протяжении всего цикла от выгрузки ОТВС из бассейнов в Ленинградской АЭС до отправки ОЯТ в ТУК МБК на ГХК.

Ключевые слова: отработавшая тепловыделяющая сборка, комплекс контейнеров хранилища ОЯТ, упаковочный комплект хранения, транспортно-упаковочный комплект, металлобетонный контейнер

Комплекс систем "сухого" хранения и обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) на Ленинградской АЭС с использованием комплекса контейнеров хранилища ОЯТ (КК ХОЯТ) (рис. 1) включает в себя 10 зданий и сооружений (рис. 2).

Комплекс предназначен для приемки отработанных тепловыделяющих сборок (ОТВС) из пристанционного хранилища, разделки ОТВС на два пучка тепловыделяющих элементов (ПТ), установки ПТ в ампулы, загрузки ампул в дистанционирующий чехол металлобетонного контейнера (МБК), загрузки чехла в контейнер, хранения ОЯТ в упаковочных комплектах хранения (УКХ), сборки УКХ с защитно-демпфирующим кожухом в транспортные упаковочные комплекты (ТУК), погрузки ТУК с ОЯТ на железнодорожные

транспортеры ТМ 2-3 и отправки в региональное "сухое" хранилище ХОТ-2 на горнохимический комбинат (ГХК).

В отделении разделки ОТВС (см. рис. 2, поз. 1) для проведения операций, связанных с приемкой, разделкой и загрузкой ОЯТ в МБК используются: каньон (являющийся продолжением бассейна хранилища ОЯТ (ХОЯТ)), защитная камера (с шахтой загрузки МБК и депо кранов), помещение

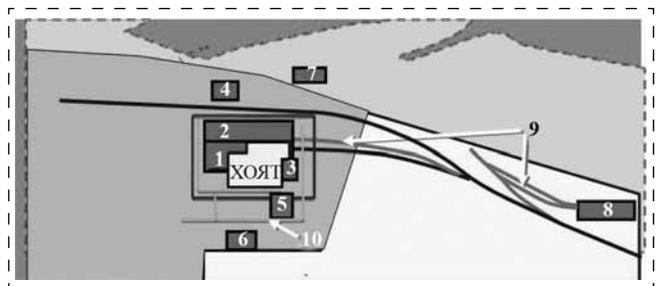


Рис. 2. Генеральный план КК ХОЯТ:

1 — пристройка к действующему хранилищу зданию 428, блок 3 — отделение разделки ОТВС; 2 — пристройка к зданию 428, блок 2 — отделение хранения МБК; 3 — пристройка к зданию 428, блок 4 — санпропускник; 4 — здание 428А — газобаллонная; 5 — здание 428Б — контрольно-пропускной пункт и инженерно-технические средства физической защиты периметра; 6 — здание 428В — компрессорная; 7 — здание 449А — дренажная насосная станция; 8 — здание 490 — депо на два локомотива; 9 — железнодорожные пути; 10 — автодороги



Рис. 1. Общий вид КК ХОЯТ

передаточной камеры, помещение транспортного коридора, монтажный зал, три операторских помещения, вспомогательные помещения.

Стены защитных помещений имеют необходимую толщину (1,1 м) и плотность (4,3 т/м³) для обеспечения радиационной защиты от гамма-излучений. На рис. 3 и 4 показан общий вид защитной камеры и операторской. Сварные конструкции корпусов защитных помещений облицованы

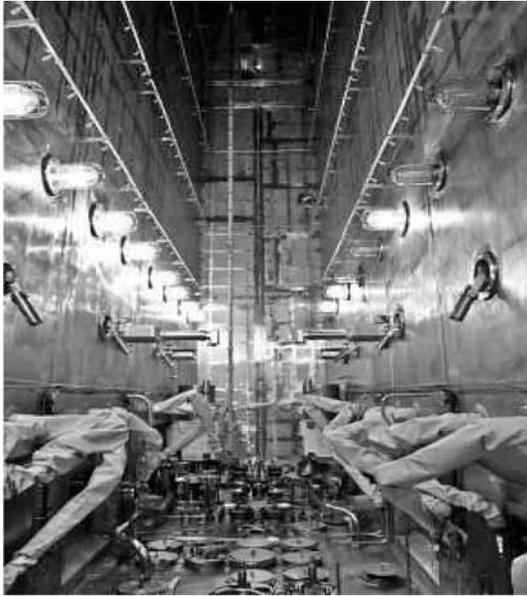


Рис. 3. Защитная камера



Рис. 4. Операторская

изнутри коррозионно-стойкую сталью аустенитного класса для обеспечения возможности дезактивации и предотвращения выхода аэрозольных загрязнений в обслуживаемые помещения. В стенах предусмотрены герметичные проходки для приводов оборудования, трубопроводов и кабелей, а также герметичные крышки и двери. Дистанционное управление оборудованием, расположенным в операторских помещениях, исключает возможность непосредственного контакта обслуживающего персонала с исполнительными органами оборудования. Безопасность работы дополнительно обеспечивается установкой ПТ в ампулы перед загрузкой их в МБК.

Каньон предназначен для обеспечения передачи (под защитным слоем воды) ОТВС из существующего ХОЯТ в отделение разделки ОТВС пристройки (см. рис. 2, поз. 1). Каньон представляет собой заполненную водой емкость, расположенную в пристройке и соединенную с отсеком транспортных чехлов существующего ХОЯТ.

Защитная камера представляет собой защитное герметичное помещение, предназначенное для размещения основного технологического оборудования. Камера оснащена системами освещения, наблюдения, вентиляции, подачи, распределения и отвода технологических сред, а также устройствами герметизации технологических и монтажных проемов, сбора и удаления жидких и твердых радиоактивных отходов. Вдоль обеих продольных стен камеры расположены смотровые окна, над которыми располагаются проходки копирующих механических манипуляторов А202W. В торцевой стене предусмотрен шлюз, предназначенный для подачи в камеру чистого инструмента и различной технологической оснастки. Имеются защитные герметичные двери, через которые камера может общаться с расположенными рядом помещениями.

Операторские помещения являются "чистыми". Они отделены от камеры разделки ОТВС защитными стенами, в которых предусмотрены смотровые окна для визуального наблюдения за работой технологического оборудования в камере разделки ОТВС и шахте загрузки МБК. Дополнительно операторские помещения оборудованы мониторами для телевизионного наблюдения за технологическим процессом. Всего операторских помещений три: два расположены вдоль камеры разделки ОТВС и одно — рядом с шахтой загрузки МБК.

Для выполнения транспортно-технологических операций камера разделки ОТВС оснащена тросовой тележкой и комплексом консольных манипуляторов, обслуживающих оборудование камеры разделки ОТВС, каждый из которых имеет по два грузоподъемных устройства с независимыми вертикальными перемещениями. *Депо кранов* является частью защитной камеры отделения разделки ОТВС. *Монтажный зал* также является "чистым"

помещением, предназначенным для размещения монтажно-ремонтной оснастки, подвесного крана грузоподъемностью 10 т, камер с фильтрами вентиляции отделения разделки ОТВС. *Вспомогательные помещения* — также "чистые", предназначены для размещения вспомогательного оборудования (вентиляционных камер, калориферов, станций гидропривода, распределительных щитов энергоснабжения и т. д.).

Шахта загрузки МБК является частью защитной камеры и представляет собой защитное герметичное помещение, через которое из камеры разделки ОТВС удаляется отработавшее ядерное топливо в МБК (УКХ-109) и топливные радиоактивные отходы в УКХ-121. Шахта сверху сообщается с отделением разделки ОТВС, снизу через люк в перекрытии транспортного коридора с транспортным коридором и сбоку — с передаточной камерой, расположенной над транспортным коридором, и далее с постом обслуживания, для замены прокладок.

Транспортный коридор (рис. 5 — см. 2-ю стр. обложки) представляет собой помещение, предназначенное для размещения в нем передаточной платформы и другого технологического оборудования для обращения с УКХ-109. При обслуживании УКХ на посту обслуживания все операции производятся в районе его верхнего торца. Площадка обслуживания выполнена откидной с приводом поворота для обеспечения проезда УКХ, установленного на передаточной платформе. На полу транспортного коридора проложены рельсы для перемещения передаточной платформы. На перекрытии транспортного коридора под шахтой загрузки МБК предусмотрено устройство для стыковки МБК с шахтой загрузки МБК. Производительность отделения разделки ОТВС — 3600 ОТВС/год (412,9 т У/год).

В отделение хранения МБК (рис. 6 — см. 2-ю стр. обложки) для проведения операций по подготовке УКХ-109 к хранению и отправки ТУК-109 входят система контейнерного хранения, системы осушки, очистки радиоактивных газов, контроля герметичности и закачки в УКХ-109 инертных газов. Зал хранения контейнеров, оснащен мостовым краном грузоподъемностью 160/32 т, приточной и вытяжной вентиляцией, системой радиационного контроля. Оборудование системы осушки, очистки радиоактивных газов, контроля герметичности и закачки инертных газов размещено на посту подготовки УКХ к хранению (рис. 7 — см. 2-ю стр. обложки) и в защитных боксах. Оборудование обеспечивает откачку и термовакуумную осушку газов в УКХ-109 с ОЯТ до остаточного содержания влаги до 20 г/м^3 (100 г/МБК), контроль герметичности.

Транспортный въезд (рис. 8 — см. 2-ю стр. обложки) оснащен распашными воротами и постом сборки УКХ-109 с защитно-демпфирующим

кожухом (ЗДК) в ТУК-109 и постом погрузки ТУК-109 на железнодорожный транспортер ТМ2-3. Производительность отделения хранения МБК — 50 МБК/год (412,9 т У/год), 6 эшелонов/год, перегрузка эшелона из восьми транспортеров ТМ2-3 с ТУК-109 — трое суток.

Санпропускник примыкает к существующему зданию 428 (см. рис. 2, поз. 3) и состоит из санпропускника и административно-вспомогательных помещений для дополнительного обслуживания персонала отделения разделки ОТВС и отделения хранения МБК.

Газобаллонная размещена в отдельно стоящем здании 428А (см. рис. 2, поз. 4), в котором находятся баллоны с аргоном, азотом и гелием для обеспечения технологического процесса по подготовке УКХ к хранению. Доступ в здание осуществляется через людской контрольно-пропускной пункт (ЛКПП), размещенный в здании 428Б (см. рис. 2, поз. 5). ЛКПП оборудован средствами обнаружения, предназначенными для досмотра персонала в целях исключения попадания предметов, предназначенных для диверсии, и несанкционированного перемещения ядерных материалов.

Внутренняя зона здания 428 окружена бетонным забором периметра с двумя рубежами сигнализации, работающими на разных физических принципах и системой оптико-электронного наблюдения.

Компрессорная находится в здании 428В (см. рис. 2, поз. 6) и обеспечивает надежную подачу осушенного воздуха для технологического оборудования отделения разделки ОТВС.

Дренажная насосная станция размещена в здании 449А (см. рис. 2, поз. 7) и предназначена для снижения уровня грунтовых вод в кольцевом дренаже здания 428.

Для обеспечения хозяйственно-технических перевозок автотранспортом запроектированы и построены **автодороги** с площадками для разворота автомобилей (см. рис. 2, поз. 10).

Со строительством КК ХОЯТ появилась необходимость в сооружении дополнительных железнодорожных путей для перевозки транспортеров в отделение хранения МБК и формирования эшелона (см. рис. 2, поз. 9) и депо (здание 490) для обслуживания подвижного состава (см. рис. 2, поз. 8).

Общие характеристики КК ХОЯТ приведены в проекте "Комплекс систем сухого хранения и обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС" [1].

Список литературы

1. Проект "Комплекс систем сухого хранения и обращения с отработавшим ядерным топливом на Ленинградской АЭС с использованием металлобетонных контейнеров" ОАО "Головной институт ВНИПИЭТ" инв. № 13-01294, г. Санкт-Петербург, 2013.



V. I. Pereguda, Deputy General Director — Director of Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear Power Station, Sosnovyj Bor, Leningrad Region, **V. N. Simonov**, Chief of Shop, Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear power Station, Sosnovyj Bor, Leningrad Region, **O. G. Chernikov**, First Deputy Director, JSC "Concern Rosenergoatom", Moscow, **V. V. Spichev**, Chief Specialist of Department, JSC "Atomproject", Saint-Petersburg, **V. D. Guskov**, Deputy General Designer, e-mail: vu1940@mail.ru, **G. V. Korotkov**, Deputy Chief Designer, JSC "Design Office of Special Mechanical Engineering", Saint-Petersburg

Description of the SNF Handling System at the Leningrad NPP

Description of the main chain of transfer technology of the RBMK-1000 SNF of the Leningrad NPP from "wet" to "dry" storage in the metal-and-concrete cask and its transportation to the GHK is represented. A structure of the "dry" storage facilities consisting of ten main facilities completing operating STEA storages (water pool, whereto STEAs were put from the reactor) is given. The facility structure includes a cutting room for reception, a room of the STEAs cutting at the fuel element bundle and a room of the SNF loading into the MCC, a room of the MCC storage with the SNF and a number of others auxiliary facilities providing for safe technology of operation with the SNF during the whole cycle from unloading of the STEAs out of water pools at the Leningrad NPP to shipping the SNF inside the TUK of the MCC at the GHK.

Keywords: spent thermal-emitting assembly, cask system of the SNF storage, storage package, transport package, metal-and-concrete cask

References

1. **Project** "A Set of Dry Storage and Spent Nuclear Fuel Handling Systems at the Leningradskaya NPP with the Use of the Metal-and-Concrete Casks. OAO Head Institute VNIPIET. initial No. 13-01294, Saint-Petersburg, 2013.

УДК 621.039.743

В. Д. Гуськов, д-р техн. наук, зам. генерального конструктора, e-mail: vu1940@mail.ru, **Г. В. Коротков**, зам. главного конструктора, АО "КБСМ", Санкт-Петербург, **О. Г. Черников**, первый зам. директора, АО "Концерн Росэнергоатом", Москва, **А. И. Моренко**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская область

Транспортный упаковочный комплект ТУК-109

Приведена история создания транспортного упаковочного комплекта ТУК-109, начиная с экспериментального образца СМ-563, проведения испытаний его экспериментальной модели СМ-564, с постепенным снижением трудоемкости изготовления, улучшением его технических характеристик и повышением вместимости по отработавшему ядерному топливу (промежуточный вариант ТУК-104). Создана кооперация организаций соисполнителей и предприятий изготовителей. Приведено содержание основных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований по проблемам прочности, герметичности, радиохимической безопасности материаловедческих производственных вопросов, которые впервые были решены в России при создании ТУК-109. Дано описание конструкции ТУК-109 в целом и его составляющих.

Ключевые слова: транспортно-упаковочный комплект, металлобетонный контейнер, защитно-демпфирующий кожух, ампула, отработавшее ядерное топливо

Транспортный упаковочный комплект ТУК-109 предназначен для экологически безопасного хранения (до 50 лет) отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) атомной электростанции с реакторами

РБМК-1000 и транспортирования ОЯТ на Горно-химический комбинат (ГХК) для его хранения и/или переработки. ТУК-109, основу которого составляет металлобетонный контейнер (МБК),

Направления исследований при разработке ТУК-109

Организация	Направление исследований и работ
РФЯЦ ВНИИЭФ	Моделирование процессов образования и переноса гамма-нейтронного излучения в сложных композиционных структурах. Исследование прочностных свойств бетонного массива в условиях эксплуатационного нагружения МБК тепловыми и радиационными полями. Общее научное руководство
ЦНИИ КМ "Прометей"	Обеспечение хрупкой прочности кремнемарганцовистой стали в толщинах до 350 мм при действии ударных нагрузок и температур до минус 50 °С. Разработка сварочных материалов и технологии сварки, обеспечивающих прочность и хладостойкость сварных соединений на уровне основного металла. Разработка антикоррозионных, дезактивируемых покрытий
Радиевый институт	Обоснование радиационно-химической безопасности металлобетонного контейнера при длительной эксплуатации. Экспериментальные исследования по оптимизации конструкции металлографитовых уплотнений. Разработка методик и средств контроля качества заполнителя особо прочного сверхтяжелого бетона
26 ЦНИИ МО РФ	Создание особо прочного сверхтяжелого бетона. Разработка нормативных документов по технологии подготовки заполнителей, приготовления бетонной смеси и бетонирования металлоконструкций ТУК
ПИЯФ РАН	Разработка методов и технических средств контроля массовой толщины корпуса металлобетонного контейнера и сплошности его бетонного заполнителя. Промышленная реализация контроля
НИИЭМИ	Создание многоразовых радиационно стойких эластомерных уплотнений со сроком службы до 50 лет (проведение исследований, изготовление, отработка уплотнительных узлов)
Фирма "Союз-01"	Создание уплотнительных элементов на основе терморасширенного графита с температурой эксплуатации до 400 °С, обеспечивающих герметичность разъемных соединений металлобетонного контейнера на уровне третьего класса
ЦНИИМ	Исследования в области обеспечения сохраняемости свойств материалов, применяемых в составе металлобетонного контейнера, на 50 и более лет

является первой отечественной разработкой двухцелевого контейнера, не имеющей аналогов в мире.

В ходе работ по созданию ТУК-109 были разработаны Техническое задание [1] и рабочая конструкторская документация экспериментального образца (условное обозначение — ТУК МБК, индекс — СМ-563) и его крупномасштабной модели СМ-564. В процессе разработки, изготовления и испытаний [2], в том числе на аварийные условия перевозки в соответствии с ОПБЗ-83 [3], крупномасштабной модели и экспериментального образца выявилась возможность снижения трудоемкости изготовления ТУК МБК с одновременным улучшением его технологических и технических характеристик с целью создания Российского металлобетонного контейнера, конкурентоспособного с зарубежными образцами. В связи с этим Техническое задание и Технический проект на ТУК МБК СМ-563 были доработаны и переизданы под новым индексом ТУК-104 [4], при этом схемно-конструктивное решение ТУК МБК было сохранено в конструкции ТУК-104.

Транспортно-упаковочный комплект ТУК-104 был рассчитан на установку в него 102 ампул с ПТ — пучками тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ). Результаты проектно-конструкторских и расчетно-теоретических проработок показали, что число устанавливаемых ампул может быть увеличено до 144 шт. без изменения конструкции металлобетонного контейнера путем уменьшения диаметра

ампул с 102 до 97 мм и изменения конструкции чехла. Транспортному упаковочному комплексу с повышенной вместимостью был присвоен индекс ТУК-109.

Разработка ТУК-109 сопровождалась проведением комплексных исследований, основные направления которых представлены в табл. 1, а их результаты отражены в отчетных материалах [5–17] и др.

ТУК-109 включает упаковочный комплект хранения (УКХ-109) и защитно-демпфирующий кожух, устанавливаемый при внеобъектовых перевозках. В состав УКХ-109 входят металлобетонный контейнер, являющийся основным силовым и защитным элементом, чехол и ампулы.

Схемно-конструктивное решение ТУК-109, разработанное в соответствии с техническим заданием, представлено на рис. 1. Основные технические характеристики ТУК-109 приведены в табл. 2.

МБК представляет собой толстостенный цилиндрический корпус, герметично закрываемый внутренней, наружной крышками и герметизирующим листом. Корпус состоит из трех тонкостенных обечаек с приварными днищами — стальных стаканов: внутреннего, промежуточного силового и наружного, вставленных один в другой так, что между стенками и днищами образуются две полости. Полости заполнены особо прочным сверхтяжелым бетоном классов В90..В110 по прочности на сжатие и марки Д4100 и Д3400 по средней

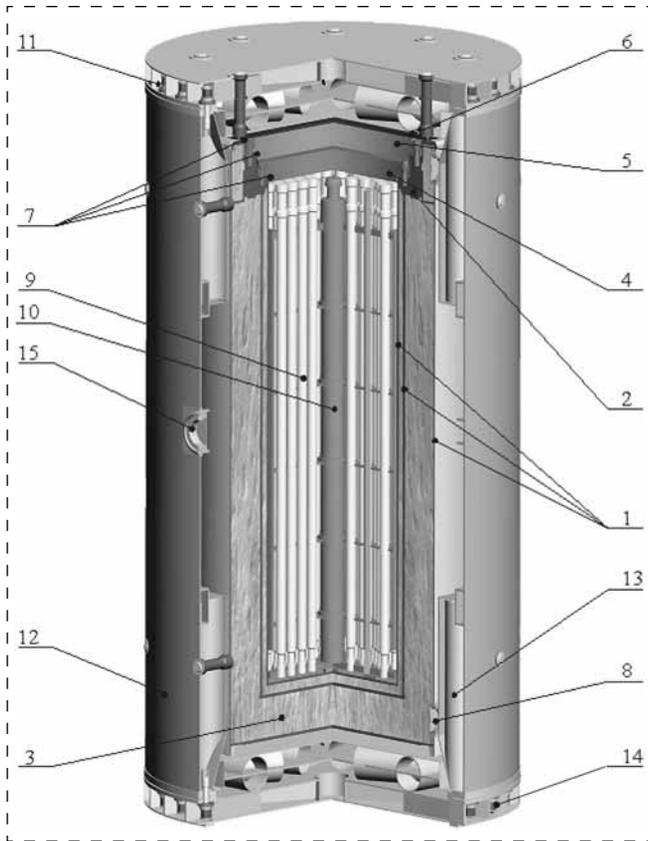


Рис. 1. Транспортный упаковочный комплект ТУК-109:
 1 — стальные оболочки корпуса МБК; 2 — комингс; 3 — особо прочный сверхтяжелый бетон; 4 — внутренняя крышка; 5 — наружная крышка; 6 — герметизирующий лист; 7 — уплотнительные элементы; 8 — гнездо для подъема и кантования МБК; 9 — ампулы с пучками ТВЭЛов; 10 — чехол; 11 — крышка защитно-демпфирующего кожуха (ЗДК); 12 — оболочка корпуса ЗДК; 13 — трубчатые упруго-пластические элементы; 14 — днище ЗДК; 15 — гнезда для подъема и кантовки ТУК

плотности, ТУ 5870-003-07805066—98 [18]. Более прочным и тяжелым бетоном заполнена полость между наружным и внутренним стаканами, в нее же установлены армокаркасы. Вверху стаканы приварены к массивному стальному кольцу — комингсу. Особо прочный бетон совместно с обечайками и армокаркасом образуют единую композиционную структуру — металлобетон, обладающий высокими прочностными характеристиками при сжатии и растяжении, повышенной энергоемкостью при ударных нагрузках, способностью локализовать развитие трещин.

Внутренняя и наружная крышки крепятся к комингсу 32 шпильками с гайками. Герметизирующий лист крепится к корпусу с помощью прижимного кольца и 32 болтов. В верхней части МБК имеются четыре гнезда, в которые выведены каналы для осушки и заполнения его инертным газом, контроля герметичности МБК и выпуска газообразных продуктов из бетона. Гнездо вывода канала из внутренней полости МБК оснащено

Таблица 2

Технические характеристики ТУК-109

Характеристика	Значение
Тип упаковки по ГОСТ 51-964—2002 и НП-053-04 [3]	В (У)
Категория радиационной опасности по НП-053-04 [3]	III желтая
Индекс безопасности по критичности	0
Вместимость (количество пучков ТВЭЛов)	144
Высота ТУК, мм	6200
Высота МБК, мм	5125
Наружный диаметр ТУК, мм	3140
Наружный диаметр МБК, мм	2400
Масса ТУК с ОЯТ, т, не более	127,2
Масса МБК с ОЯТ, т, не более	101,0
Максимальное обогащение топлива по U-235, масс.%	2,6
Глубина выгорания топлива, ГВт·сут/т U, не более	30,0
Время выдержки ОЯТ до загрузки в ТУК, лет, не менее	10
Назначенный срок службы, лет	50

клапаном. На корпусе имеются также четыре цапфенных гнезда для перемещения и кантования МБК грузоподъемными средствами. Для герметизации разъемных соединений были выбраны спирально-навитые прокладки (СНП) по ТУ 38.314-25-8—91 (уплотняемые диаметры более 700 мм) и кольца армированные графитовые (КАГУ) по ТУ 38.314-25-6—91 (диаметрами менее 150 мм), разработки ЗАО "Фирма Союз-01", а также эластомерные уплотнительные элементы из радиационно стойкой резины (РТИ) разработки ОАО "НИИЭМИ" (для всех уплотняемых диаметров).

В практике проектирования контейнеров прокладки СНП и кольца КАГУ использованы впервые. Их выбор определялся возможностью сохранять работоспособность в широком температурном диапазоне, от минус 50 до плюс 400 °С. У РТИ допустима положительная температура при длительной эксплуатации значительно меньше 100 °С, но в отличие от СНП и КАГУ они являются многоразовыми, более дешевыми, требуют меньших усилий затяжки. Эти различия обусловили применение СНП и КАГУ преимущественно в первом контуре системы герметизации МБК в качестве основного барьера, а РТИ обеспечивают герметизацию остальных барьеров.

Чехол обеспечивает позиционирование ОЯТ внутри МБК. Он представляет собой сварную металлоконструкцию, состоящую из пяти решеток, нижней и верхней плит, закрепленных на центральной трубе с устройством под захват и объединенных двенадцатью стойками.

В решетках имеются соосные отверстия, образующие 144 гнезда для установки ампул с ПТ, в 42 из которых установлены трубы, придающие чехлу дополнительную жесткость. В нижней плите установлены пружинные опоры, обеспечивающие постоянное поджатие ампул к внутренней крышке МБК, исключая тем самым их соударение с крышкой при транспортировании. На нижней торцевой поверхности чехла имеются демпфирующие элементы в виде ребер с полками.

Ампула представляет собой тонкостенную трубу с приварным дном с демпфером, образующими корпус, который после установки в него ПТ закрывается крышкой, также имеющей демпфер. Ампула предотвращает компактирование ОЯТ в МБК при возможных аварийных ситуациях и повышает безопасность обращения с топливом на всех этапах эксплуатации.

Защитно-демпфирующий кожух предназначен для снижения ударных нагрузок на МБК с ОЯТ при аварийных ситуациях во время межобъектового транспортирования. Защитно-демпфирующий кожух состоит из цилиндрического корпуса, крышки и днища. Крышка и днище крепятся к фланцам корпуса шпильками с гайками. На корпусе, крышке и днище установлены трубчатые демпфирующие элементы. На корпусе имеются четыре цапфенных узла для перемещения и кантования ТУК.

На рис. 2–6 (см. 3-ю стр. обложки) показаны отдельные элементы ТУК: арматурный каркас; чехол; защитно-демпфирующий кожух; МБК.

Большая часть металлоконструкции ТУК-109 (наружная и внутренняя крышки, комингс, наружный и промежуточный силовые стаканы, защитно-демпфирующий кожух, кроме труб) выполнена из низколегированной кремнемарганцовистой стали 09Г2СА-А (значительно более дешевой, чем коррозионно-стойкие стали), являющейся новой разработкой, обеспечившей повышенное сопротивление хрупкому разрушению при температурах до минус 50 °С включительно ($KCV^{-50} \geq 30 \dots 60 \text{ Дж/см}^2$). Внутренний стакан МБК, чехол и ампулы выполнены из коррозионно-стойкой стали. Антикоррозионная защита наружных поверхностей МБК и защитно-демпфирующего кожуха обеспечивается радиационно стойкими, многократно дезактивируемыми системами покрытий в соответствии с РД 5.УЕИА 3228–99. Системы включают газотермическое покрытие на основе алюминия и лакокрасочные покрытия на основе эпоксидных эмалей или полиуретановых материалов. Срок службы указанных покрытий с учетом восстановления составляет 50 лет, они аттестованы в соответствии с ГОСТ В 15.108–83.

Толщина боковой стенки МБК — 450 мм выбрана, исходя из требований по снижению уровня излучений от ОЯТ. Поэтому необходимо при

изготовлении обеспечить требуемую массовую толщину (произведение плотности материала на толщину защитного слоя) стенки с учетом допусков на размеры, колебаний плотности бетона и возможных несплошностей в нем при бетонировании полостей, насыщенных арматурой. Петербургским институтом ядерной физики Российской академии наук была разработана методика гамма-контроля массовой толщины и сплошности бетонного заполнителя. Гамма-контроль массовой толщины производится путем сравнения сигнала, регистрируемого при сканировании боковой поверхности МБК парой источник — детектор, с эталонным сигналом, формируемым при контроле образца стенки. Контроль сплошности бетонного заполнителя производится с применением градиентного анализа интенсивности счета гамма-квантов.

Одной из центральных проблем, которая возникла при создании ТУК-109, была проблема разработки системы герметизации МБК, отвечающей всем российским и международным нормам, учитывающей двухцелевое назначение МБК. Многобарьерность системы герметизации обеспечивается тремя оболочками корпуса контейнера и защитно-герметизирующими крышками (по две в основном разъеме и технологических проходках во внутреннюю полость МБК), каждая из которых содержит по два контролируемых уплотнения. Учитывая, что на каждом из возможных путей утечек радиоактивного содержимого имеется три и более защитных барьера, причем каждый обеспечивает с запасом выполнение требований по допустимой утечке, а также то, что уплотнительные элементы отработаны на 50 лет эксплуатации, систему герметизации следует считать высоконадежной, практически исключая риск разгерметизации МБК.

Для подтверждения способности металлобетонных контейнеров выдерживать аварийные условия перевозки (падение с 9 м и с 1 м на мишень, тепловые испытания — на пожар) в соответствии с требованиями нормативного документа ОПБЗ-83 [3] был создан универсальный стенд СМ-322, который позволяет испытывать упаковки массой до 140 т [19]. На рис. 7 и 8 показаны фрагменты испытаний на стенде СМ-Э322, проведенных в обеспечение разработки ТУК-109.

Выполненные экспериментальные исследования, расчеты ядерной и радиационной безопасности, прочности, температурных полей и герметичности ТУК-109 показали, что разработанная конструкция полностью соответствует требованиям технического задания. В октябре 2002 г. ТУК-109 с положительным результатом прошел приемочные испытания, а в мае 2003 г. получен "Сертификат-разрешение на конструкцию упаковки Транспортный упаковочный комплект ТУК-109 с отработавшим ядерным топливом реакторов РБМК-1000.

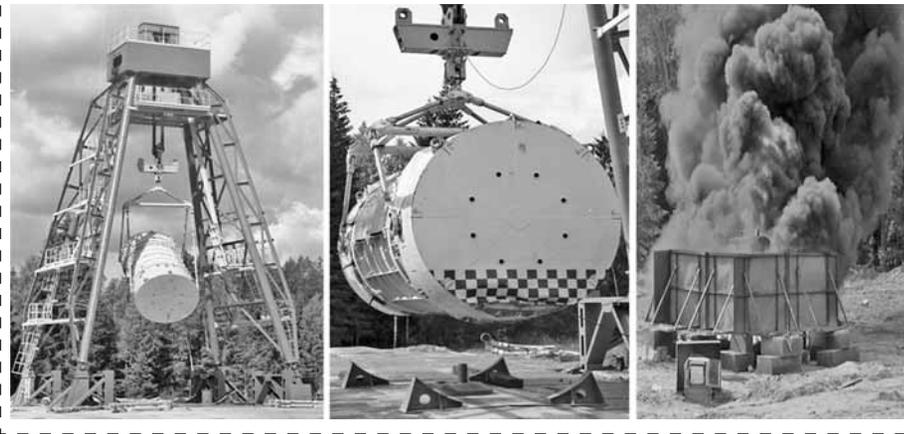


Рис. 7. Испытания экспериментального образца ТУК МБК на аварийные условия перевозки (бросок с 9 м и с 1 м на штырь, пожар)



Рис. 8. Испытания ТУК-104 на аварийные условия перевозки (бросок с 9 м и с 1 м на штырь)

RU/0103/В(U)F-96", которым подтверждено соответствие конструкции требованиям "Основных правил безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов ОПБЗ-83 и "Правил безопасной перевозки радиоактивных материалов. Издание 1996 г. № ST-1" МАГАТЭ. В настоящее время с учетом этих материалов действует Сертификат-Разрешение на перевозку ОЯТ в ТУК-109.

Промышленное изготовление металлобетонных контейнеров освоено на заводах ОАО "Ижорские заводы" (г. Колпино), ОАО "ПО "Севмаш" (г. Северодвинск) и ЗАО "Энерготекс" (г. Курчатов). Защитно-демпфирующий кожух изготавливался в ОАО "Савеловский машиностроительный завод" (г. Кимры), ОАО "Уралхиммаш" (г. Екатеринбург) и ЗАО "Энерготекс". Всего изготовлено 126 МБК и 33 защитно-демпфирующих кожухов.

ТУК-109 по схемно-конструктивному решению (металлобетонный контейнер, многобарьерная система герметизации, защитно-демпфирующий кожух и др.) является принципиально новой разработкой, не имеющей аналогов среди российских и зарубежных контейнеров для ОЯТ. Преимущества

ТУК-109 связаны с его двухцелевым назначением, возможностью эксплуатироваться при температуре до минус 50 °С, практически отсутствием рисков разгерметизации, задействованием в силовой схеме бетона (в одинаковых по назначению немецких контейнерах CONSTOR бетон используется только для радиационной защиты), минимальным использованием дорогой коррозионно-стойкой стали.

В ходе разработки ТУК-109 решен целый ряд расчетно-теоретических, материаловедческих и производственно-технологических проблем. Ниже перечислены основные результаты, значение которых не исчерпывается рамками проекта ТУК-109.

Ниже перечислены основные результаты, значение которых не исчерпывается рамками проекта ТУК-109.

- Разработаны математические модели для расчетов образования и переноса гамма-нейтронного излучения, учитывающие трехмерную геометрию и композиционную структуру конструкции, неравномерность источников излучения по длине тепловыделяющих сборок и другие факторы, проведена верификация расчетных кодов. Разработаны математические модели и соответствующее программное обеспечение для расчетов температурных полей и прочности ТУК-109 во всех режимах эксплуатации, включая аварийные условия перевозки. Методические подходы подтверждены результатами экспериментальных исследований. Обосновано максимально допустимое количество влаги в МБК и сформулирован подход к расчету утечек радиоактивного содержимого из-за возможной (допустимой) неплотности соединений и газопроницаемости уплотнительных элементов.
- Создана специальная низколегированная сталь 09Г2СА-А с высокой технологичностью и сопротивлением хрупкому разрушению при температурах до минус 50 °С, разработаны сварочные материалы и технологии сварки, обеспечивающие прочность и хладостойкость сварных соединений на уровне основного металла. Разработанные сталь 09Г2СА-А и сварочные материалы аттестованы Ростехнадзором России. Решена задача прецизионного металловедения, связанная с точным регулированием химического состава металла, режимов пластической и термической обработки, а также технологических параметров сварки, что обеспечило создание промышленной технологии изготовления металлургических заготовок в широком диапазоне толщин, высокопроизводительных методов сварки металлоконструкций.

- Разработаны составы особо прочных сверхтяжелых бетонов классов по прочности на сжатие В80...В110 средней плотностью до 4100 кг/м³, технологии их приготовления и укладки в конструкцию.
- Разработано антикоррозионное комбинированное покрытие для защиты низкоуглеродистых сталей, состоящее из газотермического покрытия на основе алюминия и лакокрасочного покрытия. Покрытие является радиационно стойким, допускает многократную дезактивацию и имеет срок службы с учетом ремонта 50 лет.
- Созданы уплотнительные элементы на основе радиационно стойкой резины и терморасширенного графита (кольца армированные графитовые, спирально-навитые прокладки) со сроком службы 50 лет, обеспечивающие высокую плотность разъемных соединений (не ниже 10⁻⁶ м³·Па/с) в условиях действия излучений и при температурах от минус 50 до плюс 400 °С (для уплотнений на основе резины максимальная температура составляет 65 °С и 160 °С, соответственно при длительном и кратковременном нагреве).
- Создан универсальный стенд для проведения испытаний транспортных упаковочных комплектов с массой до 140 т для аварийных условий перевозки, разработан методика и создан стенд контроля массовой толщины конструкции сложной структуры (металлические оболочки, арматура, бетон) и сплошности бетонного заполнителя.

Технические решения, положенные в основу разработки ТУК-109, защищены 35 патентами на изобретения. Принципиальные схемно-конструктивные решения, вопросы безопасности, методические подходы к расчетно-теоретическому обоснованию конструкции ТУК-109, вопросы обращения с ТУК-109 при его эксплуатации докладывались и обсуждались на различных форумах и отражены в многочисленных публикациях, руководящих материалах и монографии [20].

Список литературы

1. **Транспортный упаковочный комплект** для длительного хранения и транспортирования ОЯТ реакторов РБМК-1000. СМ-563. Техническое задание. ФГУП "КБСМ", 1995.
2. **Транспортный упаковочный комплект** на основе металлобетонного контейнера. Испытания крупномасштабной модели СМ-564. ФГУП "КБСМ", 1997.
3. **Основные правила** безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов, ОПБЗ-83, 1984.
4. **Технический проект** "Комплект транспортный упаковочный для длительного хранения и транспортирования ОЯТ реакторов РБМК-1000. ТУК-104", 7 книг, ФГУП "КБСМ", 1999.

5. **Обоснование** радиационной защищенности ТУК-МБК. Научно-технический отчет. РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1996.
6. **Моренко А. И., Барченков А. И.** Анализ радиационной и ядерной безопасности ТУК-109 повышенной вместимости. Отчет. РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999.
7. **Обоснование** прочностных свойств бетонного массива и целостности МБК в условиях эксплуатационного теплового и радиационного воздействия. Научно-технический отчет. ФГУП ВНИИЭФ-МБК, 1998.
8. **Обоснование** долговечности металлобетонного контейнера для хранения и транспортирования отработавшего ядерного топлива. ТУК-104. КБСМ, 1999.
9. **Заключение** о выборе марок основных, сварочных, уплотнительных металлических материалов, крепежных элементов, антикоррозионных покрытий и конструктивно-технологических решений для металлобетонного контейнера СМ-561, предназначенного для длительного хранения и транспортирования ОТВС реактора РБМК-1000. ЦНИИ КМ "Прометей", 1995.
10. **Техническое решение** о применении основных и сварочных материалов при производстве деталей и узлов металлобетонного контейнера ТУК МБК для длительного хранения и транспортировки отработанных тепловыделяющих сборок атомных энергетических реакторов. Согласовано с Госатомнадзором России, исх. № 3-24/494 от 11.09.02.
11. **Разработка** и внедрение антикоррозионного покрытия наружной поверхности МБК. Технический отчет. ЦНИИ КМ "Прометей", 1998.
12. **Обоснование** радиационно-химической безопасности металлобетонного контейнера при длительной эксплуатации. Отчет. НПО "Радиовый институт им. В. Г. Хлопина", 1996.
13. **Параметры** парогазовой среды в бетонном наполнителе МБК и обоснование радиационно-химической безопасности конструкции контейнера в нормальных и аварийных условиях эксплуатации. Технический отчет. ГУП НПО "Радиовый институт им. В. Г. Хлопина", 2000.
14. **Разработка** составов особо прочного сверхтяжелого бетона (ОПБСТ) классов В90...В110 по прочности на сжатие и марки Д4100 по средней плотности на заполнителях из брикетов, окатышей, дроби и окалины для контейнеров ТУК-108. ТУК-109, ТУК-120 и их модификаций. Научно-технический отчет. ФГУП 26 ЦНИИ МО РФ, 2004.
15. **Методика** гамма-контроля массовой толщины и сплошности бетонного заполнителя корпуса металлобетонного контейнера. ПИЯФ РАН, СПб., 1999.
16. **Установление** гарантийных сроков сохраняемости свойств материалов, применяемых в составе МБК, на срок 50 и более лет. Справка-отчет № 5513.ГП ЦНИИМ, 1999.
17. **Прокладки** спирально-навитые, ТУ 38.314-25-8-91. ЗАО "Фирма "Союз-01", 1991.
18. **Теплофизические характеристики** особо прочного бетона ОПБСТ. Научно-технический отчет. ГП "КБСМ", 1996.
19. **Стенд** универсальный СМ-Э322. Технические условия. СМ-Э322 ТУ. ГУ КБСМ, 1996.
20. **Гуськов В. Д., Воронцов В. В., Долбенков В. Г., Коротков Г. В., Ходасевич К. Б., Моренко А. Н., Свиридов Н. В.** Металлобетонные контейнеры для хранения и транспортирования отработавшего ядерного топлива (история создания российских контейнеров): Монография. — СПб.: Русская коллекция, 2012. — 215 с.



V. D. Guskov, Deputy General Designer, e-mail: vu1940@mail.ru,
G. V. Korotkov, Deputy Chief Designer, JSC "Design Office of Special Mechanical Engineering", Saint-Petersburg, **O. G. Chernikov**, First Deputy Director, JSC "Concern Rosenergoatom", Moscow, **A. I. Morenko**, Leading Researcher, Russian Federal Nuclear Center All-Russian Research Institute of Experimental Physics, Sarov, Nizhny Novgorod Region

TUK-109 Transport Package

The TUK-109 history beginning from an experimental specimen CM-563, tests of its experimental model CM-564 with subsequent reduction of its manufacturing labor intensity, enhancement of its technical specifications and increase of the spent nuclear fuel capacity (intermediate option TUK-104) is given. A cooperation of organizations-subcontractors and companies-manufacturers is created. The content of the main experimental and calculation-theoretical studies concerning problems of strength, tightness, radio-chemical safety of testing industrial issues, which were solved for the first time in Russia when developing the TUK-109, is shown. Description of the TUK-109 design on the whole and its components is given.

Keywords: transport package, metal-and-concrete cask, protective-damping casing, ampoule, spent nuclear fuel

References

1. **Transport Package** for Long-Term Storage and Transportation of the RBMK-1000 SNF. SM-563. Technical Assignment. FGUP KBSM, 1995.
2. **Transport Package** on the Base of the Metal-and-Concrete Cask. Test of the Large-Scaled Model SM-564. FGUP KBSM, 1997.
3. **Principal Safety** Rules and Physical Protection when Transporting Nuclear Materials. OPBZ-83, 1984.
4. **Technical Project** "Transport Package for Long-Term Storage and Transportation of the RBMK-1000 SNF. TUK-104". 7 books, FGUP KBSM, 1999.
5. **Substantiation** of Radiation Protection of TUK-MBK. Science and Technical Report. RFYC-VNIIEF. 1996.
6. **Morenko A. I., Barchenkov A. I.** Analysis of Radiation and Nuclear Safety of the TUK-109 of Increased Capacity. Report. RFYC-VNIIEF. 1999.
7. **Substantiation** of Strength Properties of Concrete Massive and the MBK Integrity in the Conditions of Operating Thermal and Radiation Influence. Science and Technical Report. FUP VNIIEF-MBK, 1998.
8. **Substantiation** of Endurance of the Metal-and-Concrete Cask for Storage and Transportation of the Spent Nuclear Fuel. TUK-104. KBSM, 1999.
9. **Conclusion** on Choice of Brands of Main, Welding, Sealing Metallic Metals, Fastening Elements, Anti-Corrosion Coats and Designing-Technological Solutions for the CM-561 Metal-and-Concrete Cask Intended for Long-Term Storage and Transportation of the STEA of the RBMK-1000 Reactor. CNII KM Prometey, 1995.
10. **Technical Solution** for Application of Main, Welding Materials When Manufacturing Parts and Assemblies of the Metal-and-Concrete Cask TUK-MBK for Long-Term Storage and Transportation of the Spent Thermal Emitting Assemblies of Nuclear Power Reactors. Agreed with Gosatomnadzor of Russia, initial No. 3-24/494 from 11.09.02.
11. **Development** and Introduction of Anti-Corrosion Coat of the External Surface of the MBK. Technical report. CNII KM Prometey, 1998.
12. **Substantiation** of Radiation-and-Chemical Safety of the Metal-and-Concrete Cask at Long-Term Operation. Report. NPO V. G. Khlopin Radiyevy Institute, 1996.
13. **Parameters** of Vapour and Gas Medium in the Concrete Filler of the MBK and Substantiation of Radiation-and-Chemical Safety of Cask Design in the Normal and Emergency Conditions of Operation. Technical Report GUP NPO V. G. Khlopin Radiyevy Institute, 2000.
14. **Development** of Compositions of Especially Strong Super Heavy Concrete (OPBST) of B90...B110 Classes in Respect to Strength for Compression and D4100 Brand in Respect to Medium Density at Fillers of Briquets, Pellets, Rolls and Scale for Casks TUK-108, TUK-109, TUK-120 and Their Modifications. Science and Technical Report. FGUP 26 CNII MO RF, 2004.
15. **Methods** of Gamma Control of Mass Width and Continuity of Concrete Filler of the Metal-and-Concrete Cask Case. PIYF RAN, SPb, 1999.
16. **Determination** of Warranty Periods of Preservation of Material Properties Applied in the MBK Composition for Period of 50 and More Years. Information Report No. 5513.GP CNIIIM, 1999.
17. **Spiral-Wound Gaskets**. TU 38.314-25-8-91. ZAO FIRM Soyuz-01, 1991.
18. **Thermal and Physical Characteristics** of OPB-CT Especially Strong Concrete. Science and Technical Report. GP KBSM, 1996.
19. **CM-Э322** Universal Stand. Technical Specifications. CM-Э322 TY. KBSM, 1996.
20. **Guskov V. D., Vorontsov V. V., Dolbenkov V. G., Korotkov G. V., Khodasevich K. B., Morenko A. N., Sviridov N. V.** Metal-and Concrete Casks for Storage and Transportation of the Spent Nuclear Fuel (History of Development of Russian Casks): Monography. Saint-Petersburg: Publishing House Russian Collection, 2012. 215 p.

УДК 621.039.743

В. И. Перегуда, зам. генерального директора — директор филиала АО "Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **В. Н. Симонов**, начальник цеха, филиал АО "Концерн Росэнергоатом" "Ленинградская атомная станция", Сосновый бор, Ленинградская область, **О. Г. Черников**, первый зам. директора, АО "Концерн Росэнергоатом", Москва, **В. Д. Гуськов**, д-р техн. наук, зам. генерального конструктора, e-mail: vu1940@mail.ru, **Г. В. Коротков**, зам. главного конструктора, **В. М. Зозуля**, канд. техн. наук, зам. главного конструктора, АО "КБСМ", Санкт-Петербург

Обращение с ТУК-109 на Ленинградской АЭС

В статье приведено краткое описание основных операций с транспортно-упаковочным комплектом (ТУК) от его приема на Ленинградской АЭС до отправки загруженного отработавшим ядерным топливом, осушенного и проверенного на радиационное загрязнение и герметичность ТУК-109 на горно-химический комбинат (ГХК). Для реализации представленной схемы обращения с ТУК-109 на Ленинградской АЭС кооперацией предприятий было разработано и изготовлено более 30 единиц основного транспортно-технологического оборудования и более 25 единиц вспомогательного. Акцентировано внимание на разработку и внедрение в технологию обращения с ТУК-109 на Ленинградской АЭС автоматизированной системы подготовки УКХ-109 к хранению и оптико-телевизионной системы контроля положения контейнера, которые позволили снизить дозовую нагрузку на персонал и повысить эффективность операций по подготовке ТУК-109 к отправке на ГХК.

Ключевые слова: транспортно-упаковочный комплект, транспортно-технологическое оборудование, отработавшее ядерное топливо, атомная станция, горно-химический комбинат, автоматизированная система подготовки, система контроля положения контейнера

В статье дается краткое описание основных операций с транспортно-упаковочным комплектом ТУК-109 (далее ТУК) от его приема на АЭС до отправки на горно-химический комбинат. ТУК доставляется на АЭС на железнодорожном транспорте ТМ2-3, из восьми штук которых формируется эшелон (рис. 1).

После расформирования эшелона ТУК на транспортере перевозится в хранилище отработанного ядерного топлива (ХОЯТ), снимается с транспортера, кантуется в вертикальное положение и устанавливается на пост сборки ТУК. Снимается защитно-демпфирующий кожух и упаковочный комплект хранения (УКХ) устанавливается в зал хранения металлобетонных контейнеров (МБК). Последовательность выгрузки и



Рис. 1. Эшелон с транспортерами ТМ2-3

разборки ТУК, размещения УКХ в зале хранения МБК показана на рис. 2 (см. 4-ю стр. обложки).

Подготовка УКХ к загрузке: УКХ в вертикальном положении с помощью специальной подвески с электроприводом СМ-610 (применение подвески СМ-610 защищено патентом на полезную модель № 90611 "Сухое контейнерное хранилище отработанного ядерного топлива" [1]) переносится с места хранения и устанавливается на стенд термостатирования (рис. 3 — см. 4-ю стр. обложки). Термостатирование, обеспечивая нагрев внутренних стенок МБК выше точки росы воздуха транспортного коридора, исключает образование конденсата во внутренней полости МБК при загрузке ОЯТ и сокращает время его последующей осушки. Следует отметить, что при температуре конструкции МБК ниже плюс 10 °С процесс вакуумной осушки становится проблемным. После термостатирования УКХ переносится на пост подготовки, снимается герметизирующий лист, УКХ устанавливается на передаточную платформу, доставляется в транспортный коридор и устанавливается на пост обслуживания (рис. 4 — см. 4-ю стр. обложки).

Наружная крышка снимается, на внутреннюю крышку устанавливается защитное устройство, а на него — биологическая защита. На шпильки наружной крышки устанавливается наводящее устройство, боковая поверхность УКХ укрывается защитным

чехлом и платформа с УКХ перемещается под шахту загрузки в транспортном коридоре. Совмещение осей УКХ и шахты загрузки обеспечивается оптико-телевизионной системой позиционирования УКХ.

Загрузка ОЯТ в УКХ осуществляется в автоматизированном режиме оборудованием защитной камеры, при этом выполняются технологические процессы по стыковке УКХ с узлом загрузки, извлечению из УКХ и перемещению в защитную камеру внутренней крышки с защитным устройством и чехла с ампулами. После загрузки чехла с ампулами ОЯТ выполняются возвратные операции.

Подготовка УКХ к хранению: передаточная платформа с УКХ, загруженным ОЯТ, перемещается на пост обслуживания, снимается защитный чехол, закрепляется внутренняя крышка и проводится экспресс-контроль ее герметичности, снимается защитное и наводящее устройство, устанавливается наружная крышка и проводится контроль ее герметичности. УКХ с ОЯТ перемещается на пост контроля радиоактивных загрязнений (рис. 5), где производится контрольное измерение гамма-нейтронного излучения и загрязнения поверхностей и, при необходимости, дезактивация наружной поверхности УКХ. Далее УКХ подается на пост подготовки УКХ к хранению (рис. 6), где с помощью автоматизированной системы управления подготовкой УКХ-109



Рис. 5. Пост контроля радиоактивных загрязнений УКХ



Рис. 6. Пост подготовки УКХ к хранению. Выполняется осушка и контроль герметичности УКХ

к хранению проводится осушка внутренней полости УКХ, контроль герметичности разъемных соединений УКХ, заполнение УКХ инертным газом.

Подготовленный к хранению УКХ с ОЯТ переносится на отведенное место хранения. Перед вывозом УКХ из хранилища производится контроль радиационного загрязнения и при необходимости дезактивация наружной поверхности УКХ на посту контроля УКХ. Из зала хранения УКХ переносится на пост сборки ТУК, где на него устанавливается защитно-демпфирующий кожух. Производится установка пломб в системе учета и контроля ядерных материалов, ТУК устанавливается на железнодорожный транспортер ТМ2-3, производится контрольное измерение гамма-нейтронного излучения и загрязнения поверхностей ТУК и транспортера. Железнодорожный транспортер с ТУК-109 вывозится из здания 428 в зону формирования состава.

Для реализации схемы обращения с ТУК-109 на Ленинградской АЭС было разработано и изготовлено в кооперации с различными заводами Российской Федерации более 30 единиц основного транспортно-технологического оборудования и более 25 вспомогательного (системы обращения с отработавшими фильтрами системы газоочистки, стеллажи, захваты и пр.).

К значимым научно-техническим достижениям, внедренным в технологию обращения с ТУК-109 на Ленинградской АЭС, следует отнести разработку автоматизированной системы подготовки упаковочных комплектов УКХ-109 к хранению (АСУП УКХ-109) и оптико-телевизионной системы контроля положения контейнера (СКПК). Системы разработаны соответственно ФГУП "НИТИ им. А. П. Александрова" и ГНЦ "ЦНИИ робототехники и технической кибернетики", совместно с АО "КБСМ" и Ленинградской АЭС.

АСУП УКХ-109 предназначена для управления технологическим оборудованием средств осушки, комплектом оборудования для контроля герметичности и заполнения инертным газом. Система обеспечивает автоматизированное решение следующих задач:

- осушка контейнера с фиксацией ее завершения;
- контроль герметичности разъемных соединений УКХ-109 и заполнение его инертным газом;
- оперативный контроль состояния технологических процессов;
- определение текущей наработки оборудования и формирование банка данных по подготовленным к хранению контейнерам с автоматическим формированием отчетной документации.

АСУП УКХ-109 осуществляет управление следующими элементами технологического оборудования средств подготовки упаковочных комплектов УКХ-109 для хранения ОЯТ:

- средствами осушки упаковочных комплектов УКХ-109 для хранения ОЯТ в составе холодильной установки (оборотного

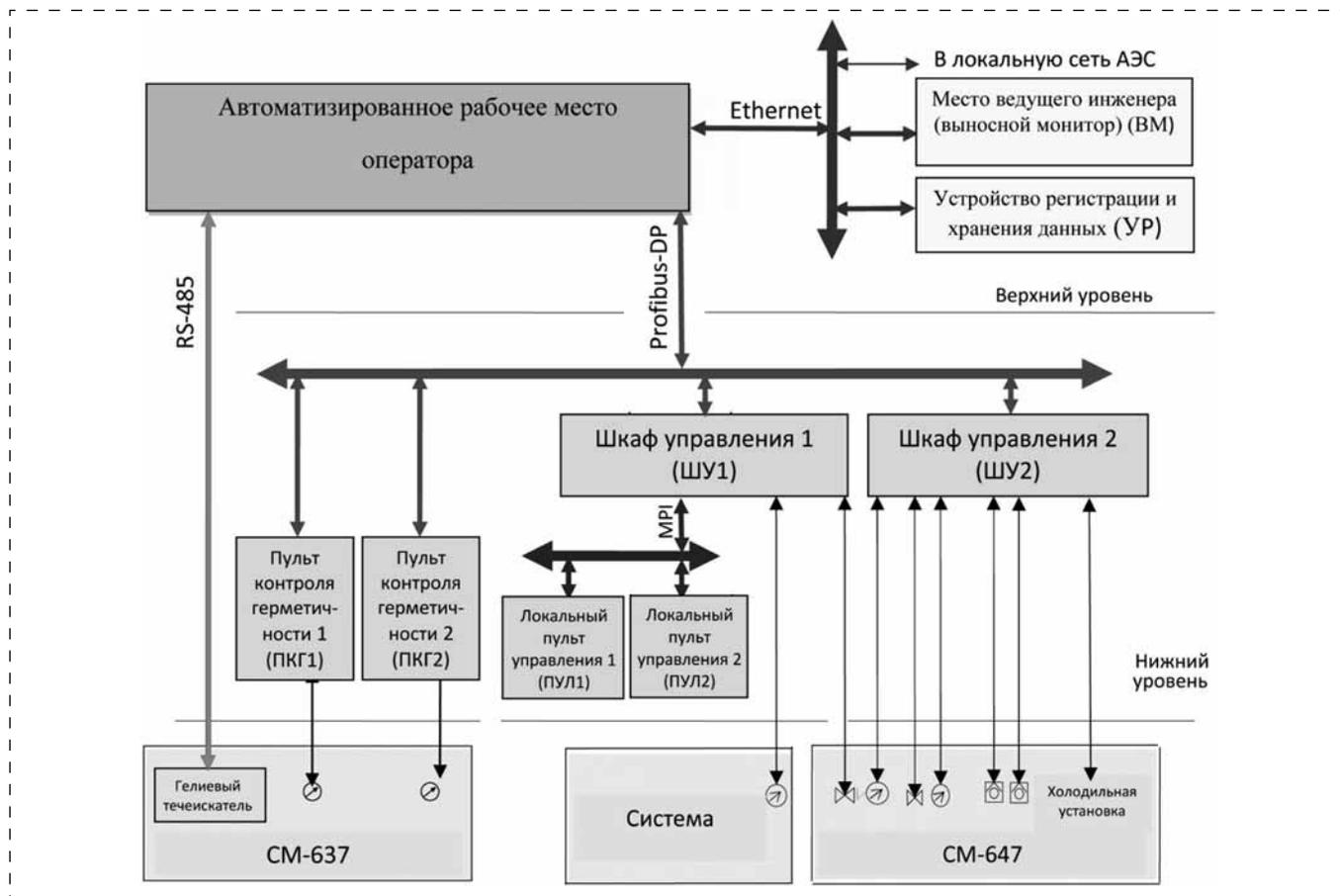


Рис. 7. Структурная схема АСУП УКХ-109: СМ-637 — оборудование контроля герметичности и заполнения и УКХ инертными газами; СМ-647 — система осушки

водоснабжения) ВТХО-2м, вакуумного насосного блока (2 шт.), контрольно-регулирующей аппаратуры в виде клапанов и датчиков, узла конденсатора, сливного бачка;

- комплектом оборудования для контроля герметичности и заполнения УКХ с ОЯТ инертными газами в составе контрольно-регулирующей аппаратуры в виде клапанов и датчиков, гелиевого масс-спектрометрического течеискателя ТИ1-30;
- контрольно-регулирующей аппаратурой в виде клапанов и датчиков системы газоочистки.

Структурная схема АСУП УКХ-109 приведена на рис. 7. Система имеет распределенную двухуровневую структуру. Верхний уровень состоит из автоматизированного рабочего места оператора, устройства регистрации, анализа и хранения данных, выносного монитора места ведущего инженера по эксплуатации. Нижний уровень содержит шкафы управления технологическим оборудованием, пульта контроля герметичности и локальные пульта управления. Исходя из особенностей архитектуры и объема выполняемых функций, АСУП УКХ-109 была построена на базе контроллеров семейства SIMATIC S7-300 типа CPU 314C-2DP. Для сервисных операций с оборудованием шкафов

управления и исполнительных устройств в режимах наладки и обслуживания, а также для организации пошагового режима работы с помощью локальных пультов управления используются панели оператора SIMATIC OP 73. Получено два свидетельства о государственной регистрации программ ЭВМ [2, 3].

Программное обеспечение АСУП УКХ-109 выполнено по технологии клиент-серверного приложения и состоит из модулей контроллеров управления, модулей локальных панелей оператора, модуля панели оператора автоматизированного рабочего места, модулей устройства регистрации и выносного монитора.

Внедрение АСУП УКХ-109 обеспечило снижение дозовой нагрузки на персонал за счет уменьшения доли ручного труда при управлении и наблюдении за технологическим процессом, сокращения времени трудоемких операций по осушке и контролю герметичности, а также по формированию и архивированию отчетной документации, уменьшения влияния человеческого фактора на технологический процесс.

Оптико-телевизионная система контроля положения контейнера предназначена для решения следующих задач:

- определение и контроль отклонений по трем координатам и азимуту оси грибка защитного



Требования к параметрам положения

Параметр	Значение, мм
Допустимое отклонение межосевого расстояния между грибок защитного устройства и шахтой загрузки	Не более 5
Допустимое отклонение координаты по высоте грибка защитного устройства после установки крышки контейнера относительно положения, в котором она находилась перед извлечением из контейнера	Не более 4
Допустимое минимальное расстояние от УКХ, расположенного на передаточной платформе, до оборудования шахты загрузки при проезде в транспортном коридоре	10

устройства металлобетонного контейнера УКХ от базовой оси шахты загрузки во время нахождения его на передаточной платформе в транспортном коридоре под шахтой загрузки;

- определение и контроль расстояний от УКХ до оборудования шахты загрузки (створки биозащиты, герметизирующий воротник) в поперечной плоскости и по высоте при перемещении передаточной платформы с УКХ в транспортном коридоре.

Для обеспечения автоматизированной загрузки ОЯТ в МБК необходимо выполнение указанных в таблице требований к параметрам положения. Контроль перечисленных параметров осуществляет СКПК.

Для реализации этих требований и стыковки захвата тросовой тележки с грибком защитного устройства введены:

- специальный поддон в передаточную платформу, на который устанавливается УКХ, и ручной привод, обеспечивающий перемещение поддона с УКХ на платформе в поперечном направлении;

- специально разработанное наводящее устройство, устанавливаемое на комингс МБК;
- три радиальных и три азимутальных ролика в конструкцию защитного устройства, ориентирующие внутреннюю крышку в наводящем устройстве.

Как показал опыт эксплуатации, внедренная на Ленинградской АЭС технология автоматизированной загрузки ОЯТ в МБК обеспечивает высокую надежность и безопасность работ.

Список литературы

- Сухое контейнерное хранилище** для отработавшего ядерного топлива — патент на полезную модель № 90611. Опубликовано 10.01.2010.
- Свидетельство** о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013661969 "Программный комплекс "Автоматизированная система управления подготовкой упаковочного комплекта хранения (УКХ) к сухому хранению".
- Свидетельство** о государственной регистрации программ для ЭВМ № 20136112144 Программный комплекс "Автоматизированная система научных исследований (АСНИ) Одиссей-М".

V. I. Pereguda, Deputy General Director — Director of Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear Power Station, Sosnovyj Bor, Leningrad Region, **V. N. Simonov**, Chief of Shop, Branch JSC "Concern Rosenergoatom" Leningrad Nuclear Power Station, Sosnovyj Bor, Leningrad Region, **O. G. Chernikov**, First Deputy Director, JSC "Concern Rosenergoatom", Moscow, **V. D. Guskov**, Deputy General Designer, e-mail: vu1940@mail.ru, **G. V. Korotkov**, Deputy Chief Designer, **V. M. Zozulya**, Deputy Chief Designer, JSC "Design Office of Special Mechanical Engineering", Saint-Petersburg

TUK-109 Handling at the Leningrad NPP

A brief description of the main operations with the transport package (TUK) as from the moment of its reception at the Leningrad NPP to shipment of the TUK-109 loaded with the spent nuclear fuel, dried and verified for radiation contamination and tightness to the mining-and-chemical integrated plant (GHK). To implement the submitted diagram of the TUK-109 handling at the Leningrad NPP, the cooperation of companies developed and manufactured more than 30 units of the main transport and technological equipment and more than 25 units of auxiliary equipment. Attention is emphasized at development and introduction into the TUK-109 handling technology of the automated system of preparation of the UKH-109 for storage at the Leningrad NPP and the optical-television system of the cask position control, which allowed to reduce dosing load at the personnel and increase efficiency of operations to prepare the TUK-109 for shipment to the GHK.

Keywords: transport package, transport and technological equipment, spent nuclear fuel, nuclear power plant, mining-and-chemical integrated plant, automated preparation system, position control system of casks

References

- Dry Cask Storage for Spent Nuclear Fuel.** Patent for a useful model No. 90611, published 10.01.2010.
- Bundled Software "Automated Control System of Preparation of Packing Storage Package (UKH) for Dry Storage".** State Registration Certificate for Computer Software No. 2013661969.
- Bundled Software "Automated System of Science Study (ASSS) Odysseus. M".** State Registration Certificate for Computer Software No. 20136112144.

**Указатель статей, опубликованных в журнале
"Безопасность жизнедеятельности" в 2016 году**

**Index of articles published in the journal "Life Safety"
in 2016**

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Короткий А. А., Журавлева М. А.** Риск-ориентированный подход для промышленных предприятий. № 5
- Малаян К. Р.** Тернистый путь развития охраны труда: ее актуальные проблемы № 3
- Мартынов А. А., Малеев Н. В., Яковенко А. К.** Тепловой режим глубоких угольных шахт. № 3
- Матюшин А. В., Порошин А. А., Харин В. В., Бобринев Е. В., Маштаков В. А., Шавырина Т. А.** Оценка риска заболеваемости личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России № 1
- Минько В. М.** Об авариях и других причинах несчастных случаев по данным современных экспертных исследований. № 2
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю.** Очистка воздуха от мелкодисперсной пыли в инновационной орошаемой насадке для охладителей кабин самоходных машин № 5
- Прокошина Т. С.** Влияние рабочего положения оператора универсального токарно-винторезного станка на его производительность труда и уровень соматического здоровья. № 5
- Русак О. Н.** Безопасность, которая нам нужна. № 1
- Федосов А. В., Аскарлова А. А.** Моделирование биологического фактора при специальной оценке условий труда № 1

ОХРАНА ТРУДА

- Алексеев О. Н., Воронов Е. Т., Бондарь И. А.** Пути улучшения радиационной обстановки на урановых рудниках России № 12
- Кириллов В. Ф., Филин А. С.** Измерение концентрации вредных веществ в воздухе (обзор) № 11
- Минько В. М., Евдокимова Н. А.** О проблемах объективной оценки биологического фактора при исследованиях условий труда № 10
- Минько В. М., Евдокимова Н. А., Титаренко И. Ж., Бакарягина А.** Формулы условий безопасности № 8
- Минько В. М., Русак О. Н.** Наука управлять охраной труда № 9
- Петров С. О.** Отчуждение труда преподавателя российского вуза и возможности его преодоления № 12
- Родин В. Е., Белинский С. О., Бондарев И. П.** Стресс на рабочем месте как фактор профессионального риска. Методы снижения стрессовых ситуаций № 11
- Русак О. Н., Фаустов С. А., Цветкова А. Д.** Роль средств индивидуальной защиты в системе оздоровления труда № 7
- Русак О. Н., Цветкова А. Д.** Специальная оценка условий труда и здоровье людей. № 6

- Сугак Е. Б.** Социальное партнерство как один из инструментов управления профессиональными рисками № 6
- Шкрабак В. С., Попов А. А., Данилова С. В., Богатырев В. Ф.** Обоснование параметров и режимов работы оборудования для гидроподавления почвенной пыли на линиях предреализационной доработки корнеплодов № 7
- Яговкин Г. Н., Мельникова Д. А., Яговкина Е. Н.** Причинно-следственные связи в структуре формирования несчастных случаев № 7
- Ягольницер О. В., Бутримова Е. В., Соболев А. Н., Некрасов А. Я.** Информационно-измерительный комплекс исследования факторов, влияющих на эргономику производственной среды машиностроительного предприятия № 9

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Алешков Д. С., Бедрина Е. А.** Исследование влияния использования наушников на органы слуха. № 8
- Воробьев Д. В., Жернов Ю. В.** Экопрофилактика лекарственных болезней в современных спортивно-тренировочных и оздоровительных технологиях № 8
- Залиханов М. Ч.** Прорыв на Эльбрус. № 6
- Поберезкин М. Н.** ВИЧ-инфекция (СПИД) среди молодежи: возможность прогноза исхода инфицирования и снижения социально-экономического ущерба. № 9
- Стусь В. П., Ляшенко В. И.** Безопасность жизнедеятельности населения в уранодобывающих регионах Украины № 6
- Тимушкина Н. В., Талагаева Ю. А.** Проблема формирования культуры питания у студентов. № 7

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ПРОМЫШЛЕННАЯ)
БЕЗОПАСНОСТЬ**

- Аполлонский С. М.** Функциональная безопасность на объектах электроэнергетики № 6
- Ванаев В. С., Готлиб Я. Г., Кашаев В. А., Ямпольский Д. З.** Оценка вибрационной безопасности отбойных молотков посредством стендовых испытаний. № 4
- Ильвес Г. Н.** Порядок взаимодействия предприятия с подрядными организациями, выполняющими работы на объектах предприятия № 8
- Качурин Н. М., Воробьев С. А., Васильев П. В., Шкуратский Д. Н.** Повышение точности определения количества воздуха при газовоздушных съемках в угольных шахтах и рудниках. № 2
- Котельников В. С.** Реформа системы промышленной безопасности № 3
- Кривобокоев В. А., Малюшина Ю. А.** Оценка проявления тревожности у сотрудников МЧС № 4
- Месхи Б. Ч., Короткий А. А., Панфилов А. В.** К вопросу обоснования безопасности пассажирского канатного транспорта на этапе проектирования № 11



- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. Энергосберегающая система круглогодичного кондиционирования воздуха в производственном помещении № 12
- Ямаева Э. Г., Фомина Е. Е. Разработка балльной оценки факторов влияния на безопасную эксплуатацию объектов газораспределения на этапе проектирования. № 1

ОТРАСЛЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кузнецов Ю. А. Определение и тренировка индивидуальных особенностей реакции водителя как средство повышения безопасности дорожного движения. № 6

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

- Трофименко Ю. В., Шашина Е. В. Влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности дорожного движения. № 1

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- Лубяниченко А. А., Петров С. К., Олейников А. Ю., Толокников И. С., Яковчук М. С. Результаты параметрических исследований глушителей выпуска высокотемпературных и высокоскоростных газов № 2
- Милохов В. В., Цаплин В. В. Способы локализации аэрозолей при фрезеровании древесины № 2
- Пригородова Т. Н. Устройство для равномерного всасывания загрязненного воздуха от протяженного источника пыления. № 2
- Романюк Е. В., Каргашилов Д. В., Некрасов А. В. Модернизация циклонов для повышения эффективности пылеулавливания № 5
- Смирнов С. Г., Нестеров Н. С. Особенности проектирования комбинированного глушителя аэродинамического шума энергетических установок № 8

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Попов В. Г., Сухов Ф. И., Чамова Ю. А. Выбор стратегии энерго- и ресурсосбережения в рамках экологической политики организации. № 2

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Зырянов И. В., Кулинич Н. Е., Середкина Е. В. Инвентаризация источников выбросов парниковых газов в АК "АЛРОСА" (ПАО). № 1
- Кирсанов В. В. Способ обеззараживания патогенной микрофлоры сточной воды активным илом как альтернатива химическим реагентам. № 1

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Буренин В. В., Иванина Е. С. Новые технические решения проблемы очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий № 3

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Афанасьева А. А., Назаренко Д. И., Швецова-Шилова Т. Н., Корольков М. В., Орлов А. Ю. Моделирование загрязнения поверхностного слоя почвы пылевыми выбросами промышленных предприятий № 4
- Буренин В. В. Новые гидравлические фильтры, устройства и установки для очистки сточных вод промышленных предприятий № 4
- Воропанова Л. А., Гагиева З. А. Очистка сточных вод кожевенных, травильных и гальванических производств от

- ионов хрома сорбцией смесью анионита марки АМ-2Б и катионита марки КУ-2. № 10
- Голобоков С. А., Мокеева О. Л. Проблемы обеспечения радиационной безопасности в морях Дальневосточного региона. № 10
- Игнатьев Л. А., Круне Т. И. Эффект воздействия высокомолекулярных компонентов нефти на свойства почвы и продукционный процесс растений № 9
- Кирпичников В. Ю., Дроздова Л. Ф., Мукалов Ю. Н. Экспериментальное определение основных источников внешнего шума предприятия без нарушения технологического режима его работы № 9
- Кирсанов В. В. Воздействие атмосферных осадков на качество воздуха приземного слоя. № 8
- Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Воропанова А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Очистка поверхностных сточных вод с использованием природных фито-систем № 7
- Рыбаков Ю. С., Вдовин А. В. Опасность отвалов руд и пород для окружающей среды и человека № 12
- Федоров М. П., Яковлев В. В. Прикладные модели устойчивости природно-технических систем в водном хозяйстве № 7
- Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я., Кузюков А. В., Фоменко Д. В., Минин И. В. Природно-ресурсная рента как источник финансирования природоохранных мероприятий № 9
- Ященко И. Г., Перемигина Т. О., Алексеева М. Н. Применение методов дистанционного зондирования для решения проблем сжигания попутного нефтяного газа № 8

ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кирсанов В. В. Система совершенствования профилактической работы по экологической безопасности на предприятиях химического комплекса. № 7
- Родин Г. А., Михайленко О. В., Ефремов С. В., Морозов А. В. Оценка химической безопасности технических объектов. № 7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Водяник В. И. Твердые отходы следует все-таки сжигать . . . № 1
- Гулак М. З., Шайхутдинова А. А. Способ получения высококачественных древесно-полимерных композитов методом промышленной экструзии. № 1
- Золотарев Г. М., Жуков В. В. Как реализовать закон № 458-ФЗ от 29.12.2014 "О внесении изменений в Федеральный закон № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" № 2
- Худякова Л. И., Войлошников О. В. Решение проблемы утилизации золошлаковых отходов. № 3

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Гридин Л. А. Характеристика условий деятельности специалистов военизированных отрядов по предупреждению возникновения и ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов № 9
- Дурнев Р. А., Котосорова А. С., Галиуллина Р. Л. Результаты моделирования процесса информирования населения при химической аварии № 1
- Захарова М. И. Анализ аварий с истечением газа из магистральных газопроводов и с последующим рассеиванием при аномальных метеоусловиях Севера № 1
- Кирсанов В. В. О классификации нештатных производственных ситуаций на опасных химико-технологических объектах. № 6

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Проблемы подтопления селитебных территорий № 2

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Снижение риска опасных явлений подтопления территорий и возможности страхования от их последствий № 6

Мельников А. В., Распопов А. А., Фридлянд Я. М. О методических подходах к анализу риска каскадных аварий на объектах нефтегазового комплекса № 10

Минкин В. А. Сравнительное психофизиологическое тестирование с предъявлением аудио и видеoinформации № 10

Солодский С. А., Пеньков А. И. Обеспечение защиты населения в здании при возникновении чрезвычайных ситуаций № 3

Твердохлебов Н. В. Сущность и содержание понятия "опасности военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций" № 7

Шаланин В. А., Федоренко С. В. Оценка влияния условий сброса на пропускную способность водосливов № 5

Юлдашев А. Б., Колганов Е. Г. Влияние климатического фактора на масштаб и вероятность протекания аварий . № 9

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Андрюшкин А. Ю., Цой А. А. Определение параметров высокотемпературного газового потока при испытаниях огнезащитных покрытий № 7

Беззапонная О. В., Алексеев С. Г., Акулов А. Ю., Рыбаков Ю. С., Головина Е. В. Методы прогноза температуры вспышки многокомпонентных жидкостей № 8

Микушов А. В., Копкин Е. В. Методика проектной оценки ущерба от пожара контейнерного терминала № 9

Станкевич Т. С. Исследование процесса принятия решений руководителем тушения пожара в морском порту № 1

Таранцев А. А., Чашин А. С., Нодь А. П. Моделирование вероятностей аварийных режимов в электросетях автотранспортных средств № 5

Ширяев Е. В., Рубцов Д. Н., Назаров В. П., Булгаков В. В. Огнезащитный эффект гранулированной пеностекольной подложки при углеводородном пожаре пролива № 4

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Шевченко Л. А., Шевченко И. Л. Миграционные процессы трудоспособного населения Российской Федерации как факт безопасности государства № 4

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Абалаков А. Д., Шеховцов А. И., Лысанова Г. И., Новикова Л. С. Природные условия жизнедеятельности на территории Хакасии № 8

Алборов И. Д., Тедеева Ф. Г., Гриднев Е. А. Проблемы водоснабжения населения в техногенной зоне и пути их решения № 10

Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Панюшкин В. Т. Оценка канцерогенной опасности для населения г. Краснодара, вызванной загрязнением атмосферного воздуха. № 6

Двуреченский В. Г., Филонова Е. Н. Пути снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса, связанной с отходами агломерации № 8

Динмухаметов А. Г. Применение методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах химической промышленности Республики Татарстан № 2

Имангазин М. К., Соколова Э. И. Исследование травматизма на Акеевском заводе ферросплавов Республики Казахстан № 8

Кузьмин С. Б. Опасные природные процессы Иркутской области № 12

Марданов И. И. Влияние геоэкологической ситуации на почвенные показатели летних пастбищ азербайджанской части Большого Кавказа № 4

Пенджиев А. М. "Зеленая" индустриализация: сырьевой потенциал твердых бытовых и производственных отходов в Туркменистане № 6

Пенджиев А. М. "Зеленая" индустриализация: технология переработки твердых бытовых отходов № 10

Тилегенов И. С., Сейдалиев Т. О. Концептуальные проблемы экологической безопасности в Республике Казахстан . . № 5

Ткаченко Ю. Л., Соколова А. А., Астраханцева А. Д., Александрия А. Н., Вылегжанина Е. С., Диденко А. Ф., Меликова М. Т. Автономный модуль для обеспечения безопасности жизнедеятельности в Арктике № 5

Халилов Г. А., Алмамедли М. Г. Применение морфометрического метода при экогеоморфологической оценке рельефа Тальшской горной системы № 10

Шекатурина Т. Л., Яковчук Ю. Н. Динамическое загрязнение воздушного бассейна Балаклавского района г. Севастополя № 2

ОБРАЗОВАНИЕ

Бянкин А. Г. Инновационные, интерактивные формы обучения в университете на примере мультимедийного учебного пособия для студентов экологов № 3

Егоров Э. Н. Практическая работа для студентов вузов по теме "Вредные вещества" № 5

Игнатьев С. П. Опыт использования дистанционного обучения по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" . № 3

Кирикова О. В., Бондаренко А. В., Гапонюк Н. А. Из опыта преподавания дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" бакалаврам: О проведении семинаров на тему "Расчет системы виброизоляции стационарных машин и оборудования" № 5

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Обмен опытом по постановке лабораторного практикума в курсе "Безопасность жизнедеятельности": Оценка риска подтопления и затопления селитебных территорий № 5

Любин А. В., Степанов А. В., Малезик М. С., Перепелицын Н. И. Технологии преподавания дисциплины "Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф" . . № 4

Старостин И. И., Симмаков М. В., Гапонюк Н. А. Опыт организации и проведения практик бакалавров по направлению 20.03.01 "Техносферная безопасность" в МГТУ им. Н. Э. Баумана № 6

Строкин А. А. Опыт организации студенческих научных конференций на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана № 12

Тимушкин А. В. Подготовка педагогов безопасности жизнедеятельности для работы с лицами с ограниченными возможностями здоровья № 8

Челтыбашев А. А., Карначев И. П., Александрова Е. Ю. Организационно-педагогические условия формирования личности безопасного типа поведения у студентов через изучение дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" № 9

Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики темы "Закрытые повреждения" учебного модуля "Первая (доврачебная экстренная) помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов № 2



- 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 № 4
- 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 № 7
- Южакова Н. А.** Использование современных информационных технологий в педагогическом процессе в образовательных организациях высшего образования системы МЧС России № 1

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- О межгосударственном стандарте ГОСТ 12.1.003—2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" № 10**

РЕЦЕНЗИИ НА ВЫШЕДШИЕ КНИГИ

- Рецензия на монографию А. П. Свинцова, Ю. В. Николенко, А. С. Казакова "Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на промышленных зданиях при негативном воздействии нефтепродуктов на бетонные и железобетонные конструкции" № 4**
- Рецензия на учебник Н. Г. Занько, К. Р. Малаяна, О. Н. Русака "Безопасность жизнедеятельности" № 7**

ИНФОРМАЦИЯ

- Актуальные проблемы правового регулирования недропользования в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду. № 3**
- Новая книга № 6**
- О заседании редакционного совета и редакционной коллегии журнала № 5**
- О проекте нового климатического соглашения, принятого в Париже участниками Всемирной конференции ООН по изменению климата. Декабрь 2015 г. (Мнение эксперта) № 4**
- 100 лет противогазу Н. Д. Зелинского № 7**
- Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2016 году. № 12**

Раздел МОНИТОРИНГ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ № 11

Подготовлен специалистами и учеными Республики Башкортостан

- Исхакова А. Т., Айгишева Т. О.** Оценка влияния деятельности завода железобетонных изделий на окружающую среду города Нефтекамск Республики Башкортостан

- Шахринова Н. В., Андреянова Т. Л.** Изучение видового разнообразия лишайников города Бирск и деревни Ирсаево Мишкинского района Республики Башкортостан
- Курамшина Н. Г., Курамшин Э. М.** Оценка пылевой нагрузки и токсичности атмосферного загрязнения территории города Уфа
- Исламова А. А., Колбина М. Ю.** Оценка влияния антропогенной нагрузки на уровень загрязнения реки Белая в районе города Бирск Республики Башкортостан
- Чудинова Т. П., Чудинова Е. В.** Изучение флоры и фауны реки Белая для оценки качества воды в Бирском районе Республики Башкортостан
- Исхакова А. Т., Антипина А. В., Антипина Т. В., Сандакова А. С.** Влияние добычи песчано-гравийного материала на гидробионты реки Белая
- Минина Н. Н., Козлова Г. Г., Онина С. А., Кривошапов Н. С., Семенова М. С.** Оценка экологического состояния озер в Бирском районе Республики Башкортостан
- Чудинова Т. П., Шарипова С. М.** Мониторинг вод озера Кандры-Куль Туймазинского района Республики Башкортостан
- Матвеева А. Ю., Михайлов А. А.** Влияние антропогенных факторов на биоразнообразие территорий города Бирск и Бирского района Республики Башкортостан
- Козлова Г. Г., Онина С. А., Минина Н. Н., Апкадырова А. С., Шумаева Р. Л., Усманов С. М.** Определение содержания селена и элементов-антагонистов в соке растений родов береза (*Betula*) и клен (*Acer*) в Мишкинском районе Республики Башкортостан
- Матвеева А. Ю., Тазеева Л. Е.** Лихеноиндикационное исследование территории села Ивачево Дюртюлинского района Республики Башкортостан

ПРЕДСТАВЛЯЕМ ОРГАНИЗАЦИЮ

Конструкторское бюро специального машиностроения — АО "КБСМ" № 12

- Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Кравченко В. А., Хаперская А. В., Винников А. И., Спичев В. В., Моренко А. И.** Создание, промышленное освоение и внедрение в эксплуатацию комплексов на Ленинградской АЭС и ФГУП "ГХК" по переводу отработавшего ядерного топлива реакторов РБМК на "сухое" хранение
- Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Спичев В. В., Гуськов В. Д., Коротков Г. В.** Описание комплекса обращения с ОЯТ на Ленинградской АЭС
- Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Черников О. Г., Моренко А. И.** Транспортный упаковочный комплект ТУК-109
- Перегуда В. И., Симонов В. Н., Черников О. Г., Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Зозуля В. М.** Обращение с ТУК-109 на Ленинградской АЭС

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 04.10.16. Подписано в печать 17.11.16. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1216.

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 солюшнз".

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