

*Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых изданий, в которых ВАКом РФ
рекомендована публикация основных научных результатов
диссертационных работ соискателей ученых степеней*

ВЕСТНИК

(лицензия серия ЛР N 090176 от 12 мая 1997 г.)

Том 14, № 1

2009 г.

Периодический теоретический и научно-практический журнал

- Учредитель журнала -** Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Журнал основан в 1995 году в Санкт-Петербурге
- Главный редактор:** Д.т.н., профессор Аполлонский С.М.
- Редакционный совет:** Алборов И.Д., к.т.н., доц. (РФ), Балтренас П., д.т.н., проф.(Литва), Воронов Е.С., д.т.н., проф.(РФ), Йосифов Д., д.т.н., проф.(Болгария), Мурахтанов Е.С., д.с/х.н., проф.(РФ), Хадарцев А.А., д.мед.н., проф.(РФ), Яхонтов В.И. к.т.н., проф.(РФ), Шлыков В.Н., д.т.н., проф. (РФ)
- Редакционная коллегия:** Гуменюк .И., д.т.н., проф. (РФ), Есипов А.Б., к.пед.н. (РФ), Зубаков В.А., д.г-м.н., проф. (РФ), Котельников В.С., д.т.н., проф.(РФ), Малаян К.Р., к.т.н., доц. (РФ), Масленникова И.С. д.т.н., проф. (РФ), Полушкин В.И., д.т.н., проф. (РФ), Попадейкин В.В., к.т.н., с.н.с.(РФ)
- Адрес редакции:** 194021 Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Телефон/факс: (812) 550-0766
Электронная почта: nataliya_zanko@mail.ru
- Заведующая редакцией:** Занько Н.Г., к.т.н., доц.
- Изготовление оригинал-макета:** Евдокимова И.Ю.

Перепечатка публикаций, помещенных в журнале, допускается по согласованию с редакцией. Ссылка на журнал «Вестник» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов опубликованных в журнале работ. За содержание рекламных объявлений отвечают рекламодатели.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК МАНЭБ»

ПРОЦЕДУРА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

1. Материалы должны быть готовыми для воспроизведения в авторской редакции и подписаны всеми авторами, которые несут ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала. Статьи аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук дополнительно подписываются научным руководителем. Материалы предоставляются в печатном (1 экз.) и электронном виде (дискеты 3,5', CD-R, CD-RW, электронной почтой).

2. Сопроводительные материалы к рукописи:

- Экспертное заключение о возможности опубликования.
- рецензия, подписанная рецензентом и заверенная печатью учреждения, в которой отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень и дается рекомендация об опубликовании статьи в журнале "Вестник МАНЭБ";

ФОРМАТ И СТРУКТУРА РУКОПИСИ

1. Статья должна содержать: УДК (слева), название (п/ж шрифт, по центру), Ф.И.О. авторов (с указанием научных степеней, званий, должностей), аннотацию (до 100 слов), ключевые слова (5-10 слов), основной текст, библиографию.

2. Возможно представление материалов на русском или английском языках: а) если статья представляется на русском языке, то на английском языке необходимо представить: название статьи, Ф.И.О. авторов, аннотацию, ключевые слова и библиографию; б) если статья представляется на английском языке, то на русском языке необходимо представить: название статьи, Ф.И.О. авторов, аннотацию, ключевые слова и библиографию.

3. Объем материалов не должен превышать 10 страниц, включая текст, рисунки, таблицы. Сноски в тексте не допускаются. Шрифт: Times New Roman - 12, междустрочный интервал - 1, редактор MS Word' 97- MS Word' 03. Набор формул осуществляется в тексте только в редакторе MS Equation.

4. Внедренные изображения должны быть представлены отдельным файлом в форматах: иллюстрации - .bmp, .tif и .jpg. с разрешением 300 dpi. (фотографии должны быть качественными), графики – в формате *xls.

5. Библиография должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 7.1.-2003 и ГОСТ 7.82-2001.

6. После основного текста размещаются краткие сведения об авторах (до 15 строк) на двух языках соответственно. В сведения необходимо включить область научных интересов автора, место работы, должность, контактную информацию (почтовый адрес, телефон, электронная почта). Фото авторов.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Несоблюдение правил подготовки материалов может увеличить сроки опубликования. Или быть основанием для отказа в публикации.

СОДЕРЖАНИЕ

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Обращение к членам региональных отделений по поводу ЭКОСОС и сведения об ЭКОСОС.....5

РАЗДЕЛ I.

ВЕСТИ ИЗ ПРОБЛЕМНЫХ СОВЕТОВ

Аполлонский С. М., Горский А. Н., Кочетков В. М., Титаренко С. П. Расчет высокочастотных помех от железной дороги, электрифицированной на переменном токе (ч. II).....11

Копп И. З. Планетарные экологические ресурсы. Методология определения и согласованных международных оценок23

Полушкин В. И., Васильев В. Ф., Титова А. И. Вентиляция цехов с высоким теплонпряжением внутреннего объема47

Пузач С. В., Абакумов Е. С. Сравнительный анализ методов расчета массовых расходов системы дымоудаления при пожаре в помещении.....53

Пузач С. В., Горностаев Р. П. Некоторые особенности тепломассообмена на объектах энергетики при мгновенном вскрытии проема в помещении и при пожаре.....61

РАЗДЕЛ II.

ВЕСТИ ИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Шегельман И. Р., Галактионов О. Н., Кузнецов А. В. Состояние нагруженности волокон при функционировании комплексных лесосечных систем.....68

Никитина Л. И., Приходько А. В. Влияние поверхностно-активных веществ на жизнедеятельность инфузорий.....73

Игонин В. И., Белянский Д. А., Пычёв В. Г. Расчетно-экспериментальная идентификация балансовой модели теплообмена в ограждающей поверхности79

Лебедева И. П., Лазарев Д. Г., Лубинский М. И., Дошилов О. И. Использование тяжелой смолы пиролиза с целью снижения канцерогенности при производстве анодной массы95

РАЗДЕЛ III.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Йосифов Д. Состояние и экологическая ситуация в минерально-сырьевом комплексе100

Суфтин С. Г. Актуальные проблемы безопасности деятельности человека в области интеллектуальной собственности. Патентная информация и исследования106

Казрагис А. П. Теплоизоляционные материалы и безопасность жизнедеятельности125

Кузимица Т. И. Понятие и сущность рабочего места.....132

Хелви Хейнонен-Тански. Вечная природа и растущие потребности человека138

Агзамходжаев А. А. Химическое закрепление засоленных песков Арала145

Байшагиров Х. Ж. Степная энергетика.....150

РАЗДЕЛ IV.

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Масленникова И. С., Грищенко Т. Ю. Стратегия обеспечения пожарной безопасности торфяно-болотных экосистем.....154

Шевченко Т. И. Значение психической ригидности в адаптации к профессии пожарного.....159

Сергиенко В. И., Авраменко В. А., Голуб А. В., Добржанский В. Г. Гидротермальная переработка кубовых остатков.....163

Кудрявский Ю. П., Черный С. А., Рахимова О. В. Новая технология комплексной переработки отходов редкометалльного производства.....166

РАЗДЕЛ V.

ПОЛЕМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Комментарии редакции.....174

Бондаренко В. П. О расчете профиля поверхности фильтроэлемента очистителя жидкости типа "цилиндр в цилиндре"175

CONTENTS

COLUMN OF THE EDITOR.....5

SECTION I.

MESSAGES FROM PROBLEM COUNCILS

Apollonskii S. M., Gorsky A. N., Kochetkov V. M., Titarenko S. P. Calculation of high-frequency noises from the railway, electrified on an alternating current (P.II).....11

Kopp I. Z. Planetary Ecological Resources. Foundations of the universal methodology for a system approach.....23

Polushkin V. I., Vasiliev V. F., Titova A. I. Ventilation of shops with high temperature strain in internal volume.....47

Puzach S., Abakumov E. S. The comparative analysis of methods of calculation of mass charges of system a smoke to catch in at a fire.....53

Puzach S. V., Gornostaev R. P. Some features warm weight an exchange on objects of power at instant opening an aperture in at a fire.....61

SECTION II.

MESSAGES FROM REGIONAL BRANCHES

Shegelman I. R., Galaktionov O. N., Kuznetsov A. V. Condition to load dragging at functioning complex forest systems.....68

Nikitina L. I., Prihodko A. V. Influence of surface-active substances on ability to live of infusorians.....73

Igonin V.I., Belyavskiy D.A., Pychyov V.G., Settlemental-experimental identification of balance model of heat exchange in a protecting surface.....79

Lebedeva I., Lazarev D., Lubinskiy M., Doshlov O.I. Use of heavy pitch of pyrolysis with the purpose of decrease in carcinogenicity by manufacture of anode weight.....95

SECTION III.

PROBLEMS OF ECOLOGY

Yosifov D. Condition and ecological situation in a mineral-raw complex of Republic of Bulgaria.....100

Suftin S. G. Actual problems of safety of activity of the person in the field of intellectual property. The patent information and researches.....106

Kazragis A. Thermal insulation Materials and Security of Vital activity.....125

Kuzimina T. I. Concept and essence of the workplace.....132

Helvi Heinonen-Tanski. The eternal nature and growing needs of the person138

Agzamhodzhaev A. A. Chemical fastening of salted sand of Aral.....145

Bajshagirov H. Z. Steppe power.....150

SECTION IV.

PROBLEMS OF SAFETY

Maslennikova I. S., Grishchenko T. Ju. Strategy ensuring fire safety of peat-bog ecosystems.....154

Shevchenko T. I. Importance of mental rigidity for adjustment to the fire fighter profession.....159

Sergienko V. I., Avramenko V. A., Golub A. V., Dobrganskiy V. G. Hydrothermal processing in the cube rests of the atomic power station.....163

Kudryavskiy Yu. P., Chernyy S. A., Rakhimova O.V. The new technology of the waste complex processing for rare-metal productive industry.....166

SECTION V.

POLEMIC MATERIALS

Comments of edition.....174

Bondarenko V.P. About calculation of the structure of filter element of surface cleaner of the liquid of type "Cylinder in the cylinder".....175

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ ООН И УЧАСТИЕ МАНЭБ В ЕГО РАБОТЕ

В газете «Экология и безопасность» и в журнале «Вестник МАНЭБ» неоднократно сообщалось о консультативном статусе МАНЭБ в Экономическом и Социальном Совете (ЭКОСОС) ООН. Ежегодно, начиная с 2003 г. (год принятия МАНЭБ в ЭКОСОС), Бюро МАНЭБ назначает своих представителей в штаб-квартиры ООН – Нью Йорк, Женеву и Вену (в каждый из 5-ти членов), в комиссии ООН - Аддис-Абебу, Женеву, Сант – Яго, Бейрут, Бангкок – по одному человеку (см., например, газету «Экология и безопасность, №1(39), 2006). Однако не все, даже из назначенных, понимают возможности, возникающие при работе в ЭКОСОС. Считаю необходимым еще раз напомнить о задачах ЭКОСОС и о необходимости нашего участия в его работе.

Ниже публикуются следующие материалы: 1. Задачи экономического и социального совета (ЭКОСОС) ООН. 2. Тезисы доклада на встрече с руководителем ЭКОСОС ООН – госпожой Hanifa MEZOUI 6.11.08 в г. Москва.

1. Экономический и социальный совет ООН

Экономический и социальный совет (ЭКОСОС) учрежден Уставом в качестве главного органа по координации экономической, социальной и другой соответствующей деятельности Организации Объединенных Наций, а также специализированных учреждений и институтов, известных как «семья организаций ООН».

В составе Совета 54 члена, избираемые на трехлетний срок. Решения принимаются простым большинством голосов; каждый член Совета имеет один голос.

Функции и полномочия

Экономический и социальный совет имеет следующие функции и полномочия:

- служить центральным форумом для обсуждения международных экономических и социальных проблем и выработки рекомендации в отношении политики для государств-членов и системы Организации Объединенных Наций;

- проводить и организовывать исследования, составлять доклады и делать рекомендации по международным вопросам в экономической и социальной областях, в области культуры, образования, здравоохранения и по относящимся к ним вопросам;

- поощрять уважение и соблюдение прав человека и основных свобод;

- оказывать содействие в подготовке и организации крупных международных конференций по экономическим и социальным проблемам и связанным с ними вопросам, а также способствовать осуществлению согласованных дальнейших действий по итогам таких конференций;

- согласовывать деятельность специализированных учреждений посредством проведения с ними консультаций и предоставления им рекомендаций, а также посредством вынесения рекомендаций Генеральной Ассамблее.

Обсуждая международные экономические и социальные проблемы и выработывая практические рекомендации, ЭКОСОС играет ключевую роль в содействии международному сотрудничеству в целях развития и в определении приоритетных направлений деятельности.

Сессии

Совет, как правило, проводит на протяжении года несколько краткосрочных сессий и большое число подготовительных заседаний, «круглых столов» и экспертных обсуждений с представителями гражданского общества по вопросам организации своей работы. Он также проводит одну четырехнедельную основную сессию в июле поочередно в Нью-Йорке

и Женеве. Сессия включает заседание на высшем уровне с участием министров и других высокопоставленных должностных лиц, на котором обсуждаются важнейшие экономические, социальные и гуманитарные проблемы. В течение года работа Совета осуществляется в его вспомогательных и связанных с ним органах.

Вспомогательные и связанные с ЭКОСОС органы.

Вспомогательный механизм ЭКОСОС включает следующие органы:

• *девять функциональных комиссий*, являющихся совещательными органами, задача которых состоит в том, чтобы рассматривать и готовить рекомендации по вопросам, входящим в круг их ответственности и компетенции. Сюда входят:

1. Статистическая комиссия,
2. Комиссия по народонаселению и развитию,
3. Комиссия социального развития,
4. Комиссия по правам человека,
5. Комиссия по положению женщин,
6. Комиссия по наркотическим средствам,
7. Комиссия по предупреждению преступности и уголовному правосудию,
8. Комиссия по науке и технике в целях развития и Комиссия по устойчивому развитию;

• *пять региональных комиссий:*

1. Экономическая комиссия для Африки (Аддис-Абеба, Эфиопия),
2. Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (Бангкок, Таиланд)
3. Европейская экономическая комиссия (Женева, Швейцария)
4. Экономическая комиссия для Латинской Америки и Карибского бассейна (Сантьяго, Чили)
5. Экономическая и социальная комиссия для Западной Азии (Бейрут, Ливан);

• *шесть постоянных комитетов и экспертных органов:*

1. Комитет по программе и координации,
2. Комиссия по населенным пунктам,
3. Комитет по неправительственным организациям,
4. Комитет по переговорам с межправительственными учреждениями,
5. Комитет по энергетическим и природ-

ным ресурсам.

6. Комитет по государственному управлению;

• *ряд экспертных органов* по таким вопросам, как планирование развития, природные ресурсы, права в экономической, социальной и культурной областях, а также Постоянный форум по вопросам коренных народов.

Совет осуществляет взаимодействие и в определенной мере координирование работы программ ООН (ПРООН, ЮНЕП, ЮНИСЕФ, ООН-ХАБИТАТ и ЮНФПА) и специализированных учреждений (ФАО, ВОЗ, МОТ, ЮНЕСКО).

Все они представляют Совету отчеты и рекомендации для его основных сессий.

Отношения с неправительственными организациями

Согласно Уставу Экономический и социальный совет консультируется с соответствующими неправительственными организациями (НПО) по относящимся к его компетенции вопросам. Консультативным статусом при Совете обладают свыше 2100 НПО. Совет признает, что эти организации должны иметь возможность высказывать ему свои мнения и что они обладают особым опытом или техническими знаниями, представляющими ценность для работы Совета.

Совет подразделяет НПО на три категории: к категории I относятся организации, имеющие отношение к большинству видов деятельности Совета; организации, входящие в категорию II, обладают специальной компетенцией в конкретных областях; и есть организации, к помощи которых Совет прибегает в отдельных случаях, они входят в перечень организаций для специальных консультаций.

НПО, имеющие консультативный статус, могут направлять своих наблюдателей на заседания Совета и его вспомогательных органов, а также представлять письменные заявления, относящиеся к работе Совета. Они также могут консультироваться с Секретариатом ООН по вопросам, представляющим взаимный интерес.

С годами отношения между ООН и связанными с ней НПО получили значительное развитие. НПО все больше рассматриваются как партнеры, с которыми проводятся консультации по вопросам политики и программ, как

важные звенья, связывающие ООН с гражданским обществом. В мире растет число НПО, постоянно сотрудничающих с сообществом ООН во имя достижения целей, поставленных Уставом ООН.

Вспомогательные органы ЭКОСОС

Функциональные комиссии ЭКОСОС

- Статистическая комиссия,
- Комиссия по народонаселению и развитию,
- Комиссия социального развития,
- Комиссия по положению женщин,
- Комиссия по наркотическим средствам,
- Комиссия по предупреждению преступности и уголовному правосудию,
- Комиссия по науке и технике в целях развития,
- Комиссия по устойчивому развитию,
- Форум ООН по лесам.

Региональные комиссии ЭКОСОС

- Экономическая комиссия для Африки (ЭКА),
- Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО),
- Европейская экономическая комиссия (ЕЭК),
- Экономическая комиссия для Латинской Америки и Карибского бассейна (ЭКЛАК),
- Экономическая и социальная комиссия для Западной Азии (ЭСКЗА),

Постоянные комитеты ЭКОСОС

- Комитет по программе и координации,
- Комитет по неправительственным организациям,
- Комитет по переговорам с межправительственными учреждениями,

Специальные органы ЭКОСОС

- Специальная межправительственная группа экспертов открытого состава по энергетике и устойчивому развитию,
- Специальная рабочая группа открытого состава по информатике,
- Экспертные органы, состоящие из правительственных экспертов,
- Комитет экспертов по перевозке опасных грузов и согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ,
- Группа экспертов Организации Объеди-

ненных Наций по географическим названиям.

Экспертные органы, состоящие из членов, выступающих в личном качестве

- Комитет по политике в области развития,
- Комитет экспертов по государственному управлению,
- Комитет экспертов по международному сотрудничеству в области налогообложения,
- Комитет по экономическим, социальным и культурным правам,
- Постоянный форум по вопросам коренных народов.

Связанные с Советом органы

- Международный комитет по контролю над наркотиками,
- Совет попечителей Международного учебного и научно-исследовательского института по улучшению положения женщин,

2. Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ) и Организация Объединенных Наций (ООН)

*Аполлонский С. М.,
вице-президент; Бабий В. И.*

Международная деятельность МАНЭБ, с первых шагов и на протяжении всех этапов формирования и работы, является приоритетным направлением, в полной мере соответствующим её идеям, организационным и научным функциям.

2.1. Цели международного сотрудничества МАНЭБ

Президиум Академии постоянно уделяет внимание международному сотрудничеству и настойчиво проводит курс на активное участие МАНЭБ в работе наиболее авторитетных международных организаций, и, в первую очередь, ООН и ее рабочих органов. С 2000 года МАНЭБ официально представлена в числе организаций, ассоциированных в рабочие подразделения ООН: Департамент общественной информации (DPI - ДООИ) и Исполнительный комитет неправительственных организаций (NGO - НПО), а с 2003 года МАНЭБ является членом экономического и социального комитета ООН (ECOSOC).

Основными целями большого объема выполненной организационно-технической работы, обеспечившей вхождение МАНЭБ в комитеты и департаменты ООН и участия в их работе, являются:

1. возможность доступа к международной информации, что должно способствовать повышению научного уровня разработок учёных МАНЭБ;

2. использование возможностей организаций мирового сообщества для расширения поля информации о результатах разработок МАНЭБ по всем аспектам обеспечения жизнедеятельности и экологии;

3. открытие широких возможностей участия в международных программах и проектах, финансируемых через бюджеты ООН и многочисленные фонды.

Официальные представители академии с 2000 года принимают участие в ежегодных конференциях неправительственных организаций, созываемых в преддверии проведения Генеральной Ассамблеи ООН, что обеспечивает информационное обеспечение МАНЭБ о всех направлениях научно-технических программ и разработок, а также о всех решениях и предстоящих мероприятиях подразделений ООН.

Более 70% предложенных и осуществляемых в настоящее время проектов по программам ЭКОСОС входят в сферу научных интересов индивидуальных и коллективных членов МАНЭБ. Наиболее полно соответствовали таким программам ООН: 1. Природоохранная деятельность. 2. Рамочная конвенция об изменении климата. 3. Сохранение и рациональное использование ресурсов в целях развития. 4. Защита атмосферы. 5. Проблемы Чернобыльской катастрофы и развития ядерной энергетики.

Необходимость и целесообразность участия академии в этих программах ООН, обусловлена, с одной стороны, уникальными географическими и климатическими факторами природы РФ, из которых очевидно, что без участия РФ любые глобальные проекты и оценки воздействий и изменений в окружающей среде не могут претендовать на серьезность, и, с другой стороны, результаты наших исследований по глобальным проблемам, без учета мировых данных, тоже лишены смысла.

Программа ООН по окружающей среде - ЮНЕП направлена на решение глобальных проблем, которые не только не под силу отде-

льно взятым странам, но их решение в отдельных странах лишено практически реального смысла. ЮНЕП собирает форумы для выработки консенсуса и заключения международных соглашений. Одной из функций ЮНЕП является содействие распространению научных знаний и информации об окружающей среде. ЮНЕП имеет сеть центров, составляющих Базу данных о всемирных ресурсах (БДВР), помогает и координирует сбор и распространение актуальнейших данных и информации на региональном уровне. ЮНЕП-ИНФОТЕРРА — это глобальная сеть для обмена экологической информацией и научно-техническая служба обработки запросов; в состав которой входят национальные консорциумы интегрированных служб экологической информации в 175 странах.

Наш вклад в программы «Природоохранная деятельность», «Рамочная конвенция об изменении климата» и «Защита атмосферы», которые всё более тесно переплетаются и пронизывают всю систему ООН (<http://www.un.org/russian/esa/progareas/protection.html>), определяется большим объемом завершенных исследований и публикаций, в частности, монографическим сборником «Мудрость Дома Земля» и многими другими монографиями, альманахами, публикациями в Вестнике МАНЭБ. Важной особенностью публикаций является стремление к современному системному анализу и даже мировоззрению, отвечающему идеям великого мыслителя В. И. Вернадского о переходе к принципиально новой сфере сосуществования человечества в динамично изменяемой эволюцией и деятельностью человечества окружающей среде планеты Земля – НООСФЕРЕ.

2.3. Вступление в ЭКОСОС - важный этап повышения международного рейтинга МАНЭБ

Стремление Президиума МАНЭБ к вступлению в члены научно-технических организаций, определяющих лицо ЭКОСОС, определялась не только соображениями престижности, но и ясным пониманием того факта, что согласно Уставу ООН именно ЭКОСОС является главным органом, координирующим экономическую и социальную деятельность ООН, ее оперативным рычагом. Комитет служит также основным форумом для обсуждения международных экономических и соци-

альных проблем и выработки рекомендаций в отношении политики в этих областях, вырабатывая политический курс, консультируя правительства в отношении их планов и программ развития, устанавливая международные нормы и стандарты, но и мобилизуя фонды, инвестирующие ежегодно более 25 млрд долларов, включая поступления от финансовых институтов, на проведение в жизнь программ развития, в том числе и из бюджета Российской Федерации.

В результате большой организационно-технической работы, активного и инициативного участия в конференциях и личного общения с сотрудниками аппарата ЭКОСОС, проделанной работы и проведенных встреч можно определенно утверждать, что основные цели многолетних усилий для нашего участия в ЭКОСОС достигнуты. Тем самым расширено и углублено информационное поле о деятельности МАНЭБ на международном уровне. Центр информации ООН получил в свои фонды документы и публикации академии. Усилился интерес к деятельности МАНЭБ как со стороны представительств Российской Федерации в международных организациях, так и со стороны самих международных организаций и представленных в них ученых и общественных деятелей многих стран. Особо благоприятным обстоятельством является то, что в 2007 г. РФ избрана членом Экономического и социального совета ООН, в распоряжении которого находится более 70% людских и финансовых ресурсов всей системы ООН.

Членство МАНЭБ в ДООИ-НПО и ЭКОСОС ООН открыло широкое информационное поле, доступное для всех специалистов и ученых МАНЭБ, создающего дальнейшие возможности расширения участия в международных форумах, работы по международным проектам и составлению заявок на получение грантов.

2.4. Перспективы международного сотрудничества МАНЭБ

Перспективы развития международной деятельности МАНЭБ в целом, проблемных советов, национальных и региональных отделений и отдельных специалистов и ученых, связаны с повышением активности в продвижении своих исследований и разработок на международный уровень на базе использования высокого международного статуса МАНЭБ,

достигнутого в ООН и других международных организациях, для активного участия в международных программах и проектах, направленность которых раскрывает широкие возможности для реализации научно-технического потенциала специалистов и ученых академии.

По ряду направлений актуальной проблематики ООН в разработках членов МАНЭБ к настоящему времени уже имеется значительный потенциал, который может быть полезен для использования в международных проектах. Основанием для таких утверждений является тот факт, что направления этих разработок, соответствуют основным идеям важных международных соглашений, таких как Венская конвенция об охране озонового слоя 1985 г.; Монреальский протокол 1987 г. по веществам, разрушающим озоновый слой, с внесенными в него поправками; Рамочная конвенция ООН 1992 г. об изменении климата, и других международных документах.

Перспективной формой развития международного сотрудничества является участие в организации и проведении международных научных, научно-технических, информационных и технологических конференций, семинаров, симпозиумов и других разнообразных форм встреч специалистов, способствующих обмену идеями и опытом по проблемам обеспечения безопасности жизнедеятельности. Важными направлениями является участие в программах отдела технологии, промышленности и экономики ЮНЕП, который играет центральную роль, стимулируя ответственных за принятие решений лиц в правительствах, промышленности и бизнесе выступать за наиболее чистые и безопасные направления политики, стратегии и практической деятельности, за более эффективное использование природных ресурсов, а также за снижение рисков загрязнения как для человека, так и экологии. Близка к тематике ученых МАНЭБ направленность подразделения ЮНЕП по химическим веществам. Информация по более 8000 химических веществ распространяется на бесплатной основе. ЮНЕП оказывает всяческое содействие в переговорах по имеющему обязательную силу договору о снижении уровня и полной ликвидации выбросов определенных органических загрязнителей – высокотоксичных пестицидов и промышленных химикатов, обладающих повышенной мо-

бильностью и способностью аккумулироваться в продуктах питания.

Высокая квалификация ученых и специалистов МАНЭБ является залогом дальнейшего расширения международной деятельности академии по реализации возможностей внедрения собственных разработок и результатов исследований в действующие и планируемые программы, непосредственного участия в том числе и в проектах, финансируемых через бюджеты ООН и международные фонды.

Как это указывалось в публикациях МАНЭБ и в отчетах МАНЭБ в ООН, необходимо ещё раз подчеркнуть, что в настоящее время требуется решительный переход от деклараций, лозунгов и необоснованных заявлений в предвыборных политических компаниях по проблеме угроз экологии и безопасности жизнедеятельности, к новому этапу: СИСТЕМНЫХ, НАУЧНО и МОРАЛЬНО ОБОСНОВАННЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ. В трудах ученых МАНЭБ, посвященных этой проблеме, имеются надёжные системные рекомендации для становления и развития крупномасштабной международной деятельности, направленной к реальному и своевременному решению актуальных задач обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Продолжение активной организационной и научной работы МАНЭБ по развитию международного сотрудничества, соответствующей её идеям, организационным и научным функциям должно сохраняться как приоритетное направление работы академии и весьма плодотворное для решения актуальных проблем международного сообщества в области обеспечения безопасности жизнедеятельности.

2.5. Пожелания к углублению совместной работы МАНЭБ и ЭКОСОС ООН

К сожалению, попытки установить более тесные связи с департаментами ООН не всегда находят поддержку в ООН:

1. Наши представители (S. M. Apollonskiy, I. Z. Kopp) неоднократно обращались к руководству DPI/NGO (в частности, к Паулю Хоффелю - Paul Hoeffel) с просьбой включить в программу ежегодно проводимых конференций доклад МАНЭБ по проблемам обеспечения безопасности жизнедеятельности человечества. Добиться результата не удалось.

2. МАНЭБ принимала участие (see E-mail to Hanifa MEZOUÏ, 2007-04-21) in Application for the MDGs Awards. Однако, до настоящего времени не получено никаких сообщений о прохождении нашей заявки и результатах её рассмотрения.

3. МАНЭБ по своему статусу в ООН имеет право направлять своих представителей в штаб-квартиры ООН (Нью Йорк, Женева, Вена) по 5 человек и в пять региональных комиссий по 1 человеку. Не всегда наших представителей встречают на местах дружелюбно. Кроме того, информация о наших представителях не доходит на места из Нью Йорка, хотя туда Академия своевременно представляет списки представителей.

Мы надеемся найти поддержку у госпожи Hanifa MEZOUÏ и в следующем:

1. В МАНЭБ разработано ряд проектов по альтернативным источникам электроэнергии, которые могут представлять интерес для всего человечества (в частности, электростанции без накопителей воды – сбережение огромных площадей от затопления).

2. В мае-июне 2009 г. Болгарское отделение МАНЭБ проводит международную конференцию по проблемам безопасности на производстве и в окружающей среде. Мы надеемся, что найдём помощь в ООН в её проведении.

Список публикаций

1. С. М. Аполлонский, И. З. Копп. Глобальные проблемы безопасности жизнедеятельности – МАНЭБ на 57 всемирной конференции ДОО/НПО ООН // Вестник МАНЭБ, 2005, т. 10, №1, с.6-29.

Информационный отчет МАНЭБ в ЭКОСОС ООН за 2004-2005 годы.

2. С. М. Аполлонский, И. З. Копп. Вступление в ЭКОСОС - важный этап повышения международного рейтинга МАНЭБ // Вестник МАНЭБ, 2006, т. 11, № 1, с. 5-7.

3. С. М. Аполлонский, И. З. Копп. Международная деятельность МАНЭБ: Итоги за 2004-2006 годы и перспективы (К информационному отчёту МАНЭБ в ЭКОСОС ООН) // Вестник МАНЭБ, 2007, т. 12, №1, с. 5-17.

4. С. М. Аполлонский, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. Общественная организация – Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности, №5 (89), 2008, с.2-7.

Раздел I

Вести из проблемных Советов

УДК: 504.75+625.143.42

РАСЧЕТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ ОТ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ, ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОЙ НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ (Ч.II)

*Аполлонский С. М., Горский А. Н., Кочетков В. М., Титаренко С. П.
(Санкт-Петербург, Россия)*

Аннотация

Разработана методика расчета высокочастотных электромагнитных полей (ЭМП), генерируемых элементами железной дороги, электрифицированной на переменном токе, и создающих помехи для работы теле- и радиотехнических комплексов, поезда и стационарной радиосвязи. Проведен сопоставительный анализ результатов расчета и эксперимента с требованиями нормативных документов. Лит.: 18. Рис.: 19.

Ч.II. РАСЧЕТ УРОВНЯ ЭМП ПОМЕХ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИСТОЧНИКОВ

В Ч.II теоретические результаты, изложенные в Ч.I, применяются для расчета оценочных уровней ЭМП помех в различных диапазонах волн, используемых в железнодорожной радиосвязи.

Как было отмечено в п. 3 Ч.I, на железной дороге для радиосвязи с локомотивами применяются приемопередатчики, работающие в диапазоне гектометровых волн (2,15 МГц), метровых волн (порядка 160 МГц) и дециметровых волн (330 МГц). Ширина полосы пропускания для указанных приемопередатчиков составляет около 20 кГц. Указание частот, полосы пропускания сигнала и экспериментальных данных, относящихся к уровням помех от различных источников, позволяет оценить характер воздействия ЭМП помех на входной тракт приемников.

4. Расчет электрических сигналов, принимаемых антеннами локомотивов

На корпусе локомотива, над верхней обшивкой, устанавливаются приемо-передающие антенны, тип которых определяется частотным диапазоном волн. Во всех случаях антенна представляет собой протяженный проводник, ориентированный либо горизонтально (гектометровый диапазон), либо вертикально (метровый и дециметровый диапазоны). Каждый элемент антенны воспринимает вектор электрической напряженности падающего ЭМП и генерирует ЭДС в соответствии с амплитудой, фазой и направлением волны.

На рис. 16 показана схема приема сигнала элементом антенны, имеющим бесконечно

малую длину $d\xi$. Электрический вектор падающей волны имеет проекции E_θ и $-E_\varphi$ на орты сферической системы координат.

Компонента E_φ , перпендикулярная направлению антенного элемента, не генерирует тока в антенне, а компонента E_θ создает на участке $d\xi$ величину ЭДС, определяемую формулой

$$d\varepsilon(\xi) = -E_\theta \sin \theta \exp(ikz \cos \theta) d\xi. \quad (72)$$

Величина ЭДС, генерируемая рассматриваемой волной, задается интегралом по контуру антенны

$$\varepsilon = \int d\varepsilon. \quad (73)$$

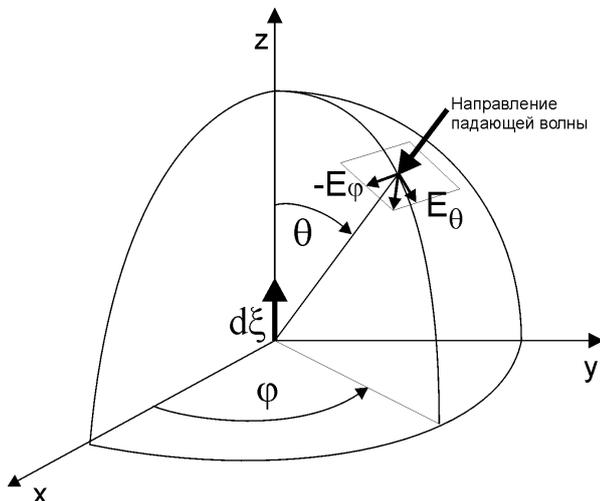


Рис. 16

Для получения полной величины ЭДС остается проинтегрировать выражение (73) по всем направлениям приходящих волн с учетом их амплитуды и фазы.

$$\varepsilon = l\sqrt{\Delta}I_0(\omega_0) \frac{\omega_0 Z_c}{c\sqrt{2\pi^3}} \left\{ \left[\Psi_y^{(1)}(a\omega_0/c) \right]^2 + \left[\Psi_y^{(2)}(a\omega_0/c) \right]^2 + \left[\Psi_z^{(1)}(a\omega_0/c) \right]^2 + \left[\Psi_z^{(2)}(a\omega_0/c) \right]^2 \right\}^{1/2}. \quad (76)$$

Для расчета ЭМП помех, создаваемых током в антенне, при оценке стохастической компоненты помехи следует использовать формулы (75) и (76), а для оценки величины помехового импульса, вызванного короткой по времени

Антенны гектометровых волн, имеющие длину порядка 8 м, являются короткими в единицах длины волны, которую они воспринимают. Поэтому фазовые соотношения на расстоянии длины антенны не существенны и для таких антенн вычисление интеграла (73) сводится к умножению на длину антенны l :

$$\varepsilon = -lE_\theta \sin \theta \exp(ikz \cos \theta). \quad (74)$$

При расчете ЭМП помех от токонесущих проводов следует учесть, что антенны гектометровых волн располагаются параллельно проводам и поэтому для них вклад в ЭДС дает только тангенциальная компонента ЭМП помех.

Если при расчете ЭДС считать известной плотность мощности $I_0^2(\omega)$ тока помех в проводах для рабочей частоты ω , то, согласно соотношению (67), ЭДС помех может быть рассчитана по формуле

$$\varepsilon = l\sqrt{\Delta}I_0(\omega_0) \frac{\omega_0 Z_c}{c\sqrt{2\pi^3}} \left\{ \left[\Psi_z^{(1)}(a\omega_0/c) \right]^2 + \left[\Psi_z^{(2)}(a\omega_0/c) \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (75)$$

где l – длина антенны, Δ – ширина полосы пропускания приемного устройства, Z_c – характеристическое сопротивление, равное для воздушной среды 377 Ом.

Для антенн метрового и дециметрового диапазонов, если не учитывать диаграмму направленности этих антенн, можно получить приближенную формулу

электрической дугой, следует использовать формулы п. 4.

Теперь перейдем к оценкам величины ЭМП помех для всех перечисленных выше диапазонов волн.

5. Электромагнитные помехи в гектометровом диапазоне

Для расчетов примем следующие данные: длина волны $\lambda = 140$ м, частота $\omega_0 = 1,35 \cdot 10^7$ с⁻¹, длина антенны $l = 8$ м, расстояние между антенной и токонесущим проводом $a = 2,4$ м, ширина полосы пропускания $\Delta = 20$ кГц, радиус токонесущего провода $r = 0,7$ см, напряжение на проводе $U = 27,5$ кВ. Влиянием обшивки корпуса локомотива на величину принимаемого сигнала пренебрегаем.

Далее поддиапазоны гектометрового диапазона 2130 и 2150 МГц не разделяются, поскольку все данные относительно ЭМП помех для них оказываются идентичными.

Компонента помехи, вызванная коронами разрядами на контактном проводе. Для оценки напряженности ЭМП помех в точке расположения антенны воспользуемся методикой, предложенной в [3].

Определяем по формуле (4) величину критической напряженности поля $E_{кр}$. Расчет дает $E_{кр} = 29,3$ кВ/см. Величину реальной напряженности поля E_0 у границы провода находим по формуле [3]

$$E_0 = 0,0147 \frac{C \cdot U}{r} = \frac{0,0147 \cdot 7,44 \cdot 27,5}{0,7} = 4,30 \text{ кВ/см}, \quad (77)$$

где C – погонная емкость линии в пФ, рассчитываемая по формуле (19), U – напряжение в кВ, r – радиус провода в см.

Далее находим величину $E_0/E_{кр} = 0,147$. Производя линейную экстраполяцию в область малых значений $E_0/E_{кр}$, по графику рис. 3 находим амплитуду шумовой компоненты электрической напряженности ЭМП для частоты 1 МГц и при удалении от провода $d = 50$ м. Указанная амплитуда равна $E = 0,030$ мкВ/м.

Из графика рис. 1 следует, что при расстояниях d до 60 метров спадание напряженности поля с расстоянием следует закону, близкому к $d^{-1,88}$. Это позволяет пересчитать полученный уровень шумовой амплитуды электрической напряженности ЭМП для расстояния $a = 2,4$ м. В итоге получаем значение $E = 0,030 \cdot (50/2,4)^{1,88} \text{ мкВ/м} = 9,05 \text{ мкВ/м}$.

Остается учесть разницу в частоте: график рис. 3 дает значения для частоты 1 МГц, а ра-

бота в гектометровом диапазоне идет на частоте 2,15 МГц. Как видно из графиков, представленных на рис. 2, вблизи частоты 1 МГц амплитуда напряженности падает с частотой на 12 Дб/МГц. Поэтому для частоты 2,15 МГц амплитуда электрической напряженности составит 1,84 мкВ/м.

Найденное значение соответствует полному модулю вектора напряженности. Но помеховый ток в антенне гектометрового диапазона возбуждается лишь z -компонентой поля. Соотношение между модулем поля и его z -компонентой определяется величиной η_z на графике рис. 8. Аргумент $ak = a\omega_0/c$ для частоты 2,15 МГц равен 0,11. С помощью упомянутого графика находим, что $\eta_z = 0,96$ и поэтому $E_z = 1,77$ мкВ/м.

Далее нужно учесть, что значение z -компоненты вектора электрической напряженности и ток в проводе связаны соотношением типа (35), согласно которому амплитуда тока выражается через амплитуду z -компоненты напряженности для частоты приемапередачи ω_0 по формуле

$$I_0(\omega_0) = \frac{\lambda E_z}{Z_c} \left\{ [\Psi_z^{(1)}(a\omega_0/c)]^2 + [\Psi_z^{(2)}(a\omega_0/c)]^2 \right\}^{-1/2}. \quad (78)$$

Для функции $\Psi_z^{(2)}$ следует использовать формулу (33), а функцию $\Psi_z^{(1)}$ можно найти по графику рис. 7. С учетом соотношения (78) формулу (75), определяющую амплитуду ЭДС электромагнитного шума в антенне, запишем в виде

$$\varepsilon = l \sqrt{\frac{2\Delta}{\pi}} E_z. \quad (79)$$

При измерении поля квадратичным детектором все приведенные выше числовые данные, характеризующие напряженность поля и ток, относились к полосе частот, равной 1 Гц. Учитывая, что полоса приемного устройства составляет $\Delta = 20$ кГц, из (79) получаем окончательно величину шумовой ЭДС в антенне:

$$\varepsilon = 0,798 l \sqrt{\Delta} E_z = 1,59 \text{ мВ}. \quad (80)$$

Заметим, что эта величина превышает границу чувствительности используемых прием-

ников гектометрового диапазона, которая, согласно данным, изложенным в п. 4, составляет 50–800 мкВ. Таким образом, электромагнитная помеха от коронирующих проводов существенно сказывается на работе приемопередатчиков гектометрового диапазона.

В отношении точности проведенного расчета следует отметить, что основными источниками возможных ошибок являются, во-первых, весьма широкий диапазон допускаемых ошибок на графике рис. 4 (этот диапазон отмечен границами штриховых линий – верхней и нижней) и, во-вторых, возможной неточностью экстраполяции спектральной зависимости уровня шума по этому же графику для низких значений отношения $E_0/E_{кр}$. Только первый из упомянутых факторов может дать ошибку в 3–4 раза. Именно эта величина и должна служить показателем меры достигаемой точности.

Компонента помехи, вызванная коронными разрядами на высоковольтной линии. Высоковольтная линия, имеющая более тонкие провода, чем контактный провод, создает ЭМП помех несколько большего уровня. Но указанная высоковольтная линия расположена от антенны приемника дальше, чем контактный провод. Какой их факторов оказывается более значимым – увеличение уровня помехи или увеличение расстояния, может определить только числовой расчет, к которому мы и переходим.

При расчете помех от высоковольтной линии все параметры остаются прежними за исключением двух: расстояние a между проводом и антенной приемника увеличивается до 8 метров, радиус провода уменьшается до 0,41 см.

Расчет критической напряженности теперь дает значение $E_{кр} = 33$ кВ/м, а поле E_0 равняется:

$$E_0 = 0,0147 \frac{C \cdot U}{r} = \frac{0,0147 \cdot 6,95 \cdot 27,5}{0,41} = 6,85 \text{ кВ/м}.$$

При величине $E_0/E_{кр} = 0,21$ находим для частоты 1 МГц и расстоянии 50 м амплитуду помеховой компоненты напряженности поля: $E = 0,088$ мкВ/м. Осуществляя описанным выше способом пересчет на расстояние $a = 8$ м и частоту 2,15 МГц, получаем $E = 0,56$ мкВ. Эта величина составляет, таким образом, 33% от значения, отвечающего помехе короны на

контактном проводе. Переходя далее к E_z -компоненте электрической напряженности ЭМП и используя график рис. 8, получим $E_z = 0,52$ мкВ/м.

И, наконец, подставляя это значение в формулу $\varepsilon = 0,798l\sqrt{\Delta}E_z$, найдем амплитуду шумовой компоненты ЭДС, возникающей в антенне приемника гектометрового диапазона от короны на высоковольтной линии электроснабжения: $\varepsilon = 0,47$ мВ.

В силу независимости распределений токовых помех от контактного провода и высоковольтной линии в качестве действующего значения суммарной помехи следует принять значение

$$\sqrt{1,59^2 + 0,47^2} = 1,66 \text{ мВ}. \quad (83)$$

Таким образом, несмотря на то, что при одинаковых расстояниях от провода высоковольтная линия дает больший уровень помех, из-за ее удаления от антенны приемника она добавляет всего 4,4% к общему уровню шума.

Компонента помехи, вызванная электрической дугой пантографа. Оценка уровня электрической напряженности ЭМП на расстоянии r от дугового разряда дается формулой (71), при этом диаграмма направленности излучения соответствует рис. 12.

Поскольку приемная антенна расположена горизонтально, то необходимо учесть лишь тангенциальную компоненту электрической напряженности ЭМП. В итоге для величины наводимой ЭДС получаем приближенную оценку

$$\varepsilon = 0,314 \frac{I_0(f_0)\sqrt{\Delta}f_0l \cdot l_0}{\sqrt{a^2 + (0,5l)^2}}. \quad (84)$$

Здесь I_0 – амплитуда тока в расчете на полюсу 1 Гц, Δ – ширина полосы пропускания приемника, f_0 – частота приемопередатчика, l – длина антенны, l_0 – вертикальный размер дуги.

При выводе формулы (84) не учитывались реактивные свойства как самого пространства электрической дуги, так и токоподводящих элементов. В отношении реактивности самой дуги следует ориентироваться на значения

собственной индуктивности и емкости, рассчитываемых по формулам (69) и (70). Ввиду недостаточной определенности параметров, входящих в эти формулы, достоверных значений получить не удастся, но по оценкам порядка величин можно предположить, что индуктивность не превышает десятков мкГн, а емкость – десятков пФ. На частотах связи в гектометровом диапазоне этих значений недостаточно, чтобы ярко могли проявиться реактивные свойства дуги. С другой стороны, весьма высокая емкость между системой пантографа и корпусом локомотива позволяет считать, что на высоких частотах реактивное сопротивление этого участка цепи невелико.

При расчете магнитных помех от дуги пантографа имеются две трудности. Одна из них связана с тем, что нет надежных данных о величине тока в момент разрыва контакта, есть лишь указания общего характера о том, что токи в отдельных случаях могут достигать нескольких килоампер.

Вторая трудность вызывается недостатком сведений о спектре излучаемого сигнала. При явном недостатке экспериментальных сведений ограничимся в задаче расчета электромагнитной помехи от пантографа оценками порядков величин.

За нижний возможный уровень для тока в момент разрыва контакта примем величину 0,5 кА. В отношении спектра излучаемого сигнала будем исходить из того, что в основе как явления короны, так и электрической дуги лежит единый физический процесс газового разряда. По этой причине будем считать, что частотный спектр дуги близок к спектру короны.

Из физических соображений понятно, что спектр убывает по интенсивности как для очень малых, так и для больших частот. Если считать, что на рис. 2 средневзвешенная линия из приведенных кривых отвечает дуге параболы, то ее можно экстраполировать в обе стороны и получить приближенное представление для спектра помехового сигнала, который генерируется дуговым разрядом. Указанная экстраполяция приводит к следующей зависимости от частоты f :

$$F(f) = N_0 \exp\{-0,16 \cdot [\ln(f/0,14)]^2\} \quad (85)$$

с некоторым пока неопределенным множителем N_0 , который предстоит найти. В форму-

ле (85) величина F определяет частотную зависимость для спектра излучения дуги. Частота f в этой формуле берется в МГц. На частоте $f_m = 0,14$ МГц спектр достигает максимума, равного N_0 .

Если считать, что данные на рис. 2 допускают пересчет помеховых полей в действующие значения, измеренные методом квадратичного детектирования, то величина $S(f) = F^2(f)$ должна трактоваться как энергетический спектр помехового сигнала.

Коэффициент N_0 в формуле (85) может быть найден на основе следующих рассуждений. Пусть имеется монохроматическая волна с частотой $f = f_m$, отвечающей максимуму спектра. При известном токе дуги для нее можно найти величину $W = \varepsilon^2$, отвечающую мощности, выделяющейся на активном сопротивлении 1 Ом. Если теперь вместо монохроматической волны имеется «размазанное» спектральное представление (85), то та же мощность W выделяется интегрально во всем спектре волн:

$$W = \int_0^{\infty} F^2(f) df. \quad (86)$$

Таким образом,

$$N_0 = \sqrt{\frac{W}{\int_0^{\infty} \exp\{-0,32 \cdot [\ln(f/0,14)]^2\} df}}. \quad (87)$$

Интеграл в подкоренном выражении формулы (4.87) вычисляется численно и в итоге получаем

$$N_0 = 1,02 \sqrt{W}. \quad (88)$$

Теперь остается лишь вычислить величину W для монохроматической волны. С этой целью используем формулу для элементарного вибратора. Вычисления дают для ЭДС значение 2,3 В. Мощность W , выделяемая на сопротивлении 1 Ом, при этом равна 5,3 Вт. Таким образом, для коэффициента N_0 в формуле (88) получаем величину 2,3.

Энергетический спектр помеховой ЭДС в соответствии с формулой (85) теперь равен

$$S(f) = 5,3 \exp\{-0,32 \cdot [\ln(f/0,14)]^2\}. \quad (89)$$

Отсюда находится мощность в полосе час-

тот $\Delta=0,02$ МГц вблизи основной частоты приемопередачи $f_0 = 2,15$ МГц:

$$W_0 = \Delta \int_{f_0-\Delta/2}^{f_0+\Delta/2} S(f)df \cong 9,7 \cdot 10^{-3}. \quad (90)$$

Исходя из этой величины, окончательно получаем значение действующей ЭДС в антенне

$$\varepsilon = \sqrt{W_0} = 0,098 \text{ В}. \quad (91)$$

Сравнивая эту величину с ЭДС, вызванной действием коронных разрядов на токонесущих проводах – величиной (83), видим, что из-за возникающих при дуге огромных токов дуговой разряд на пантографе создает ЭМП помех, во много раз превосходящее помехи от короны. По этой причине дополнительную помеху от прохождения импульса дугового тока по проводам можно не учитывать, поскольку уже сам дуговой разряд нарушает нормальную приемопередачу.

В отношении требуемого уровня превышения полезного сигнала над помехой необходимо сделать пояснение. Хотя железнодорожная связь и использует кодовые посылки, но основная информативная составляющая – речевой сигнал. При распознавании речи требуется гораздо большее превышение сигнала над помехой, поскольку здесь исключена возможность кодовой обработки и связанной с нею повышения помехоустойчивости. В [4] приводятся результаты исследований по распознаванию речи при наличии помехи. Соответствующие результаты показаны на рис. 17. По абсциссе отложено отношение сигнал/помеха в децибелах, а по ординате – уровни распознавания речи.

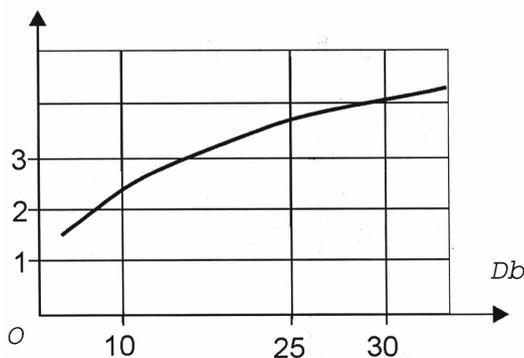


Рис. 17

Уровень 1 – речь неразборчива; уровень 2 – смысл говоримого понятен, но прослушивание требует напряжения; уровень 3 – речь хорошо слышна.

Таким образом, для обеспечения речевой связи требуется превышение полезного сигнала над помехой не менее 15 Дб.

Возвращаясь к вопросу о помехах, создаваемых дуговым разрядом, видим, что для распознавания речи в моменты, когда происходит дуговой разряд, требовался бы уровень ЭДС полезного сигнала в антенне не менее 0,55 В (превышение на 15 Дб рассчитанной ранее ЭДС помехи). При имеющихся мощностях железнодорожных радиопередатчиков – из-за потерь в волноводном проводе и тракте индуктивной связи антенны с волноводным проводом – указанный уровень никогда не достигается. Практически это должно сказываться в том, что в моменты, когда имеет место дуговой разряд, канал связи полностью забивается помехой.

6. Электромагнитные помехи в метровом и дециметровом диапазонах

По сравнению с гектометровым диапазоном использование метрового и дециметрового диапазонов приносит изменения в двух пунктах: меняется длина принимаемой волны и меняется тип антенного устройства.

Для диапазона 160 МГц антенна в виде несимметричного петлевого четвертьволнового вибратора расположена вертикально и ее активная часть составляет $l=47$ см. Антенна является ненаправленной в горизонтальной плоскости и, с учетом влияния обшивки корпуса локомотива, в вертикальной плоскости имеет форму овала с коэффициентом направленности по излучению не более 3 Дб. Таким образом, и в вертикальной плоскости направленность антенны выражена весьма слабо. Это позволяет при проведении прикидочных расчетов считать антенну для основных направлений приема изотропным приемником и не учитывать усиление антенны.

Примерно те же показатели в отношении направленных свойств имеет антенна дециметрового диапазона, тоже работающая как четвертьволновый вибратор, но имеющая меньший вертикальный размер активной зоны: $l=23$ см.

Расчеты для метрового диапазона. Принципиально расчеты ЭМП помех в метровом и гектометровом диапазонах не отличаются, следует лишь учесть изменение спектра поме-

хи в области метровых частот. По этой причине расчетные выкладки подробно показывать нет необходимости и будут приводиться лишь ключевые значения величин, определяющих амплитуду помеховых ЭДС.

Компонента помехи, вызванная коронами разрядами на контактном проводе. Для расчетов исходным соотношением по-прежнему является равенство (78). Оценивая с помощью него отношение $E_0/E_{кр}$, получая далее для частоты 1 МГц значение напряженности E и производя с помощью графика рис. 3 пересчет к частоте 160 МГц (указанный пересчет при этом определяет, что от 1 МГц к 160 МГц амплитуда напряженности поля падает в 110 раз), найдем величину модуля напряженности: $E = 0,021$ мкВ/м. Поскольку антенна метрового диапазона не выделяет z-компоненту поля, а реагирует на модуль поля, то использование графика рис. 9 для оценки z-компоненты не требуется. Таким образом, для оценки помеховой ЭДС вместо формулы (80) запишем равенство

$$\varepsilon = l \sqrt{\frac{2\Delta}{\pi}} E. \quad (92)$$

Расчет по формуле (92) дает величину помеховой ЭДС в антенне метрового диапазона: $\varepsilon = 1,1$ мкВ. Эта величина ниже чувствительности приемников метрового диапазона и поэтому для частоты 160 МГц помехи, вызванные короной на проводах, оказываются несущественными. Заметим, что этот вывод согласуется с данными относительно помех на частотах свыше 100 МГц, приводимыми в специальной литературе (см. [3]).

Электромагнитные помехи, создаваемые дуговым разрядом пантографа в метровом диапазоне. Для антенны метрового диапазона формула (85) переписывается в виде

$$\varepsilon = 0,314 \frac{I_0(f_0) \sqrt{\Delta} f_0 l \cdot l_0}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (93)$$

Оценка величины ε для элементарного вибратора при монохроматической волне дается формулой

$$\varepsilon = 0,314 \frac{I_0 \cdot f_0 \cdot l \cdot l_0}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (94)$$

В формулах (93) и (94) величина a , как и

ранее, – расстояние от контактного провода до оси антенны, b – расстояние между зоной дуги и проекцией центра антенны на контактный провод. Можно считать, что b составляет величину около 6 метров.

Для метрового диапазона волн аппроксимации (85) и (89) уже не могут быть использованы. В соответствии с данными рис. 3, при вычисленном ранее значении $N_0=2,3$ в окрестности частоты приемоизлучения $f_0=160$ МГц функция $F(f)$ имеет вид обратно пропорциональной зависимости:

$$F(f) = N_0 \cdot 0,2/f \quad (95)$$

где частота f считается в мегагерцах. Однако для метрового (и тем более дециметрового) диапазона уже сказывается собственная емкость дуги, шунтирующая ток газового разряда. Поскольку активную и реактивную компоненты в схеме дуги на рис. 12 точно оценить невозможно, необходимо считать, что для частоты приемопередачи выражение (94) включает некоторый дополнительный множитель $q < 1$.

Вместо формулы (89) для метрового диапазона имеем в окрестности частоты f_0

$$S(\omega) = N_0^2 \cdot \frac{10^9}{\omega} \quad (96)$$

Величину N_0 в формуле (96) определяем, как и раньше, по излучению монохроматической волны. Вычисления показывают, что для метрового диапазона $N_0=0,0013$. Величина N_0 в метровом диапазоне, таким образом, существенно больше, чем в гектометровом. Это происходит из-за увеличения частоты приема и излучения в 74 раза.

Энергетический спектр помехи вблизи частоты $f_0=160$ МГц в соответствии с формулой (95) равен $1,68 \cdot 10^{-10}$. В полосе 20 кГц мощность помехи будет равна $0,67 \cdot 10^{-6}$, откуда находится действующее значение напряженности помехи: $E=0,0026$ В/м. Для размера антенны 0,47 см отсюда получаем наводимую ЭДС: 1,2 мВ.

Таким образом, в метровом диапазоне помеха от дуги хотя и значительно уменьшается по сравнению с гектометровым диапазоном, но остается в области чувствительности приемной аппаратуры. Сопоставление помеховой ЭДС с чувствительностью (для метрового диапазона эта величина порядка 5 мкВ) показывает, что помеха, вызванная дугой, может

заглушать полезный сигнал и для приемников метрового диапазона.

Электромагнитные помехи в дециметровом диапазоне. Частота приемапередачи для дециметрового диапазона всего лишь вдвое отличается от частоты метрового диапазона. Расчеты показывают, что из-за упомянутой сравнительной близости частот основные выводы в отношении помех дециметрового диапазона – те же, что и для метрового диапазона:

- помеха от короны на токонесущих проводах (контактный провод и высоковольтные провода электроснабжения) не оказывает влияния на работу приемников,

- помеха, вызванная электрической дугой при нарушении контакта пантографа, генерирует значительную электромагнитную помеху, лежащую в области чувствительности приемной аппаратуры.

Влиянием помеховых наводок на волноводный провод, как показывают расчеты, можно пренебречь как в метровом, так и дециметровом диапазонах.

7. Оценка уровня ЭМП, создающих помехи для радиовещания

Помимо ухудшения работы поездной радиосвязи высокочастотные ЭМП могут создавать помехи приему вещательных программ. При этом источниками помех могут быть как корона на проводах, так и электрическая дуга пантографа электровазов.

Разница обоих источников, помех прежде, всего в том, что корона может создавать постоянный помеховый фон, в то время как электрическая дуга – короткие нечастые помеховые импульсы.

Основная «противопомеховая» составляющая – это достаточно высокий уровень полезного сигнала. В европейских странах мощность радиопередатчиков обычно выбирается так, чтобы во всех частях страны амплитуда излучаемых сигналов была не менее 1 мВ/м. Необходимость такого уровня, определяется, в частности, влиянием линий воздушной электропередачи. Для названного уровня полезного сигнала при удалении от линии на расстояние 50 м и более качество приема будет удовлетворительным, если помеха не превышает 50 мкВ/м и хорошим при помехе не более 10-15 мкВ/м (см. [3]).

В российских условиях из-за громадной протяженности страны обеспечить уровень сигнала радиостанции 1 мВ/м удастся лишь для достаточно мощных передатчиков при расстоянии порядка 80-100 км для длинных и средних волн. Если ограничиться приближением линейного распространения радиоволн (без учета отражения от ионосферы), то напряженность поля линейно падает с увеличением расстояния, при этом мощность сигнала падает квадратично. Таким образом, на расстояниях порядка 200 км ожидаемый уровень сигнала мощной радиостанции составит 0,5 мкВ/м.

Опыт изучения радиопомех от коронных разрядов всех видов позволяет прийти к выводу, что если прием на частотах до 10 МГц удовлетворителен, то на более высоких частотах радиопомехами можно пренебречь. Таким образом, диапазоны телевещания и FM-вещания оказываются гораздо менее подвержены помехам, чем радиодиапазон. Исходя из этого далее будем анализировать характеристики помех лишь для частот менее 100 МГц.

В настоящем параграфе будет оценено влияние коронирования на проводах на качество радиовещания в диапазоне от длинных до коротких волн. Влияние дугового разряда, оказывающего лишь эпизодическое действие на прием программ вещания, не рассматривается.

Расчет уровня помех от коронных разрядов в диапазоне радиовещания принципиально не отличается от представленного в п. 5 расчета помех в гектометровом диапазоне. Для радиодиапазона кроме отличия в длине волны следует лишь учесть значение возможных расстояний от точки наблюдения до контактных или высоковольтных проводов. В п. 5 было найдено, что при расстоянии $d = 50$ м от контактного провода на частоте 1 МГц напряженность шумового поля составляет $E = 0,030$ мкВ/м. Для высоковольтного провода эта же амплитуда шума равна $E = 0,088$ мкВ/м. Учитывая независимость помеховых процессов, для полной амплитуды помехи получаем $E_{полн} = (0,032 + 0,0882)^{1/2} = 0,93$ мкВ/м. На нижней частотной границе, где оценивается помеха, то есть на частоте 100 кГц, напряженность ЭМП помех, согласно рис. 3, увеличивается на 12 Дб и составляет 3,7 мкВ/м. На верхней границе – при 100 МГц – поле составит 0,0066 мкВ/м.

Если рассматривать расстояния, не превышающие длины прямолинейного участка электрифицированной железной дороги, то для этих расстояний ослабление поля с расстоянием описывается, согласно формулам (34) и (35), множителем

$$Q_y = \frac{1}{\lambda} [\Psi^{(1)}_y(ak) + i\Psi^{(2)}_y(ak)] \quad (97)$$

для нормальной компоненты поля и множителем

$$Q_z = \frac{1}{\lambda} [\Psi^{(1)}_z(ak) + i\Psi^{(2)}_z(ak)] \quad (98)$$

для тангенциальной. Можно считать, что на радиоприем мешающее воздействие обе эти компоненты оказывают в равной мере, поэтому модуль полного поля определяется множителем

$$Q = \frac{1}{\lambda} \{[\Psi^{(1)}_y(ak)]^2 + [\Psi^{(2)}_y(ak)]^2 + [\Psi^{(1)}_z(ak)]^2 + [\Psi^{(2)}_z(ak)]^2\}^{1/2} \quad (99)$$

В формулах (97)-(99) величина λ – длина волны, k – волновое число, a – расстояние до коронирующего провода. Величина Q определяет степень ослабления напряженности поля при удалении от провода, создающего коронарный разряд.

На рис. 19 показана зависимость величины Q от параметра a/a_0 (a_0 – базовое расстояние, равное 50 м) для четырех значений частот – от 0,1 МГц до 100 МГц. Кривые нормированы так, чтобы при $a = a_0$ величина Q равнялась единице.

Расчет проводился на основе использования формул (28)-(32) для функций Ψ , а также их асимптотических представлений (см. Приложения 1 и 2). Из рис. 19 видно, что наиболее подвержен помехам диапазон низких (длинноволновых) радиочастот. Вплоть до расстояний $a=1600$ м для этих частот помеховая компонента поля, отвечающая помехам от коронирующих проводов, остается весьма большой. Из этого же рисунка видно, что для расстояний 5 км помехи от коронирующих проводов ни для каких радиочастот уже не оказывают заметного влияния на качество радиовещания.

В отношении высокочастотной границы радиовещания из рис. 19 видно, что помехи

могут оказывать какое-то влияние лишь в непосредственной близости от коронирующих проводов. С удалением от них мощность помехи резко падает.

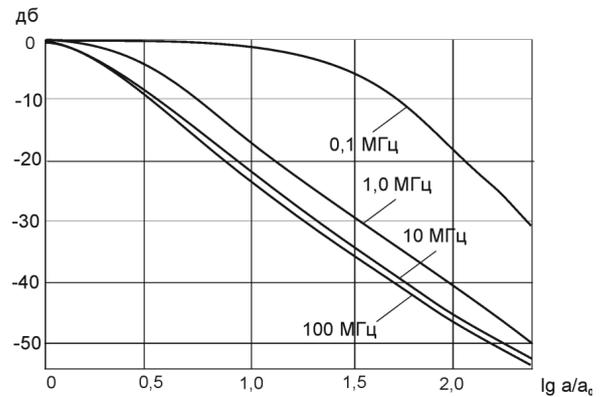


Рис. 19

8. Выводы и рекомендации

Анализ влияния ЭМП помех, возникающих от короны на проводах и дугового разряда при нарушении контакта пантографа, показывает, что ЭМП помехи могут существенно ухудшать работу железнодорожных средств радиосвязи и влиять на качество приема программ вещания в радиодиапазоне. В связи с этим остается актуальной проработка вопросов по улучшению помехоустойчивости приемных устройств, устанавливаемых на локомотивах, и уменьшение помех, создаваемых всеми системами тяги, управления и энергопередачи на железной дороге.

Виды и характер работ, которые необходимо выполнять с целью ослабления влияния ЭМП помех, известны. К ним относятся аккуратная и тщательная установка, а также последующая проверка всех элементов контактной сети, качественное заземление, установка фильтров высоких частот на системах преобразователей локомотивов, устройствах СЦБ и питающих подстанциях. Помимо этого возможна постановка задач по разработке новых типов антенн в метровом и дециметровом диапазонах, обладающих диаграммой направленности, которая обеспечивает меньшую подверженность воздействию электромагнитных помех от дугового разряда.

В п.3 изложены основные теоретические подходы к оценке влияния электромагнитных помех на железнодорожные приемопередающие устройства. Совместное использование как практических мер по увеличению помехо-

защищенности, так и теоретического анализа позволит разработать эффективные способы уменьшения влияния ЭМП помех на системы радиосвязи железнодорожного транспорта.

Вместе с тем следует заметить, что ряд эффектов, порождающих ЭМП помех в настоящем исследовании не учтены:

1. Образование плоского рефлектора вблизи земли. В качестве рефлектора здесь выступают тяговые сети и провода электропитания, идущие в продольном направлении, и перемычки для выравнивания электрических потенциалов между проводами, идущие в поперечном к первым направлению. Вполне может быть, что эти провода из-за разницы в высоте подвеса могут представлять собой двухслойную сетку с произвольными по величине ячейками. В качестве несимметричного вибратора может быть искровой разряд между скользящим съемным ползком и тяговой сетью. Искровой разряд возникает между землей и сетчатой поверхностью. Расстояние между проводами сетчатой поверхности составляет несколько метров (2-5 м), диаметр проводов – около 1 см. Следовательно, параметр, характеризующий плотность сетки [17], $\chi = 2b\lambda^{-1} \ln b/2\pi r_0 \approx 120$. При расчете взято: $b \approx 4,0$ м; $r_0 \approx 0,005$; $\lambda \approx 3,0$ м. Эффективная плотность χ сетчатой поверхности (рефлектора) велика. Высота подвеса рефлектора над землей близка к длине волны ($h \approx 5-6$ м). Это соответствует случаю наибольшего влияния параметров почвы на коэффициент отражения системы рефлектор-земля.

Свойства земли оказывают существенное влияние на распространение дифракционных полей. Наиболее опасными являются случаи «резонансных» высот экрана ($h = n \cdot 0,5\lambda$, $n = 1, 2, \dots$). Это приводит к мысли, что для корректного анализа работы сетчатого рефлектора надо пользоваться формулами, учитывающими влияние границы раздела (слоистой среды).

2. Замедляющие свойства сетчатых структур. Как известно, при распространении электромагнитных волн в сетчатых структурах наблюдается изменение фазовой скорости по сравнению со скоростью в свободном пространстве (это свойственно искусственному диэлектрику) [18]. Замедление определяют отношением $\gamma/k = c/v_\phi$, где $k = (\omega/c)\sqrt{\epsilon\mu}$, γ – постоянная распространения. С увеличением частоты замедление увеличивается (частота увеличивается в четыре раза, замедление γ/k от 1,115 до 1,190).

9. Приложения

Приложение 1. Вычисление интегралов $\Psi_y^{(2)}(x)$ и $\Psi_z^{(2)}(x)$

Рассмотрим интеграл

$$\Psi_y^{(2)}(x) = -\int_0^\infty \frac{u \sin(ux) \sin(x\sqrt{u^2+1})}{(u^2+1)^{3/2}} du \quad (\text{П1.1})$$

Учитывая тождество $\sin \alpha \sin \beta = \text{Re}[\exp i(\alpha - \beta) - \exp i(\alpha + \beta)]/2$ и принимая во внимание четность подынтегрального выражения в (П1.1), имеем

$$\begin{aligned} \Psi_y^{(2)}(x) = & -\frac{1}{4} \text{Re} \left[\int_{-\infty}^\infty \frac{u \exp[-ix(\sqrt{u^2+1}-u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du - \right. \\ & \left. - \int_{-\infty}^\infty \frac{u \exp[-ix(\sqrt{u^2+1}+u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du \right]. \end{aligned} \quad (\text{П1.2})$$

В первом из написанных интегралов заменим переменную интегрирования по формуле $z = \sqrt{u^2+1} - u$, а во втором интеграле – по формуле $z = \sqrt{u^2+1} + u$. В новых переменных интеграл имеет вид

$$\Psi_y^{(2)}(x) = -4 \int_0^\infty \frac{(1-z^2) \exp(-ixz)}{(z^2+1)^2} dz = -\int_{-\infty}^\infty \frac{1-z^2}{(1+z^2)^2} \exp(ixz) dz \quad (\text{П1.3})$$

Если последний интеграл рассматривать на комплексной плоскости z , то подынтегральное выражение имеет два полюса второго порядка в точках $z = i$ и $z = -i$. В связи с тем, что подынтегральное выражение содержит множитель $\exp(ixz)$ и функция $(1-z^2)/(1+z^2)^2$ стремится к нулю при $|z| \rightarrow \infty$, можем при $x > 0$ замкнуть контур интегрирования в верхней полуплоскости дугой бесконечного радиуса, интеграл по которой равен нулю. Тогда интеграл в (П1.3) равен произведению $2\pi i$ на вычет в полюсе второго порядка при $z = i$. Производя вычисление вычета стандартным методом (см., например, [15]), получим окончательно

$$\Psi_y^{(2)}(x) = -\frac{\pi}{2} x \exp(-x), x > 0.$$

Для $x < 0$ следует замыкать контур в нижней полуплоскости и вычислять вычет в точке $z = -i$. В итоге для любого знака аргумента x справедлива формула

$$\Psi_y^{(2)}(x) = -\frac{\pi}{2}|x|\exp(-|x|).$$

Если подобное рассмотрение провести для функции

$$\Psi_z^{(1)}(x) = -\int_0^\infty \frac{\cos(ux)\sin(x\sqrt{u^2+1})}{(u^2+1)^{3/2}} du,$$

то, применяя тот же метод, получим

$$\Psi_z^{(2)}(x) = -\frac{\pi}{2}x\exp(-|x|).$$

Приложение 2. Нахождение асимптотических формул для функций

$\Psi_y^{(1)}(x)$ и $\Psi_z^{(1)}(x)$

Рассмотрим интеграл

$$\Psi_y^{(1)}(x) = \int_0^\infty \frac{u \sin(ux) \cos(x\sqrt{u^2+1})}{(u^2+1)^{3/2}} du \quad (\text{П2.1})$$

Его можно представить в форме

$$\begin{aligned} \Psi_y^{(1)}(x) = & \frac{1}{2} \text{Im} \left[\int_0^\infty \frac{u \exp[ix(\sqrt{u^2+1}-u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du - \right. \\ & \left. - \int_0^\infty \frac{u \exp[ix(\sqrt{u^2+1}+u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du \right] \end{aligned} \quad (\text{П2.2})$$

Заменим знак переменной интегрирования во втором из интегралов формулы (П2.2) и объединим области интегрирования. Тогда получим

$$\Psi_y^{(1)}(x) = \frac{1}{2} \text{Im} \left[\int_{-\infty}^\infty \frac{u \exp[ix(\sqrt{u^2+1}-u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du \right] \quad (\text{П2.3})$$

Переходя к новой переменной интегрирования по формуле $z = \sqrt{u^2+1} - u$, учитывая при этом соотношения $u = (1-z^2)/2z$, $\sqrt{u^2+1} = (1+z^2)/2z$ и $du = -(1+z^2)/2z^2$, получим в новой переменной z

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\text{Im} \int_0^\infty \frac{(1-z^2)\exp[ixz]}{(z^2+1)^2} dz \quad (\text{П2.4})$$

Интеграл (П2.4) можно рассматривать на комплексной плоскости z . Поскольку подынтегральное выражение содержит множитель $\exp(ixz)$ и модуль коэффициента при этом множителе стремится к нулю как z^2 при $|z| \rightarrow \infty$, то можно замкнуть контур интегрирования, добавляя интегралы по мнимой оси и по дуге большого радиуса в области $\text{Re } z > 0$ и $\text{Im } z > 0$. При этом необходимо учесть наличие полюса второго порядка в точке $z=i$. Получающийся контур показан на рис. П2.1.

Таким образом, от интегрирования в формуле (П2.4) по вещественной оси можно перейти к интегрированию по мнимой оси ($y=iz$), обходя полюс $z=i$. Для интеграла по мнимой оси основной вклад дает область, примыкающая к началу координат. Если выделить на мнимой оси точку b , такую что $0 < b < 1$, то интеграл (П2.4) запишется в форме

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\text{Im} \left[i \int_0^b \frac{(1+y^2)\exp[-xy]}{(1-y^2)^2} dy \right] + O(\exp(-bx)) \quad (\text{П2.5})$$

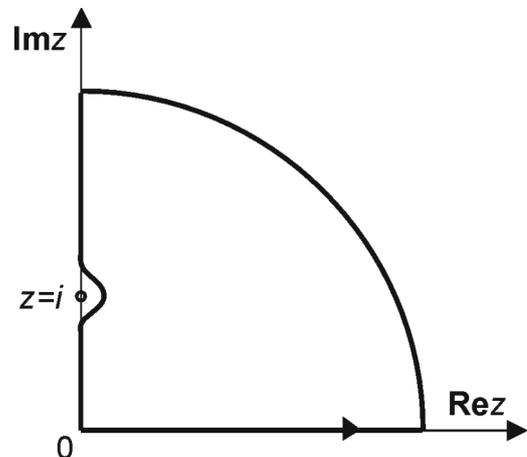


Рис. П2.1

Теперь воспользуемся асимптотической формулой Лапласа (см., например, [16]). Для оценки интегралов, содержащих экспоненциально затухающий множитель, эта формула дает при больших x

$$\int_0^b f(y) \exp(-xy) dy = \frac{a_0}{x} + \frac{a_1}{x^2} + O\left(\frac{1}{x^3}\right), \quad (\text{П2.6})$$

если разложение функции $f(y)$ в ряд в окрестности $y=0$ имеет вид $a_0 + a_1 y + \dots$. Таким образом, из (П2.5) получаем, что при больших значениях аргумента x верна формула

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\frac{1}{x} + O\left(\frac{1}{x^2}\right). \quad (\text{П2.7})$$

Из-за четности функции $(1+y^2)/(1-y^2)^2$ в разложении (П2.7) член порядка x^{-2} отсутствует, и мы имеем более точную оценку:

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\frac{1}{x} + O\left(\frac{1}{x^3}\right). \quad (\text{П2.8})$$

Теперь изучим асимптотическое поведение при больших x для функции

$$\Psi_z^{(1)}(x) = \int_0^\infty \frac{\cos(ux) \cos(x\sqrt{u^2+1})}{(u^2+1)^{3/2}} du \quad (\text{П5.9})$$

Представим его в форме

$$\Psi_z^{(1)}(x) = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int_0^\infty \frac{\exp[-ix(\sqrt{u^2+1}-u)]}{(u^2+1)^{3/2}} du. \quad (\text{П2.10})$$

Переходя к переменной $z = \sqrt{u^2+1} - u$ и учитывая соотношения $u = (1/2z) - (z/2)$, $\sqrt{u^2+1} = (1+z^2)/2z$, $du = -[(z^2+1)/2z^2] dz$, получим

$$\Psi_z^{(1)}(x) = 2 \operatorname{Re} \int_0^\infty \frac{z \exp[-ixz]}{(z^2+1)^2} dz. \quad (\text{П2.11})$$

Рассматриваем далее интеграл (П2.11) на комплексной плоскости z . Так же, как и ранее для интеграла (П2.4), можем считать интервал интегрирования в (П2.11) как часть замкнутого контура, показанного на рис. П2.1. Переходя к оценке интеграла по мнимой оси и применяя формулу (П2.6), получим

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\frac{2}{x^2} + O\left(\frac{1}{x^3}\right). \quad (\text{П2.12})$$

В связи с нечетностью функции $z/(1+z^2)$ оценка (П2.12) может быть уточнена:

$$\Psi_y^{(1)}(x) = -\frac{2}{x^2} + O\left(\frac{1}{x^4}\right). \quad (\text{П2.13})$$

Используемая литература:

1. Жондецкая О. Д., Щербакова К. С. Радиопомехи от электротранспорта и борьба с ними. - М.: Связьиздат, 1957. - 44 с.
2. Ваванов Ю. В., Елизаренко В. С. и др. Радиотехнические системы железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт, 1991. - 304 с.
3. Кафиева К. Я. Помехи от короны на проводах линий электропередачи. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. - 143 с.
4. IEEE Transactions on Power Apparatus & Systems, 1965, №8.
5. Емельянов Н. П. Исследование короны на линиях переменного тока напряжением 400 кВ и выше. - М.: Электрические станции, 1958, №7.
6. Сидельников В. В., Сохранский А. С. Экспериментальное исследование высокочастотных коронных помех на круглых проводах с чистой поверхностью. - М.: АН СССР, Институт электромеханики. Сборник работ по вопросам электромеханики, вып.5, 1961.
7. Ерохин Г. А., Чернышев О. В., Козырев И. Д., Кочержевский В. Г. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 491 с.
8. Ваванов Ю. В. Технологическая железнодорожная радиосвязь. - М.: Транспорт, 1985. - 182 с.
9. Вольман В. И., Пименов Ю. В. Техническая электродинамика. - М.: Связь, 1971. - 437 с.
10. Рязанов И. Б., Леонов В. М., Коробков Ю. С. Индуктивности проводных линий и их влияние на работу электрооборудования. - М.: МЭИ, 1999. - 103 с.
11. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Советское радио, 1967. - 327 с.
12. Зернов Н. В., Карпов В. Г. Теория радиотехнических цепей. - Л.: Энергия, 1972. - 816 с.
13. Клементенко А. Я. и др. Контактные помехи радиоприему. - М.: Воениздат, 1979. - 97 с.
14. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций. - М.: Наука, 1966. - 387 с.

15. Евграфов М. А. Асимптотические оценки и целые функции. – М.: Наука, 1979. – 320 с.

16. Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивностей. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 488с.

17. Конторович М. И., Астрахан М. И.,

Акимов В. П., Ферсман Г. А. Электродинамика сетчатых структур. – М.: Радио и связь, 1987. – 136с.

18 Wait J. R. Reflection at arbitrary incidence from a parallel wire grid //Appl. Sci. Res., 1954, v.B-4, p.393-400.

CALCULATION OF HIGH-FREQUENCY NOISES FROM THE RAILWAY, ELECTRIFIED ON AN ALTERNATING CURRENT (P.II)

Apollonskii S.M., Gorsky A.N., Kochetkov V. M., Titarenko S. P.
(St.-Petersburg, Russia)

The summary

Electromagnetic fields generated by elements of the railway electrified on an alternating current, and creating noises the design procedure of high-frequency electromagnetic fields is developed for work television and radio engineering complexes, train and a stationary radio communication. The comparative analysis of results of calculation and experiment with requirements of normative documents is lead. Ref.: 18. Fig.: 19.

УДК 504: 01: 612: 630: 536.4

ПЛАНЕТАРНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ. МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОГЛАСОВАННЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОЦЕНОК

Kopp I. Z.,
(Нью-Йорк)

Аннотация

Дано системное обоснование определения экологических ресурсов, позволяющее использовать единую физическую модель и строгое математическое описание факторов экологического кризиса. Рассмотрена методология согласованных международных оценок изменений экологических ресурсов, применимая для разных масштабных уровней, независимо от рассматриваемых объектов, особенностей технологических процессов, отраслей хозяйственной деятельности, времени и условий. На основе системного подхода определяются количественные и качественные показатели влияния на экологические водные ресурсы и ресурсы атмосферного воздуха. Показана необходимость учета суммарных и прямых и косвенных изменений каждого отдельного и всей совокупности экологических ресурсов.

Ключевые слова: экологические ресурсы; охрана окружающей среды; экологический кризис; атомная энергетика; коэффициент экологического действия.

1. Введение

Среди многих аспектов глобальных кризисов начала XXI века, одним из наиболее значительных является экологический кризис. Ученые, общественные и политические де-

ятели разных стран мира, разной ментальности, идеологической ориентации, разных научных школ и политических доктрин, в большинстве публичных высказываний признают факт глобального экологического кри-

зиса как важнейшей проблемы, угрожающей жизнедеятельности человечества.

В отличие от известных кризисных явлений в экономике, в финансовой сфере, в социально-общественных процессах, с которыми человечество сталкивалось ранее и пришло к необходимости создания соответствующих институтов в области права, подготовки квалифицированных кадров и технологий, экологический кризис представляет собой принципиально новое явление. Новизна состоит в том, что первопричина экологического кризиса – угрозы жизнедеятельности человека в самом развитии человеческого сообщества. Рост численности населения, мощности энергопотребления и технологий в XX веке достигли опасного уровня воздействий на среду обитания. Этот кризис является системным и не может быть определен как функциональный в рамках одного или нескольких известных ранее отраслей хозяйственной деятельности, направлений науки и техники. Предпринимаемые попытки решения в рамках географии, климатологии, здравоохранения, энергетики и энергосбережения, сельского хозяйства, отдельных международных правовых актов не могут привести к радикальным решениям проблем экологического кризиса. Требуется новый наддисциплинарный мировой подход, фундаментом для которого является учение великого мыслителя Владимира Ивановича Вернадского о неизбежности перехода человечества к условиям новой жизни в рамках антропогенной окружающей среды, названной им ноосферой [1].

Если для преодоления финансового и экономического кризиса в большинстве стран и на международном уровне предпринимаются реальные оценки опасности и конкретные действия, то для преодоления глубокого глобального экологического кризиса реальных действий пока не предпринимается. Причиной этому является то, что, несмотря на очень большое число публичных устных и письменных заявлений о необходимости внимания к проблемам глобального экологического кризиса, многочисленных публикаций и разработок новых технологий в отдельных направлениях (автотранспорт, двигателестроение, выработка электричества и др.), до настоящего времени НЕТ единой универсальной методологии природоохранной деятельности на основе современного системного подхода.

Нет единого определения опасности для жизнедеятельности в реальной окружающей среде, которая физически представляет собой систему – совокупность большого числа экологических ресурсов, изменяющихся в результате антропогенных воздействий.

Экологический кризис по определению является системным, охватывающим все многочисленные и многообразные, находящиеся в динамичном взаимодействии множества – большие системы многофункциональной человеческой жизнедеятельности в неразрывных многосторонних взаимосвязях с множествами – большими системами окружающей среды. Только путем системного подхода и раскрытия общих причин и сил экологического кризиса, на этой основе создания методологии и механизма управления этих причин, можно обеспечить движение к преодолению необратимых последствий кризиса.

В статье содержится краткое изложение основ методологии, фундаментальным определением которой является системное определение понятия экологических ресурсов, позволяющее использовать для каждого из множества ресурса единую модель и строгое математическое описание, применимое для разных масштабных уровней, независимо от рассматриваемых объектов, особенностей технологических процессов, отраслей хозяйственной деятельности, времени и места приложения методологии.

Разработка методологии является результатом авторских исследований по рассматриваемой проблеме, которые были начаты в недрах спецфакультетов по повышению квалификации специалистов в области экологии Санкт-Петербургского государственного университета (ЛГУ) и Санкт-Петербургского технического университета (МИПК ЛПИ), Санкт-Петербургского НИИ Атмосфера, в содружестве с ведущими специалистами других вузов и специалистами МАНЭБ. Основные научные результаты трудов в этом актуальном направлении опубликованы и обсуждаются на международных конференциях [2-12]. Фундаментом для продолжения работ и внедрения методологии являются результаты оригинальных исследований ученых разных отраслей науки, обобщенных в отчетах международных коллективов

ученых по программам ООН, ЮНЕП, ВМО, определяющих тренды и фактические изменения во всех компонентах окружающей среды и важную роль антропогенной составляющей в происходящих изменениях, как в региональных, так и в глобальном масштабе [13-19]. Осуществление таких крупных международных проектов коллективами авторитетных ученых и специалистов, по состоянию на начало XX века, снимает с обсуждения проблему о присутствии такой составляющей экологического кризиса. Главный вопрос, требующий ответа от ученых - насколько изменения глубоки и опасны, можно ли остановить или предотвратить необратимые глобальные изменения экологических ресурсов.

На основе системного подхода раскрыты основные факторы и описаны показатели влияния на экологические водные ресурсы, включая их составляющие - материковые ледники, ресурсы атмосферного воздуха. В известных рекомендациях имеют место весьма противоречивые количественные и качественные оценки их состояния, а также и тенденций изменения в результате совокупных антропогенных воздействий. Показан путь корректного определения совокупного потребления экологических ресурсов, практические направления снижения их удельных и суммарных показателей, сравнительная эффективность вариантов альтернатив углеводородным невозобновляемым источникам энергии. Во всех случаях методика предусматривает необходимость учета совокупного влияния разнообразных прямых и косвенных изменений каждого из взаимосвязанных экологических ресурсов.

Внедрение ресурсосберегающих экотехнологий неразрывно связано с необходимостью повышения уровня экологического образования во всех звеньях управления экономикой и инженерно-технической деятельностью при проектировании, сооружении, эксплуатации и рекультивации технических систем и сооружений, на основе единых экотехнологических норм. Соответственно необходимо внедрение законов, обеспечивающих сохранность экологических ресурсов, предусматривающих материальную и моральную, а при необходимости и уголовную ответственность. Базовые положения экологического законодательства

также должны быть согласованы на международном уровне, так-как предусматривают ответственность перед глобальными общечеловеческими ресурсами.

Развиваемая методология подхода к решению проблем экологического кризиса на основе идеи анализа экологических ресурсов, ни в коей мере не противоречит идеям и опыту уже достигнутых международных договоров, направленных к решению конкретных вопросов снижения отрицательных антропогенных воздействий на окружающую среду: (Декларации ООН, Киотский и Монреальский протоколы, соглашение о предотвращении разрушения озонового слоя и другие), и прошла апробацию при решении ряда конкретных экологических проблем.

2. Методология определения и опасности воздействий на экологические ресурсы

Необходимость методологии. Несмотря на очевидные и общепризнанные факты и процессы антропогенного алияния на окружающую среду, в разных странах, представители разных научных школ и профессий, высказывают самые противоречивые мнения.

С одной стороны, группа специалистов, в основном климатологов и метеорологов, имеющих влияние на формирование общественного мнения, утверждает, что последствия глобальных климатических изменений на планете, в результате антропогенных воздействий, уже стали необратимыми. Основой для таких утверждений являются, например, исследования парникового эффекта – прямых измерений изменения температуры атмосферы и корреляции с прямыми измерениями концентрации в атмосфере парниковых газов, как результата их антропогенных выбросов в атмосферу. Создаваемые для таких прогнозов климатические модели, показывают, что даже если каким-то образом удастся прекратить выбросы углекислого газа, средняя температура воздуха на Земле сохранится на высоком уровне тысячи лет, как результат уже произошедших изменений. Очевидным выводом подобных результатов исследований специалистов – необходимость намеренных практических действий по устранению губи-

тельного необратимого изменения качества атмосферного воздуха, нарушения температурного баланса, истощения водных или других видов природных ресурсов.

С другой стороны, группы авторитетных исследователей разных специальностей, показывают, что по состоянию суммарных антропогенных изменений глобальных ресурсов на начало XXI века, у человечества нет серьезных оснований для беспокойства по поводу проблем экологического кризиса. При этом основным аргументом оппонентов, в частности, по поводу парникового эффекта, являются результаты анализа состава и структуры кернов - проб из скважин в толще многовекового льда Антарктиды и косвенное определение изменений концентрации парниковых газов в атмосферном воздухе в прошедшие эпохи. На основе этих результатов сложных исследований следует вывод о том, что в тысячелетней истории нашей планеты были периоды, когда концентрации парниковых газов были соизмеримы с современными антропогенными воздействиями. Из этого делаются заключения о том, что в настоящее время нет серьезных угроз со стороны экологического кризиса.

Очевидной причиной сосуществования столь противоречивых оценок разнообразных проявлений экологического кризиса является отсутствие единой методологии для количественных и качественных оценок изменений экологических ресурсов.

Важнейшим фактором актуальности и практической необходимости создания и внедрения универсальной методологии является комплекс демографических факторов – самого динамичного обстоятельства чрезвычайно быстрого воздействия на ускорение экологического кризиса. По данным ООН население земного шара достигло в 2008 году 6,7 миллиарда человек, а к 2050 году увеличится до 9,2 миллиардов. При этом рост происходит за счет менее развитых регионов Азии и Африки, где наиболее рельефно проявляются последствия экологического кризиса.

Цели разработки универсальной методологии. Исходя из реального состояния актуальной научно-технической и общественно значимой проблемы экологического кризиса методология согласованных международных

оценок должна обеспечить строгое, однозначное и доступное понимание и математическое описание функционирования любого вида хозяйственной деятельности как механизма взаимодействия с системами окружающей среды. Например, сельскохозяйственное производство, с одной стороны, есть потребление ресурсов воды, веществ почвы, газов атмосферного воздуха, энергии, и, с другой стороны, выделение в окружающую среду комплекса других веществ и видов энергии. Технологии производства и переработки металлов, строительных материалов, химических веществ и множество других, с одной стороны, потребление сырья, материалов, воды, атмосферного воздуха, энергии, и, с другой стороны, выделение в окружающую среду использованных загрязненных вод, комплекса других веществ и видов энергии.

Экологически обоснованная типовая методология рассматривает в едином ключе, доступном для практических действий инженеров и техников, ученых и агрономов во всех сферах жизнедеятельности, технологические процессы производства не как узкоотраслевую технологию, а только как взаимодействие с объектами окружающей среды, потребляющей из среды определенные вещества и энергию и вырабатывая определенные вещества и энергии, как полезные, так и просто выбрасываемые в окружающую среду. Каждое из потребляемых, производимых и выбрасываемых веществ поддается реальной оценке. В расчете на единицу основной продукции, на производительность или на время функционирования технологического процесса определяются перечень и балансовые соотношения для каждого отдельного и всех экологических показателей технологических процессов.

Экологически обоснованная типовая методология обеспечивает приложение современных возможностей системно-структурного подхода, достижений естественных наук и возможностей вычислительной техники. для анализа экологических показателей существующих и разработки новых экологически безопасных технологических процессов для всех отраслей хозяйственной деятельности. В итоге имеются практические возможности путем суммирования однотипных оценок, получить вполне реальную картину опасностей для эко-

логических ресурсов на любом заданном масштабном уровне, от локальных до глобального.

Предлагаемая методология системного подхода создает возможности оценок экологичности научно-технической деятельности, которые подлежат строгому определению и контролю не по интересам бизнеса или политических течений, а лишь на пути понимания реальных опасностей экологического кризиса, гуманистических – общечеловеческих ценностей.

Общей целью методологии является формирование возможности поиска правильного ответа на главный вопрос глобального экологического кризиса в настоящее время, в самом строгом смысле идеи экологических ресурсов – насколько деятельность человека опасна для необратимого разрушения ресурсов и можно ли остановить или предотвратить их необратимые изменения.

Основопологающие принципы методологии. Основой методологии являются единые исходные определения экологических ресурсов и критериев экологичности, использование которых является базой для приведения к универсальной форме оценки экологичности любых процессов воздействий на окружающую среду и корректного сопоставления процессов по экологическим показателям.

Экологическим ресурсом является любое вещество, совокупность (множество) веществ, а также естественные процессы и балансовые соотношения, составляющие системное единство, которое определяет все условия жизни человека, животного и растительного мира, естественного круговорота веществ, формирования климата и равновесного функционирования биосферы во взаимодействии с излучениями Солнца и Космоса, в условиях целенаправленной хозяйственной деятельности.

Каждый из экологических ресурсов окружающей среды характеризуются строением, свойствами, количественными и качественными показателями, а также скоростью их естественного образования или распада, изменения определенных характеристик. Основой для условной классификации экологических ресурсов служит их принадлежность к определенной компоненте окружающей среды: ресурсы солнечного излучения; литосферы, гидросферы, атмосферы и т. д. Все они образуют множество ресурсов окру-

жающей среды и являются его подмножествами. В соответствии с принципами системотехники, множество ресурсов окружающей среды включает в себя подмножества, а также их пересечения и все другие виды взаимосвязей, которые также являются экологическими ресурсами. Эта зависимость отражает объективную закономерность – каждый ресурс принадлежит окружающей среде в целом, с учетом всех ее взаимосвязанных процессов. Распространенные понятия – минеральные ресурсы, топливно-энергетические и т. д., являются частными случаями определения экологических ресурсов по принадлежности к компонентам окружающей среды. Естественные количественные значения региональных или локальных экологических ресурсов окружающей среды отличаются от их средних значений по всем компонентам (исключение составляют концентрации основных газов атмосферы: кислорода, азота и окислов углерода).

Системный подход к проблеме воздействий на экологические ресурсы, в качестве исходного положения использует балансовые соотношения с квазиравновесным естественным состоянием биосферы. В основе современного учения о биосфере идеи В. И. Вернадского, согласно которым биосфера включает все структуры Земли, всех систем собственно жизни и окружающей среды. При этом антропогенная деятельность становится всё более важным фактором планетарного геохимического баланса. Следуя трактовке В. И. Вернадского, следствиями воздействий на экологические ресурсы неизбежно являются нарушения естественных процессов в круговороте сложных превращений вещественно-энергетического и информационного потоков веществ.

Важным исходным балансовым соотношением может служить общая схема глобального энергетического равновесия излучения Земли – рис. 1, где, для количественных оценок за исходную точку принято приходящее солнечное излучение. Очевидно, что по определению, каждая из составляющих этого баланса есть система экологических ресурсов, определяемая всеми параметрами лучистой энергии (мощностью, спектральным строением, условиями распространения и др.). При этом нарушения любого экологического ресурса, неизбежно оказывают влияние и на все другие составляющие баланса.

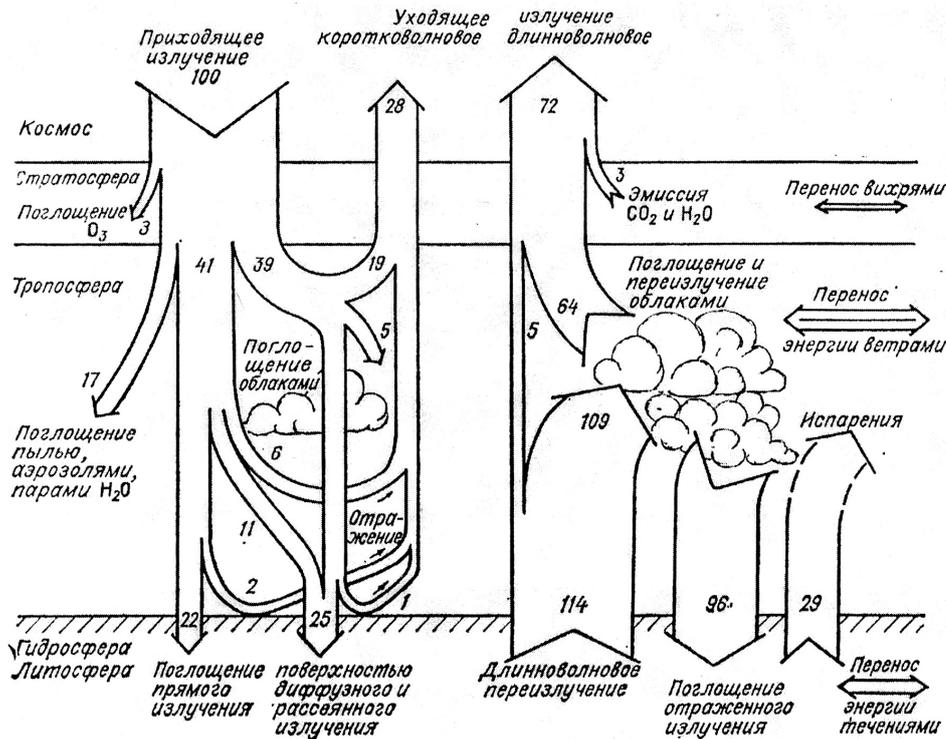


Рис. 1.

Планетарный энергетический баланс излучений Земли

С позиций рассматриваемой методологии, квазиравновесный планетарный энергетический баланс является большой системой – множеством экологических ресурсов. Фундамент этого множества – мощности и спектры поступающего космического излучения. Экологический кризис есть результат нарушения составляющих энергетического баланса – множеств экологических ресурсов, являющихся производными поступающего излучения. По современным представлениям, наиболее подвержены изменениям, в результате суммарных антропогенных воздействий все составляющие поглощения поступающего солнечного излучения в атмосфере, в гидросфере и в ландшафтах, основные составляющие переизлучений, переноса вещества и энергии в атмосфере и гидросфере, в глобальных циклах воды, углерода, солей и других веществ. Очевидно, что представляемые как результаты антропогенных воздействий характерные изменения температурного режима атмосферы и гидросферы, «парниковый эффект», таяние ледников, повышение уровня моря, изменения катастрофических и климатических природных явлений, являются честными проявлениями изменений в большой системе экологических ресурсов.

Уровни опасности и необратимости разрушения ресурсов. Важными понятиями принятой методологии являются универсальные оценки уровней воздействия на ресурсы. На основе системного анализа и накопленного опыта его применения к экосистемам определены пять уровней оценки расхода экологического ресурса: допустимый (безопасный), предельно-допустимый уровень расхода экологического ресурса и недопустимые (опасные). Эти понятия, идея которых подобна известным традиционным терминам о допустимых и предельно-допустимых концентрациях, не требуют новых форм записи при использовании методологии системно-структурного анализа:

1-ый уровень – допустимый (безопасный) - фиксируемые нерегулярные количественные воздействия на ресурс, не изменяющие его равновесное состояние, не связанное с другими ресурсами. Обнаружение 1 уровня опасности требует привлечения внимания к источникам возникновения опасности и учета при проведении дальнейших наблюдений;

2-ой уровень – предельно-допустимый - длительные локальные количественные воздействия на ресурс, в пределах установленных медико-санитарных норм в виде предель-

но-допустимых концентраций (ПДК), максимальное количество вредного вещества в единице объёма (воздуха, воды или др. жидкостей) или веса (например, пищевых продуктов), которое при ежедневном воздействии в течение неограниченно продолжительного времени не вызывает, с одной стороны, в организме каких-либо патологических отклонений, а также неблагоприятных наследственных изменений у потомства, и, с другой стороны, необратимых изменений экологического ресурса, не связанное с другими ресурсами. Обнаружение 2 уровня опасности требует точного количественного определения источников возникновения опасности, учета всех возможных источников и принятия мер к недопущению их увеличения.

3-ий уровень (опасный) – кратковременное превышение локальных воздействий на ресурс выше установленных предельно-допустимых изменений. Обнаружение 3 уровня опасности требует срочного определения источников возникновения опасности и принятия необходимых мер для снижения воздействий на ресурс.

4-ый уровень (очень опасный) – высокая скорость истощения отдельного вида экологического ресурса в результате прямого воздействия, длительное превышение предельно-допустимых изменений и медико-санитарных норм, связанное с другими ресурсами. Обнаружение 4 уровня опасности требует срочного принятия необходимых мер для снижения воздействий на ресурсы на необходимом масштабном уровне: локальном или региональном.

5-ый уровень (чрезвычайно опасный) – катастрофически быстрое истощение одного или нескольких видов экологических ресурсов в результате совокупных прямых и косвенных воздействий. Обнаружение 5 уровня опасности требует немедленного оповещения всего населения, для которого изменение ресурса может представлять потенциальную угрозу и срочного прекращения всех источников возникновения чрезвычайной опасности.

За счет суммирования однотипных оценок количественных изменений конкретных экологических ресурсов, определяется реальная картина опасностей для заданного масштабного уровня: локального, регионального, государственного или глобального. Эти данные являются надежным источником для принятия необходимых и немедленных практических

действий по устранению губительного необратимого истощения экологического ресурса качества атмосферного воздуха, водных или других видов экологических ресурсов.

Здоровье и окружающая среда. Необходимо подчеркнуть, что проблематика антропогенных воздействий на экологические ресурсы, вне сравнений со всеми другими опасностями, является приоритетной с позиций влияния на здоровье людей, на любом масштабном уровне. К настоящему времени имеются многочисленные свидетельства, когда истощение экологических ресурсов в виде качества воды, воздуха, почв, сельскохозяйственных продуктов, приводило к тяжелым последствиям для здоровья людей. Понимание того, что для сохранения здоровья важно выявить наиболее опасные показатели изменения среды жизни, является одним из основных свидетельств необходимости системного подхода, в рамках которого можно установить такие опасности в их взаимосвязях значительно раньше, чем при изучении отдельных видов загрязнения воды или воздуха отдельными веществами. Несмотря на многочисленные выступления, конференции и публикации по проблемам влияния разрушения экологических ресурсов на здоровье людей, в том числе ООН и другими международными организациями, реальная ситуация ущерба, по показателям случаев смерти и заболеваний имеет устойчивую тенденцию к усугублению кризиса. Это в первую очередь обусловлено совокупностью воздействий на ресурсы воды и атмосферного воздуха.

3. Экологические водные ресурсы

Глобальные водные ресурсы – Большая система Гидросфера. В соответствии с определениями в методологии системного анализа, экологические водные ресурсы планеты – «Большая система Гидросфера» является подсистемой глобальных экологических ресурсов. Системообразующим фактором гидросферы является глобальный цикл воды, включающий мировой океан, влагу почв, атмосферы, стоки рек и материковые ледники, процессы испарения, осадков тепло и массопереноса. Функционирование всех составляющих и этой системы определяется процессами глобального энергетического баланса,

показанными на рис. 1.

Сводные данные по основным составляющим глобальных составляющих большой системы Гидросфера приведены в табл. 1. Круговорот воды, как и всех других веществ, обусловлен солнечным излучением (рис. 1). Из колоссальной системы водных ресурсов, по своим свойствам - возможностям обеспечения жизнедеятельности человека, к числу экологических водных ресурсов относятся менее 2,5 процентов суммарного количества вод, которые совокупно составляют пресные воды: сток рек, озера, влага в атмосфере и подземные воды.

Экологические водные ресурсы – пресные воды. Источниками формирования реальных водных ресурсов являются постоянные процессы круговорота воды, таяние снега и ледников. Как видно из табл. 1 динамика этих процессов существенно различна. В зависимости от совокупности процессов круговорота воды: испарений, осадков и стока, которые и в равновесных условиях для разных регионов весьма неравномерны. Это относится к ресурсам стоков рек, подземных вод и к осадкам. Например, средние годовые значения па-

раметра испарения с поверхности Мирового океана соответствует слою 124 см/год, а с поверхности материков-слою 48 см/год. Объем осадков, выпадающих на поверхность материков, в среднем соответствует слою примерно 130 см/год. Но локальные показатели объема осадков различаются от значений близких к нулю в засушливых зонах и достигают в отдельных точках 1500 см/год.

Основными видами прямых антропогенных воздействий на экологические водные ресурсы являются потребление воды на коммунально-бытовые нужды, сельскохозяйственное производство, включая земледелие, животноводство и технологии обеспечения сельского хозяйства, строительство, транспорт, легкую и тяжелую индустрию. Колоссальный объем ресурсов пресной воды стока рек используется для обеспечения энергопотребления. Более половины естественного речного стока в мире к настоящему времени зарегулировано в результате постройки плотин и образования водохранилищ, используемых для орошения и выработки электричества на гидравлических электростанциях.

Таблица 1

Оценки глобальной системы водных ресурсов

Компонент	Объём воды		Активность водообмена, лет
	$10^{-3}, м^3$	%	
Мировой океан	1370000	97,57	3000
Подземные воды	8000	0,57	2900
Ледники	24000	1,7	8600
Озера	230	0,016	20-30
Почвенная влага	75	0,005	0,9
Влага в атмосфере	13	0,001	0,027
Объём воды в реках	2,5	0,0002	0,067

Косвенные воздействия на водные ресурсы обусловлены загрязнениями воды отходами технологических процессов, осадками, приносящими загрязнения из атмосферного воздуха газообразными, парообразными и твердыми частицами, которые переносятся процессами в атмосфере на большие расстояния и с дождями и снегами выпадают на подстилающие поверхности воды и почв. При этом загрязняющие вещества поступают в пресные воды часто не в том виде и химическом составе, как в отходах технологий. В условиях круговорота воды-водяного пара они

испытывают разнообразные химические превращения.

Важную роль в прямом и косвенном воздействии на водные ресурсы играют тепловые (термические) загрязнения, следствием которых являются интенсификация физико-химических процессов совокупности загрязняющих веществ в газообразной и водной среде, разрушающие экологические ресурсы пресной воды. К примеру, водопотребление многих технологических процессов связано с многократным изменением теплового режима при прохождении потоков воды в контакте с

разнообразными металлическими сплавами и химическими соединениями. Косвенное воздействие на термические процессы водных ресурсов происходит и в результате парникового эффекта – изменения температурного режима атмосферы.

Свойства и стандарты экологических водных ресурсов для обеспечения питья, приготовления пищи, коммунальных, хозяйственных и технологических нужд устанавливаются на локальном или государственном уровне. В зависимости от конкретных возможностей естественных источников и обеспечения безопасности потребителей медико-санитарные нормы устанавливают ограничения для 10-35 показателей. Например, стандарт питьевой воды в РФ определяется на основе «гигиенических требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». Он нормирует содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах, а также поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, устанавливает гигиенические требования к питьевой воде, определяет органолептические (обоняние, осязание, зрение – запах, цветность, прозрачность) и некоторые физико-химические параметры питьевой воды: Водородный показатель в единицах рН в пределах 6 – 9, Щелочность, в мг HCO_3^- /л – 30, Общая минерализация в мг/л – 1000, Жесткость общая в мг-экв/л – 7,0 и некоторые другие. Ряд показателей количественно не нормируются, хотя поддаются качественной оценке свойств воды.

Но все факторы воздействий на водную среду, прямо или косвенно распространяющиеся за пределы действий производства или региона, должны иметь единые системные характеристики, поддающиеся однообразному учету в рамках большой системы водных ресурсов. Это прежде всего распространяется на «консервативные воды», которые не поддаются биологическому разложению, содержат вещества не вступающие в химические реакции и неудаляемые в системах водоочистки. К ним относятся, например, соли тяжелых металлов, многие компоненты лекарств и других веществ, образующихся в современных технологиях.

Состояние экологических водных ресурсов. Последствиями прямых и косвенных воздействий на экологические водные ресурсы

являются снижение доступного количества пресной воды и ухудшение качественных показателей. По данным ООН к середине XXI века вследствие роста численности населения и увеличения суммарного промышленного потребления водных ресурсов, несколько миллиардов человек, в основном в странах Азии и Африки, будут лишены даже минимально необходимого удельного водопотребления.

С позиций рассматриваемой методологии суть проблемы не только в естественном неравномерном распределении экологических водных ресурсов и в развитии сельского хозяйства и технологий, но и в очень многих фактах нерационального построения технологических процессов водопотребления. И в оценках реальных потребностей и фактических расходов пресной воды на типовые технологические процессы, как и удовлетворения коммунально-бытовых нужд имеется множество противоречий. Например, данные по расходам воды на единицу сельскохозяйственной продукции земледелия и животноводства расходятся в 10 – 20 раз, в металлургии и в металлообработке в 5 – 10 раз. По данным доклада Тикоокеанского института на производство одного литра пива уходит 300 литров воды, а апельсинового сока — 850. На получение килограмма кофе расходуется около 21000 литров воды, а килограмма гамбургеров - 16000. По другим источникам эти показатели не имеют достаточных технологических обоснований и могут быть уменьшены в 10-15 раз без ущерба для качества конечного продукта.

С позиций системного подхода к потреблению экологических водных ресурсов, основополагающей проблемой является неэкологичность большинства технологических процессов. В большинстве известных производств, без ущерба для количества и качества продукции есть реальные возможности решения проблем устранения ущерба водным ресурсам за счет внедрения систем замкнутого водоснабжения.

Основные угрозы экологическим водным ресурсам. Ледники. Кроме указанной угрозы полного или частичного истощения ресурсов пресной воды для нескольких миллиардов человек, особое место в проблеме глобальных водных ресурсов, как важнейшего аспекта экологического кризиса, является повышение уровня мирового океана. Даже небольшие изменения уровня моря могут иметь серьезные

последствия для сотен миллионов населения прибрежных районов, которым может угрожать затопление вследствие изменения объема ледников Арктики, Гренландии и Антарктики.

Наряду с осадками и почвенными водами, важнейшими источниками речных и озерных пресных вод в Европе, Азии, Северной Америке являются материковые ледники. Такие последствия антропогенных воздействий как рост температуры атмосферного воздуха, изменения в циклах круговорота воды, углерода и других веществ, ведут к нарушению материально-энергетического равновесного состояния ледников. Данные всемирной службы наблюдения за ледниками показывают, что объемы материковых ледников сейчас достигли критически низкой отметки за “многие тысячи лет”. По наблюдениям специалистов, если тенденция уменьшения объема ледников, зафиксированная в начале XXI века, сохранится, то большая часть внутриконтинентальных ледников растает к середине этого столетия. При этом сравнительно небольшие ледники, (в Пиренеях, Скалистых горах, Альпах и пр., где они составляют подавляющее большинство), не имеют шансов на восстановление. Большие ледники на Аляске и в Гималаях тают медленнее. По прогнозам ООН, в течение ближайших 30 лет могут растаять до 80% гималайских ледников.

Много противоречивых сведений содержится и в научных изданиях и в СМИ о тенденциях изменений крупнейших природных ресурсов льдов на полюсах Земли: Северного ледовитого океана и Антарктиды. По одним сведениям океан и Антарктида быстро становятся теплее и тают, по другим – замерзают. Ученые гляциологи в своих выводах опираются на результаты измерений, наблюдений и выводы вычислений по математическим моделям. При этом не всегда строго оговариваются допущения и ограничения, которые обязательно имеются при построении моделей. Имеется много примеров тому, что при усовершенствовании моделей за счет учета проявления сопутствующих процессов, выводы о грядущих количественных и качественных изменений экологических ресурсов ледников, значительно изменяются.

По результатам прямых измерений, показанных руководителем Российской антаркти-

ческой экспедиции Валерием Лукиным на международной конференции “Полярные исследования - перспективы изучения Арктики и Антарктики в период Международного полярного года”, локальное потепление сопровождается сокращением ледяного морского покрова и является самым значительным в Южном полушарии. На российской антарктической станции Беллинсгаузен феномен глобального потепления проявляется в уменьшении амплитуды годового и суточного хода температуры воздуха из-за роста ее минимальных значений, увеличении толщины облачных слоев и деградации вечной мерзлоты. Но в Центральной Антарктиде, в Восточной Антарктике статистически значимых климатических изменений не происходит. Средняя годовая приземная температура за полвека в Антарктиде выросла на 2,5 градуса.

По данным ученых университета Вашингтона, на основании измерений температур в западной части Антарктиды на протяжении пятидесяти лет, осредненные показатели указывают, что локальная температура атмосферного воздуха повышалась на 0,17 градуса каждые десять лет. Этот показатель согласуется с оценками по глобальной модели роста средней температуры Антарктиды на 0,12 градуса и для всего Южного полушария.

Весьма противоречивы результаты известных публикаций и по проблеме льдов Северного Ледовитого океана. По одним данным средняя толщина льда по глубоководному Атлантическому участку океана уменьшилась от 3,1 метра до 1,8 метра и продолжает уменьшаться со скоростью около 15 % в десятилетие и за последние три десятилетия арктический лед потерял около 40 % общего объема. По оценке известного полярного исследователя Джона Валш из университета штата Иллинойс, если эта тенденция не изменится, то через несколько десятилетий ледяной покров на Севере планеты исчезнет. Катастрофические последствия этого связаны с последующим резким изменением теплового баланса планеты. Более 80% энергии солнечного излучения, отражаемого ледяным покровом, будет поглощаться поверхностью воды. Однако, имеются и другие факты и мнения по основным вопросам: каковы истинные причины уменьшения толщины льда, как это связано с площадью льдов, чем объясняется резкое увеличение толщины льда,

отмеченное, в частности в 1989 году, как зависит слоистость по толщине льда от его возраста и изменений океанических течений?

Значительное внимание к Гренландии связано не только с значительным объемом льда, но и с двумя особыми обстоятельствами. Этот лед располагается на суше, выше уровня моря, поэтому изменения его объема непосредственно ведут к изменению уровня моря: С высокой степенью достоверности подсчитано, что если весь ледяной покров Гренландии растает, уровень моря поднимется на 7 метров. Разными группами исследователей прямыми наблюдениями и различными методами атмосферного и космического зондирования отмечено сокращение объема ледяного покрова. Прямой корреляцией определено, что этот объем соответствует измеряемому повышению уровня моря 0,13 мм / год. Это составляет около 7% от наблюдаемого суммарного среднегодового роста уровня моря за последнее десятилетие.

При этом отмечаются существенные особенности оценки изменений ледяного покрова Гренландии, неравномерность таяния льда по высоте и по географическим зонам. В частности, установлено, что снижение объема льда в основном происходит за счет прибрежных, наиболее низких по высоте районов Гренландии, в то время как в высокогорных районах не происходит существенных изменений его баланса. Наиболее эффективное снижение объема льда имеет место на юго-востоке острова, которое частично компенсируется утолщением на юго-западе.

По мнению многих ученых, при сохранении существующих тенденций, изменения в глобальном цикле круговорота воды, приведут к значительному перераспределению выпадения осадков. В частности, к сокращению количества осадков на юге Европы, в Северной Америке, некоторых частях Африки и Австралии, где осадки играют решающую роль в мировом сельскохозяйственном производстве.

Очевидно, что основной причиной в противоречивых оценках влияния человеческой деятельности на экологические водные ресурсы является отсутствие системной методологии и единых критериев для оценок и суммарных изменений как в естественных процессах, так и в результате глобальной антропогенной деятельности.

4. Экологические ресурсы атмосферного воздуха

Глобальные ресурсы воздуха – Большая система Атмосфера. В соответствии с методологией системного анализа, экологические ресурсы атмосферы, непосредственно определяющие возможности самой жизни и любой деятельности человека, определяются как атмосферный воздух – часть тропосферы или приземного слоя атмосферы, которая, с одной стороны есть сфера жизни, взаимодействующая с подстилающими объектами литосферы и гидросферы, с другой стороны есть сфера, наиболее подвержена антропогенным воздействиям. По определению экологические ресурсы атмосферного воздуха - «Большая система Атмосфера», характеризуется множественностью, включающим состав и свойства всех компонент и является подсистемой глобальных экологических ресурсов.

По усредненным данным, состав атмосферного воздуха, принимаемый за основу при подходе к определению его как экологического ресурса, в пределах по высоте до нескольких сотен метров над уровнем моря, где проживает более 95 % населения планеты, включает: кислород (21,0 % по объему), азот (78,1%), инертные газы (0,87%), двуокись углерода - углекислый газ (0,03%) и незначительное количество других газов. В результате естественных процессов взаимодействия воздуха с подстилающими поверхностями воды, ландшафтов и ледников, воздух содержит примеси - газообразные, аэрозольные и взвешенные жидкие и твердые частицы. При этом газообразные примеси, как и постоянные компоненты атмосферного воздуха распределены в атмосфере практически равномерно, подчиняясь процессам естественной циркуляции. Но очень важный и вездесущий компонент атмосферы, которым является вода, присутствующая в воздухе в разных фазовых состояниях (твердом – снежинки и лед, жидком и водяной пар), образующие облака и определяющие влажность атмосферного воздуха, распределены неравномерно. Абсолютная и относительная влажность воздуха являются существенными показателями его качества как экологического ресурса.

Изучению и описанию физико-химических и всех других свойств атмосферного воздуха посвящено много трудов. В рассматриваемом

аспекте важно оценить пределы допустимости изменения этих свойств и состава воздуха как системы экологических ресурсов.

Экологические ресурсы – чистый воздух. Атмосферный воздух в естественном состоянии является важнейшей составляющей жизнедеятельности всех организмов и растений и как источника жизни и как среда воспринимающая и регенерирующая все газообразные отходы. Экологические ресурсы как «чистый воздух» сохраняются, если изменения состава и свойств атмосферного воздуха в пределах безопасных для человека, фауны и флоры, и не связаны с другими ресурсами. Экологический норматив качества атмосферного воздуха – критерий, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе или предельно допустимое изменение нормального экологического состояния воздуха.

Санитарно-гигиенические нормы устанавливают качественные характеристики чистоты воздуха в виде предельно-допустимых концентраций (ПДК), максимальное количество вредного вещества в единице объема воздуха, при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека и окружающую природную среду. При этом установлены несколько вариантов понятий ПДК: максимально разовая и среднесуточная. ПДК_{мр} – предельное значение, которое не может быть превышено в любой момент времени при любых неблагоприятных метеорологических условиях. Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс}) не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом воздействии.

Действующими нормативами установлены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест для 96 веществ. Еще для нескольких сотен веществ имеются предварительные рекомендации по установлению ПДК.

Нормативы допустимых изменений чистого воздуха, как экологического ресурса дополнительно охватывают всю совокупность физических и химических свойств воздуха, как единого объекта, так и всех его компонент, включая молекулярный, ионный, атомарный и изотопный составы всех основных естественных, а также и антропогенных загрязняющих веществ. Основанием для такого подхода к экологическим требованиям, являются разли-

чия свойств, активности, спектров поглощения и излучения изотопов. Последнее имеет особое значение в связи с развитием атомной промышленности и широким использованием радиоактивных изотопов во многих отраслях. Кроме того, известно, что структура изотопов углерода, поступающего в атмосферу в составе выбросов при сжигании битумных углей, отличается от аналогичного показателя при сжигании других углеводородов.

Важнейшим свойством атмосферы, обеспечивающим экологические ресурсы, являются процессы динамики – локальных и глобальных перемещений масс воздуха, обусловленных космическим движением Земли и термическими процессами в самой атмосфере и во взаимодействии с другими сферами. В рамках множества экологических ресурсов все показатели антропогенных воздействий на атмосферу: загрязнения, изменение температурного режима, процессы циркуляции воздуха и другие, неразрывно взаимосвязаны всеми своими экологическими функциями.

Состояние экологических ресурсов воздуха. Проблема парникового эффекта. В силу реальных исторических путей развития, современные технологические процессы, почти во всех отраслях человеческой деятельности, построены на принципах потребления, использования и деструкции экологических ресурсов атмосферного воздуха без учета последствий для среды обитания.

Воздух является основным ресурсом для технологий в процессах горения – сжигания всех видов органического топлива в двигателях, в котельных агрегатах электростанций, промышленного производства, в металлургических процессах, в химических производствах, в промышленности строительных материалов и многих других. Атмосферный воздух используется и как материал для производства в химико-технологических процессах и как теплоноситель, как звуко- и электроизоляционный материал.

Структура и состав газообразных отходов производств, поступающих в атмосферный воздух, в результате хозяйственной деятельности, в рассматриваемой методологии, составляют множество загрязняющих веществ. В настоящее время проводится контроль за загрязнениями воздуха диоксидом серы (SO_2), диоксидом азота (NO_2), взвешенных частиц (ПП), аммиака (NH_3), сероводорода (H_2S) и

некоторых других веществ. Наиболее полно состояние проблемы изменения ресурсов атмосферы, представлено в докладах международной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [18], где систематизированы новейшие данные исследований по антропогенным выбросам двуокиси углерода, метана и некоторых других веществ.

Особое внимание уделяется группе веществ загрязняющих воздух, которые в совокупности изменяют качественные и количественные показатели взаимодействий с естественными энергетическими потоками излучений и из-за изменения равновесного глобального энергетического баланса создают «парниковый эффект» - повышение температуры атмосферного воздуха. К таким веществам, которые называют парниковыми газами относят несколько веществ содержащих атомы углерода: окись, двуокись и метан (CO , CO_2 и CH_4), а также закись азота (N_2O), озон и хлорфторуглеводороды. Современные методы наземного, атмосферного и космического контроля, учета и расчетов антропогенного поступления этих веществ в атмосферу позволяют определять их с удовлетворительной точностью.

На рис. 2 показано изменение концентрации основных парниковых газов. Эти многовековые данные получены современными методами определения их среднего содержания по результатам измерений в кернах ледников, и согласованы международным коллективом ученых [18]. Приведенные здесь показатели загрязнения атмосферы четко различаются для двух временных зон: доиндустриальной и для XIX и XX веков, когда они обусловлены деятельностью человека.

Реальная теплофизическая модель проявления парникового эффекта состоит в том, что спектры ряда веществ, поступивших в атмосферу в результате человеческой деятельности, пропускают к поверхности Земли прямое солнечное излучение, но поглощают и переизлучают длинноволновое излучение от поверхности. Поэтому увеличение количества парниковых газов в атмосфере неизбежно способствует изменению её теплового режима. Большой объем выполненных исследований по прикладным задачам тепломассопереноса и обеспечению тепловых режимов, применительно к энергетике, двигателестроению, металлургии, процессам и аппаратам

разных отраслей хозяйства и быта, а особо к задачам обеспечения тепловых режимов космических объектов, электронике и другим областям, где используются современные высокие технологии, содержит теоретические предпосылки и методы расчета, которые позволяют достаточно строго описать все составляющие теплового баланса атмосферы.

Для расчетов поступления антропогенных загрязнений в воздух при использовании углеводородных топлив на тепловых электростанциях принимаются согласованные средне-взвешенные удельные характеристики: при сжигании коксующихся углей - 94 кг CO_2 на ГДж, при сжигании бурого угля 104 кг CO_2 на ГДж, при сжигании мазута 106 кг CO_2 на ГДж, при сжигании дизельного топлива и сырой нефти 72 кг CO_2 на ГДж и при сжигании природного газа 55 кг CO_2 на ГДж.

В моделях, которые исходят из того, что лишь парниковые газы являются причиной эффекта, примерные оценки вклада отдельных парниковых газов в суммарный эффект повышения температуры в среднем составляют: CO_2 - около 60%, CH_4 - около 15%, CO - около 5% и фторхлоруглеводороды - суммарно около 10%.

Но если корректно учитывать вклад в парниковый эффект атмосферного аэрозоля, основным компонентом которого является водяной пар и вода, результаты расчетов существенно изменяют эту структуру. Кроме того, если учесть вклад косвенных изменений влияния парникового эффекта на растительность, поглощающую углерод и изменение альbedo поверхности, то картина еще более изменяется. Это показывают известные международно согласованные модели -IPCC, а также CCC и Hadley. Модель Hadley. Так, расхождения в оценках роста средних значений температуры атмосферы на конец двадцать первого века составляют более 250% (около 10 градусов по Фаренгейту по модели CCC и менее 4 градусов – по модели Hadley, соответственно около 5 и 2 градусов по шкале Цельсия). В оценках изменения осадков расхождения в расчетах по моделям CCC и Hadley еще более существенны. Если по модели CCC к концу столетия осадки увеличатся максимум на 2-3 дюйма за год, то по модели Hadley они возрастут минимум на 9-10 дюймов за год. А для многих временных диапазонов этого века результаты расчетного опреде-

ления осадков по моделям ССС и Hadley прямо противоположны. Например, в 30-е, 50-е и 70-е годы, по модели ССС осадки не увеличатся, а наоборот, уменьшатся. При этом наибольшее расхождение в 70-е годы XXI века составит более 400 %.

Весьма противоречивы современные оценки и других последствий парникового эффекта. Например, данные по подъему уровня мирового океана, в разных моделях колеблются от нескольких сантиметров до 80-95 сантиметров. Эти расхождения в оценках явлений экологического кризиса еще раз наглядно указывают на ограниченность и недостаточность подхода к проблеме в рамках одной дисциплины, даже при использовании очень совершенных компьютерных моделей.

С позиций методологии системного подхода, для приближения к реальным количественным оценкам в проблеме парникового эффекта, представляется необходимым, в первую очередь, в рамках единого подхода критически рассмотреть все составляющие множества взаимодействующих факторов, вскрыть природу существенных расхождений расчетных моделей и на этом пути получить согласованные количественные показатели антропогенной компоненты парникового эффекта, и на их основе наметить возможные направления практического решения задач снижения отрицательных факторов снижения угроз экологическим ресурсам атмосферного воздуха.

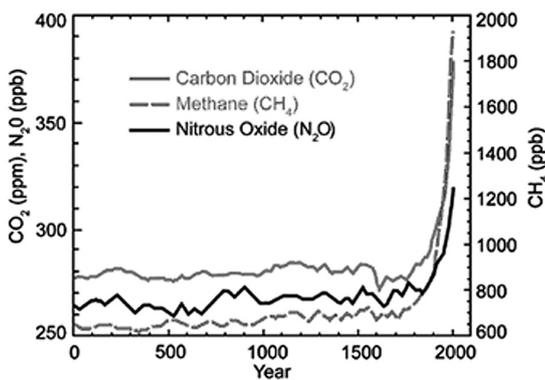


Рис. 2.

Вековое изменение концентрации парниковых газов по результатам измерений в ядрах ледников [18]

Проблема озонового слоя атмосферы. С возникновением возможностей спутниковой метеорологии, уже несколько десятилетий ученые ведут наблюдения за составом озоно-

вого слоя атмосферы, который играет важную роль в формировании качества солнечного излучения в атмосферном воздухе и поэтому относится к категории экологического ресурса. Озоновому слою принадлежит решающая роль в защите человека и животного мира от той части спектра солнечного излучения, которая чрезвычайно вредна для жизни и здоровья.

Особое достижение в изучении этой проблемы включает открытие разрывов озонового слоя – озоновых дыр, огромных по площади пространств, где озоновый слой утоньшается и полностью исчезает. Наблюдения с использованием спутников Земли показали, что озоновые дыры возникают над полюсами. По результатам наблюдений за озоновым слоем в 2008 году озоновая дыра над Антарктидой, которая возникает каждый год, достигла 27 миллионов квадратных километров превысив зафиксированные в 2007 году - 25 миллионов квадратных километров.

В рамках системного подхода к экологическим ресурсам, проблема озонового слоя представляет особый интерес по ряду особых причин. Во-первых, открытие самого факта реальных причин влияния антропогенной деятельности на озоновый слой, как результата производства фторхлоруглеводородов – класса веществ, синтезируемых многими технологиями для использования в холодильных, электронных и многих других процессах. Во-вторых, теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение условий распространения фторхлоруглеводородов в реальной атмосфере и их качественных физико-химических взаимодействий с озоновым слоем атмосферы. В-третьих, вскрытие системного характера проблемы: установление как «большой системы» множества источников производства фторхлоруглеводородов в мире, их использования и поступление в атмосферу на основе общепризнанных единых: количественных оценок. В-четвертых, согласованная корректная доказательная позиция ученых и специалистов всех стран о реальной угрозе процессов воздействия фторхлоруглеводородов на озоновый слой, в частности на возникновение «озоновых дыр» - возникновения крупномасштабных разрывов озонового слоя атмосферы над полюсами Земли. И, в-пятых, принятие рекомендаций ученых по опасности разрушения озонового слоя для практических действий. Достижение между-

народного соглашения и принятие согласованного законодательства по учету производства фторхлоруглеводородов в мире, и главное – по ограничению и строгому действенному контролю их производства и использования. Принятые международные согласованные действия – Монреальский Протокол, уже принесли заметный результат по спасению озонового слоя Земли.

Несмотря на эти достижения, проблему озонового слоя атмосферы, как одно из важных проявлений глобального экологического кризиса, нельзя считать закрытой. В больших системах взаимодействия антропогенной деятельности с экологическими ресурсами атмосферы есть еще много факторов, проявление которых требует дополнительного изучения. Это относится, прежде всего, к активности и поведению в атмосфере, в частности по отношению к озоновому слою, вновь синтезируемых целенаправленно и возникающих самопроизвольно химических соединений при осуществлении новых технологических процессов. Это также относится к недостаточно изученным последствиям поведения в окружающей среде «атмосферного озона», образующегося в некоторых химико-технологических процессах, а также в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания.

Совершенствование нормирования угроз разрушения экологических ресурсов воздуха. Значительный прогресс в установлении системных требований к качеству атмосферного воздуха, как важнейшего экологического ресурса, достигнут в РФ в 2006 году, с разработкой и введением национального стандарта «Качество воздуха. Оценка неопределенности метода измерений в условиях применения референтного метода». Этот стандарт в полной мере соответствует требованиям международного стандарта ИСО 13752:1998 «Качество воздуха. Оценка неопределенности метода измерений».

Важным достижением на пути снижения отрицательных воздействий на экологические ресурсы атмосферного воздуха на международном уровне является то, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), в октябре 2006 года предложила новые «Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха», в которых формулируются унифицированные цели в области обеспечения качества воздуха. «Новые руководящие принципы были разработа-

ны по результатам консультаций с более чем 80 ведущими учеными мира, а при их разработке учитывались результаты тысяч новейших исследований в данной области, проведенных во всех регионах мира». [21].

Специалисты ВОЗ полагают, что снижение уровня содержания в атмосфере твердых микрочастиц – показателя PM10 - от 70 до 20 микрограмм на кубический метр позволит уменьшить смертность, связанную с воздействием этого фактора на пятнадцать процентов ежегодно. Для концентрации двуокиси серы, рекомендуемой составителями руководящих принципов уровень снижен со 125 до 20 микрограмм на кубический метр. «Отталкиваясь от результатов деятельности по борьбе с загрязнением воздуха, достигнутых на протяжении последних нескольких лет, ВОЗ в настоящее время определила новые цели и задачи, на которые могут ссылаться государства-члены при разработке своей политики в данной сфере. Страны могут оценить свое отставание от этих целей, выявить медицинские последствия нынешних уровней загрязнения и укрепить здоровье населения, снизив эти уровни» [21].

5. Большая система - Энергетические ресурсы. Альтернативы углеводородным источникам

Оценки энергетических ресурсов. Удовлетворение потребностей в разных видах энергии – один из важнейших факторов развития и масштабов промышленной и всей хозяйственной деятельности человека. От уровня энерговооруженности напрямую зависит качество жизни. В соответствии с основополагающими принципами системного подхода, суммарные экологические ресурсы для обеспечения коммунально-бытовых и производственных энергетических потребностей во всех видах энергии рассматриваются в виде большой системы - множества энергетических ресурсов, где подмножествами являются все известные технологии использования разных видов ресурсов.

Совокупность множества естественных энергетических ресурсов по назначению традиционно подразделяют на топливные: уголь, газ, нефть, торф, сланцы, дерево, радиоактивные вещества и нетопливные: энергия излучения Солнца, приливов, ветры, стоки рек, морские течения, и другие. Первые являются

невозобновляемыми их количество которых по мере использования необратимо уменьшается; а возобновляемыми - при использовании не изменяют естественного состояния. По степени разведанности наиболее распространена классификация ресурсов на действительные, (группа А), вероятные и достоверные, (группа В) и возможные или прогнозные.(группа С). К прогнозным ресурсам относятся те, которые в настоящее время технически невозможно или экономически нецелесообразно использовать.

Представления о количественных показателях ресурсов топлива изменяются по мере открытия новых месторождений, методов добычи и использования, оценок и расчета ресурсов, отнесения их к той или иной группе. В процентном выражении доля углей в мировых энергетических ресурсах оценивается в пределах от 60 до 90 % от всех ресурсов органического топлива. Оценки мировых запасов каменного угля всех групп в пределах от 7,5 до 14,0 трлн.т., а для групп А и В от 0,6 до 2,4; причем ресурсы бурого угля (с высшей теплотой сгорания влажной беззольной массы менее 24000~кДж/кг) оцениваются на уровне 50% от запасов каменного угля. Динамично изменяются доступные сведения о ресурсах нефти и природного газа. В 1930 году мировые запасы нефти оценивались в 5,4, в 1950 - 10,6 млрд. тонн, в 1960 - 40 млрд. тонн, в 2000 - ресурсы свободной нефти оценивались на уровне 120, и еще в битуминизированных песках и сланцах около 1080 млрд. тонн. Ресурсы природного газа в начале 50-х годов оценивались в 16~трлн.нмкуб, а в 70-х годах -1100 трлн~нмкуб. Запасы горючих сланцев, содержащих в среднем более 20% углеводов, составляют около 450 млрд~т. Предполагается, что в сопутствующих породах имеется еще не менее 30 млрд~т сланцевой смолы, богатой ценными углеводородами. Потенциальные ресурсы массы органического вещества, накопленного в торфяниках при 25% влажности, оцениваются в 280 млрд~т.

Эти данные уточняются и в дальнейшем благодаря развитию методов разведки (особенно аэрокосмических), извлечения и переработки топлива, освоения новых месторождений, особо во многих регионах на континентальном шельфе, в Арктике и в Антарктиде.

Ресурсы ядерного топлива принято оцени-

вать в зависимости от стоимости добычи. По данным МИРЭК запасы урана при стоимости до 22~долл/кг составляют около 2,3~млн~т, при стоимости до 33 долл/кг - ,1,7~млн~т, свыше 33 долл/кг - 2,1~млн~т. Запасы урана в водах Мирового океана составляют около 4~млрд~т, а стоимость его извлечения современными методами оценивается в 200 долл/кг. Запасы тория при стоимости до 22 долл/кг оцениваются около 0,4~млн~т, свыше 22 долл/кг - ,0,76~млн~т. Запасы дейтерия сосредоточены в водах Мирового океана при осуществлении термоядерной реакции синтеза на дейтерии оцениваются в 10^{11} млрд~кВт.ч, а при реакции синтеза на дейтерии и тритии - 10^8 млрд.кВт.ч.

Возобновляемые ресурсы оцениваются в зависимости от степени освоенности возможностей их использования в теплоэнергетических установках. Из-за разных уровней развития этих возможностей оценки ресурсов существенно расходятся. Но это не относится к такому виду возобновляемых ресурсов, как солнечное излучение. Поступление лучистой энергии Солнца к верхней границе атмосферы Земли характеризуется солнечной постоянной $S=1,353$ Вт/кв.м. Поступление лучистой энергии к поверхности Земли зависит от географической широты, времени года, суток, облачности, загрязнения атмосферы и изменяется от 0 до 0,65 С. .

Особенность методологии системного подхода к проблеме энергетических ресурсов в расширении возможностей построения технологических процессов для энергообеспечения на основе учета локальных, региональных и глобальных требований окружающей среды. Как видно из приведенных оценок изменения экологических ресурсов воды и атмосферного воздуха, основным направлением поисков путей снижения отрицательных воздействий человеческой деятельности является оптимизация структуры потребления природных энергетических ресурсов и внедрение альтернатив углеводородным топливам.

Структура потребления энергетических ресурсов. На протяжении XX века имел место рост энергопотребления во всех направлениях хозяйственной деятельности. Характерной особенностью изменения структуры мирового потребления энергетических ресурсов является динамичное увеличение доли нефти и газа. К середине XX века доля нефти и газа достигла 50% и продолжает возрастать. При

этом уровне потребления нефти и газа количественно увеличиваются соизмеримо с ростом достоверно разведанных ресурсов этих видов топлива.

С освоением возможностей использования ресурсов ядерного топлива с 70-х годов XX века началось очень динамичное внедрение атомных электростанций. Предполагалось, что к началу XXI века АЭС будут обеспечивать значительную долю производства электроэнергии, вытеснять использование органического топлива и снижать загрязнение атмосферы выбросами электростанций. Но после катастрофы 4 блока Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года, во всех странах мира программы развития атомной энергетики практически были свернуты.

В трудах Мировой Энергетической конференции приведены шесть характерных вариантов прогноза потребления энергоресурсов в 2050 году в сравнении с 1990 годом, различающиеся структурой и уровнями энергопотребления: три уровня высокого - А; один среднего - В; и два низкого - С, которым соответствует суммарное энергопотребление 25, 20 и 14 выраженные в Гт/год, в сравнении с 9 Гт/год в 1990 году.

На основе этих вариантов определены суммарные выбросы соединений углерода в атмосферу выраженные в Гт/год в зависимости от варианта развития энергопотребления в мире, приведенные на рис. 3. В пересчете на углерод, включая выбросы только от прямого использования органического топлива, к концу прогнозируемого периода они могут различаться почти на порядок - от 3,5 до 20,0 Гт/год.

Эти данные убедительно показывают, что на пути экологизации потребления энергетических ресурсов в энергетике, в зависимости от структуры имеются большие возможности, реализация которых зависит от степени использования альтернативных углеводородным источникам энергии и экологизации технологических процессов использования энергетических ресурсов.

Альтернативы углеводородным источникам энергии. Оценки роли атомной энергетики. На основе разработок специалистов многих стран, применительно к энергетике и другим отраслям хозяйственной деятельности, потребляющих энергетические ресурсы, в настоящее время имеются возможности практического использования альтернативных углеводородным источников энергии. В соот-

ветствии с рассматриваемой методологией эти возможности могут быть реализованы наиболее полно при рассмотрении системы обеспечения всех видов потребителей энергией в целом как единой большой системы.

Из рассмотрения доступных энергетических ресурсов следует, что на современном уровне знаний, наиболее значительными альтернативами углеводородным источникам являются ресурсы ядерного топлива и энергии солнечного излучения.

Атомная энергетика. Прогресс атомной техники, высокие темпы роста энергопотребления в промышленности, способствовал тому, что с середины 60-х гг XX века, программы развития энергетики в большинстве стран мира, предполагали, что в основе перспектив энергетики должны быть атомные электростанции. Быстро развивались технологии производства во многих областях промышленности, которые связаны с атомной энергетикой и используют достижения атомной науки и техники.

К середине 80-х гг в мире действовало более 400 крупных энергетических реакторов на атомных электростанциях. Еще большее количество установок проектировалось и находилось в разных стадиях строительства. Единичная мощность атомных установок на электростанциях превысила миллион киловатт полезной электрической нагрузки. В ряде европейских стран значительная часть потребностей в электроэнергии обеспечивалась атомными электростанциями, что сохраняется и до настоящего времени.

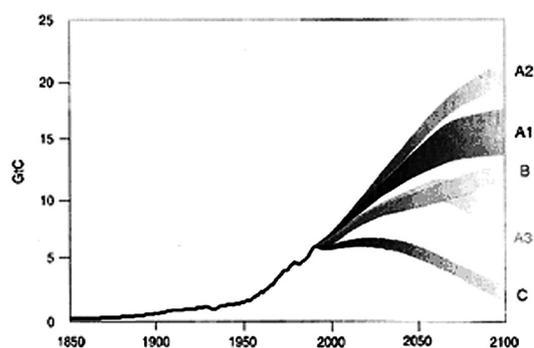


Рис. 3.

Зависимость глобальной эмиссии углерода в атмосферу в Гт от суммарного глобального потребления органического топлива. В период от 1850 до 2000 года фактически, прогнозы на XXI век для разных сценариев объема и структуры энергопотребления: А – динамичного роста; В – умеренного роста; С – перехода к экологичному развитию энергопотребления

Перспективы долговременного энергетического благоденствия на основе широкого использования атомных электростанций, а в обозримой перспективе и термоядерных установок, были разрушены в результате Чернобыльской катастрофы. Эта трагедия вынудила пересмотреть как роль атомной энергетики, так и все планы перспективного развития энергопотребления.

Несмотря на то, что далеко не все проблемы порожденные Чернобыльской катастрофой преодолены, сотни ядерных реакторов в 29 странах мира продолжают успешно работать. Волны новые экологических и экономических кризисов, возвращают к возможностям использования ядерной энергии.

По данным МАГАТЭ, в начале 2007 года в мире действовали 439 ядерных энергоблоков общей мощностью 367,77 гигаватт. Еще 29 энергоблоков в 11 странах находятся в различной стадии строительства. Сегодня на атомных электростанциях вырабатывается 16% мировой электроэнергии. При этом 57% всей «ядерной» электроэнергии приходится на США (103 энергоблока), Франция (59 энергоблоков) и Японию (54 энергоблока).

До настоящего времени и в обозримой перспективе, ядерное топливо является единственным, освоенным для ширококомасштабного использования, энергетическим ресурсом, альтернативным углеводородным источникам и отказ от его использования неприемлем.

По реалистичному варианту прогноза атомной энергетики мира, в индустриально развитых странах в ближайшие 20 лет суммарная установленная мощность АЭС уменьшится с 280 до 214 МВт, то есть почти на 30%. Однако, в развивающихся странах установленная мощность АЭС в начале XXI века будет возрастать, поэтому суммарная установленная мощность АЭС в мире в прогнозируемом двадцатилетии снизится от 366 до 303 МВт, примерно на 16%. В Азиатско-Тихоокеанском регионе атомную энергетику активно развивают или собираются развивать Китай, Вьетнам, Индонезия и Индия. О своем желании строить АЭС заявила Турция. Иран при участии России продолжает возводить атомную станцию «Бушер».

Определение перспектив ядерной энергетики в мире должно базироваться на системном подходе, учитывая уроки катастроф и реалии современного состояния, где неизбежно взве-

шивание и сопоставление многих Экономических, экологических и кризисных проблем.

С одной стороны, реальное функционирование ядерной энергетики, разветвленная ядерная промышленность и ее связи со всей инфраструктурой хозяйственной деятельности, являются объективными факторами современного этапа развития науки, техники и производства. Поэтому, и в XXI веке, атомная энергетика, обеспечивая наиболее экономичное энергоснабжение экономики и минимальные удельные выбросы парниковых газов, несмотря на опасности, имеет такое же право на существование, как автотранспорт, как авиация, освоение Космоса, информатика и многие другие, также не являющиеся абсолютно безопасными для жизнедеятельности человека.

С другой стороны, нерешенность проблем безопасности АЭС и хранения отработанного ядерного топлива. Особая острота проблемы безопасного обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами высокого уровня активности состоит в том, что многие из существующих хранилищ отработавшего топлива в настоящее время достигли пределов своей вместимости. Широкомасштабные исследования проводятся по двум основным направлениям: постоянное или долговременное захоронение в геологических формациях и переработка для дальнейшего использования. По данным МАГАТЭ, несмотря на то, что в отношении возможностей длительного хранения отходов есть общее признание, что это должны быть глубокие подземные захоронения, реальные проекты продолжают обсуждаться, но пока не реализуются. Разработанный учеными России метод переработки отходов АЭС имеет противников и пока в крупных масштабах не реализуется.

Реальное состояние атомной энергетики в мире, характеризуется также старением действующих АЭС и неизбежным ростом аварийности. Срок службы реакторов Ленинградской АЭС, как и американской АЭС Indian Point, и десятков других АЭС, близок к проектному. Станционные системы хранения отходов и обеспечения безопасности Хмельницкой АЭС в Украине и некоторых других, до настоящего времени недостроены. При этом наполнота и неточности информации населения об аварийности АЭС, в сознании населения многих стран поддерживает убеждение об опасности атомной энергетики.

Развитие политической ситуации в ряде регионов мира указывает, что нельзя не учитывать серьезные угрозы ядерной безопасности не только в результате возможности военных конфликтов между странами, обладающими ядерным оружием, но и в вероятности совершения диверсионных актов с использованием ядерных материалов и против ядерных объектов. Так, по вполне надежным сведениям Токийского полицейского управления, которое проводило изъятие документов “АУМ Синрикэ”, эта секта располагает сведениями о некоторых ядерных системах России и техническими данными, которых достаточно для того, чтобы вызвать крупную аварию на АЭС. Со стороны террористов раздавались угрозы ядерного шантажа, осуществления диверсионных актов на АЭС.

От эффективности, полноты и системной обоснованности решения этих проблем зависит роль и масштабы внедрения ядерной энергетики в наступившем веке.

Солнечная энергетика. С позиций сохранения экологического равновесия хозяйственной деятельности и энергообеспечения использования ресурсов солнечного излучения, глобальные масштабы которого достаточны для энергоснабжения всего населения планеты - наиболее естественный путь. Для выработки электричества изучены и используются разнообразные пути прямого и косвенного преобразования лучистой энергии на солнечных электростанциях – СЭС, ветровых электростанциях – ВЭС, приливных – ПЭС и других. Энергетические ресурсы стока рек, в большинстве регионов практически использованы на гидравлических электростанциях – ГЭС.

Основное направление создания мощных СЭС – использование излучения для получения теплоты и последующее преобразование теплоты в электрическую энергию методами, подобным современным тепловым электростанциям на органическом топливе. К настоящему времени в мире действуют десятки полупромышленных СТЭС и ведется проектирование и подготовка к сооружению нескольких мощных СТЭС

Второе направление создания СЭС – прямое преобразование энергии излучения в электричество. Это направление получило особенно интенсивное развитие в космической технике, где энергия приходящего солнеч-

ного излучения не зависит от атмосферы и солнечные батареи – панели с множеством полупроводниковых преобразователей, являются основным источником энергоснабжения космических аппаратов. К настоящему времени имеются многочисленные проекты использования солнечных батарей в качестве источника энергоснабжения для жилых домов и потребителей энергии небольших мощностей, особенно в регионах со стабильным солнечным излучением.

Основным препятствием к широкому использованию научно обоснованных и технически возможных методов создания обоих типов наземных солнечных электростанций большой мощности являются экономические факторы – стоимость киловатт-часа электричества, производимого СЭС значительно выше, уже достигнутых показателей ТЭС на углеводородном топливе и АЭС. По мере совершенствования оборудования и развития технологий производства, а главное – на пути решения проблем экологического кризиса, использование ресурсов солнечного излучения для производства энергии будет обязательно расширяться.

Ветровая энергетика. Методы непрямого использования энергии солнечного излучения могут быть реализованы на электростанциях, использующих энергию, производную от солнечного излучения, порождающего неравномерности масс и температур - динамику водных и воздушных масс, ветер, океанические и морские течения.

Потенциальные возможности энергии ветра могут обеспечить до 20% мировой потребности в электроэнергии за счет создания ветрогенераторов – ветровых электростанций – ВЭС.. К настоящему времени ВЭС энергично внедряются в ряде стран. Достигнутые технико-экономические показатели позволяют предполагать, что в обозримой перспективе ветроэнергетика будет самым быстрорастущим источником энергии, а в перспективе и самым экономичным. В США ВЭС используются в нескольких штатах. Фирма “FPL Energy”, осуществляет крупномасштабное строительство ВЭС в виде “энергетических полей”. Между штатами Вашингтон и Орегон - на площади более 125 квадратных километров сооружаются 390 ветрогенераторов, располагающихся таким образом, чтобы свести к минимуму взаимное влияние. Собираемые на

месте установки ветрогенераторы размещены на мачтах высотой 60 метров, приводятся в действие лопастями диаметром 65 метров, оснащены электроникой и компьютерным управлением, что позволяет им работать при любой скорости и направлении ветра, генерируя электрический ток постоянной промышленной частоты.

Однако, для для масштабного внедрения ВЭС и комплексного использования энергии ветра потребуются разработки новой технологии аккумуляции и распределения электроэнергии.

На пути воплощения оригинальных проектов экологически чистых приливных и волновых электростанций, использующих энергию океанических течений, волн и приливов, в настоящее время также стоят экономические проблемы – стоимость производимой на них единицы энергии во много раз превышает достигнутые на ТЭС и АЭС.

Перспективным направлением в этом плане является возможность использования новых технологий использования биотоплива - на основе потребления отходов сельскохозяйственного производства и переработки древесины, формируемое в виде «второго этапа создания биотоплива». (Первый этап производства биотоплива предлагался как использование кукурузы и других высокопроизводительных растений).

Водородная энергетика. Одним из перспективных направлений системной экологизации обеспечения энергопотребления является комплексное научно-техническое направление, объединяемое термином «Водородная энергетика». Возможности этого направления обусловлены тем, что в качестве источника водорода могут использоваться воды мирового океана и его ресурсы, доступностью использования водорода в освоенных технологиях процессах как альтернативы природному газу, а также экологической безопасностью использования водорода как энергоносителя и многими другими благоприятными экологическими факторами.

В университетах и вузах Российской Федерации в ряде других стран изучаются разнообразные технологии получения и использования водорода, в частности в качестве топлива для двигателей транспортных средств. К настоящему времени имеется много образцов таких двигателей, главным достоинством которых является отсутствие вредных выбросов. В рамках научного фонда США развитие

водородной энергетики является одним из приоритетных направлений.

Системный подход позволяет вскрыть значительные возможности снижения расхода энергетических ресурсов и загрязняющих выбросов за счет организационно-технических мероприятий: совершенствования режимов потребления энергии и технологических процессов. Например, при оптимизации распределения нагрузок между трансформаторами и потребителями электроэнергии путем совершенствования схем питания, возможна экономия электроэнергии на 15 - 25% по сравнению с существующей. При использовании индукционных электродвигателей переменного тока, если они снабжены регуляторами напряжения в потребление энергии может быть уменьшено в два-три раза.

Имеются значительные возможности снижения потерь теплоты, как в установках производящих теплоту, при транспортировке и всеми видами потребителей. Вследствие неравномерности графиков нагрузки тепловые электростанции вынуждены работать на нерасчетных нагрузках, когда удельное и суммарное потребление ресурсов выше, чем при работе на стационарном режиме.

Системный анализ убедительно показывает, что в перспективе наиболее целесообразно создание энергетических комплексов, в которых оптимально сочетаются возможности солнечных энергетических установок, максимально использующих энергию прямого солнечного излучения и ветра, безопасных ядерных энергетических установок, работающих в базисном режиме, аккумулирующих установок на основе водородной энергетики и теплоэнергетических установок на углеводородных топливах, обеспечивающих пиковые нагрузки. На рис. 4 приведена принципиальная схема построения экологически безопасных энергетических комплексов, оказывающих минимальные воздействия на экологические ресурсы.

Важной особенностью таких комплексов являются возможности наиболее глубоко использовать и низкопотенциальную теплоту, например для опреснения морских или солоноватых вод, обеспечивая потребности в пресной воде для промышленности, сельского хозяйства и коммунальных нужд. К настоящему времени освоены и экономически доступны для реализации опреснительные установки большой мощности.

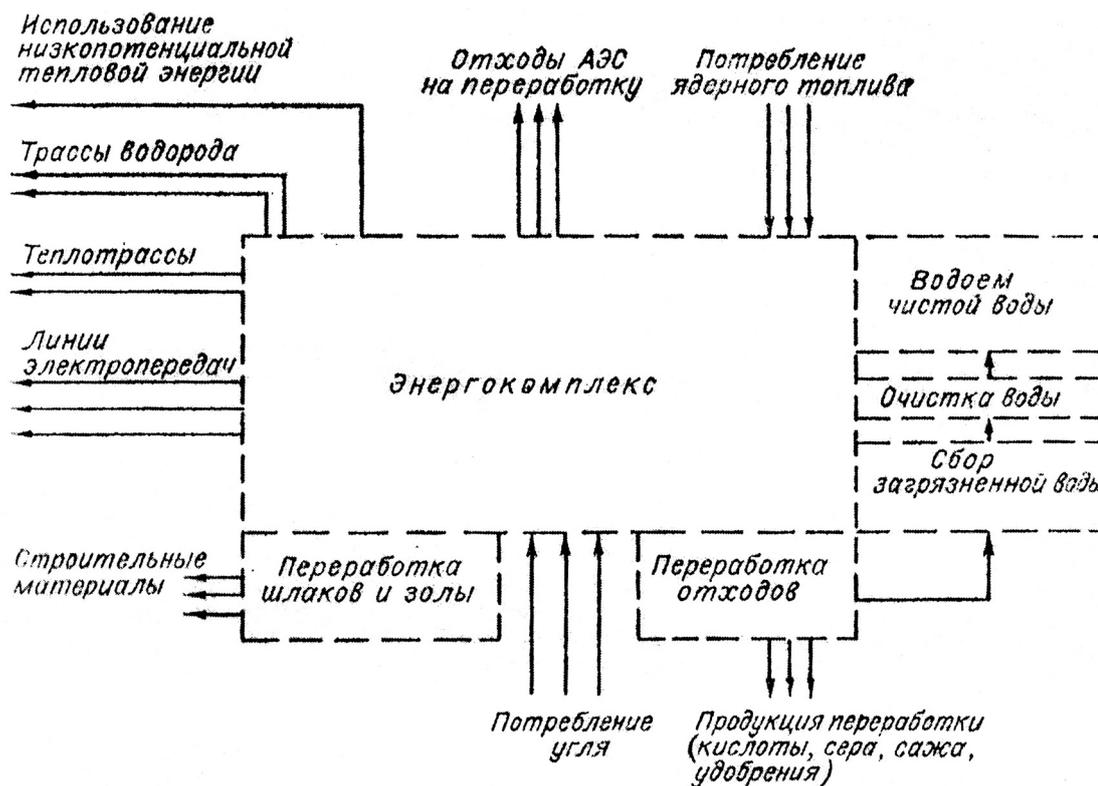


Рис. 4.

Вариант построения экологически безопасных энергетических комплексов

Присутствие множества противоречивых и экологически необоснованных предложений и рекомендаций по важнейшим направлениям развития технологических процессов в энергетике, транспорте, машиностроении, и в других областях хозяйственной деятельности, неизбежно взаимосвязанных с воздействиями на планетарные экологические ресурсы, настоятельно требует перехода к использованию единой универсальной методологии

6. Универсальный критерий оценки экологичности производства – пути создания экотехнологий

Рассмотренные принципы и методы методологии и отдельные примеры истощения экологических ресурсов конкретизируют не только общие цели экологизации производства, но определяют реальные пути минимизации воздействий технологических процессов на экологические ресурсы. Наиболее корректным критерием экологичности технологического процесса или производства, позволяющим строго оценить как абсолютный, так и относительный уровень или степень экологизации технологического процесса (производства) является коэффициент экологического действия - КЭД. В общем случае КЭД определяется для конкретного производства или отдельного технологического процесса как уровень воздействия на конкретный экологический ресурс отношением:

$$K_{\{эк\}} = V_{\{теор\}} / V_{\{ф\}} = V_{\{теор\}} / (V_{\{теор\}} + V_{\{к.п\}}),$$

где: **V{теор}** - теоретически необходимое изменение ресурса на производство единицы продукции; **V{ф}** - фактическое воздействие на производство единицы продукции; **V{к.п}** - избыточная часть фактического воздействия на производство единицы продукции, определяемая конкретным производством.

КЭД является универсальным инструментом для сравнительного анализа экологического совершенства однотипных технологических процессов. В случаях, когда технологические процессы производства оказывают несколько однородных воздействий изменений в пределах конкретного производства КЭД определяется их произведением:

$$K_{\{эк\}} = K_{\{эк1\}} \times K_{\{эк2\}} \times K_{\{эк3\}} \times \dots \times K_{\{экN\}},$$

где N - число однородных изменений экологического ресурса в пределах одного конкретного технологического процесса производства.

Максимальное значение КЭД, равное единице, определяется условием **V{ф} = V{теор}**,

то есть отражает ситуацию, когда фактическое воздействие соответствует теоретически необходимому уровню, который определяется законами сохранения вещества и энергии. Например, для производства единицы продукции, состоящей из элементов $X\{\text{теор}\}$, $Y\{\text{теор}\}$, $Z\{\text{теор}\}$, которые должны быть извлечены из ресурсов окружающей среды с теоретически необходимыми затратами энергии на их добычу $E\{д\}\{\text{теор}\}$, переработку $E\{\text{пер}\}\{\text{теор}\}$ и изготовление $E\{и\}\{\text{теор}\}$, необходимо

$$E\{\text{теор}\} = E\{д\}\{\text{теор}\} + E\{\text{пер}\}\{\text{теор}\} + E\{и\}\{\text{теор}\} + \dots$$

В реальных условиях изменяются $X\{\text{ф}\}$, $Y\{\text{ф}\}$, и $Z\{\text{ф}\}$ элементов. На их добычу, переработку и изготовление затрачивается энергия $E\{\text{ф}\}\{д\}$, $E\{\text{ф}\}\{\text{пер}\}$ и $E\{\text{ф}\}\{и\}$. Поэтому, $K\{ЭД\}$, т.е. доля полезного использования элемента $\{X\}$, составит

$$K\{\text{эк}X\} = X\{\text{теор}\} / X\{\text{ф}\}.$$

Аналогичное выражение можно записать и для $K\{ЭД\}$ всех других элементарных экологических ресурсов (веществ, соединений и т. д.). В частности, по использованию энергии E $K\{ЭД\}$ определяется отношением

$$K\{\text{эк}E\} = E\{\text{теор}\} / E\{\text{ф}\}.$$

Очевидно, что коэффициент полезного действия установок преобразования энергии является частным случаем $K\{ЭД\}$. Чем ниже значение $K\{ЭД\}$, тем менее производство совершенно в аспекте воздействия на окружающую среду. Для однотипных по назначению производственных процессов $K\{ЭД\}$ характеризует их различия по использованию сырья, энергии и по другим взаимодействиям с окружающей средой. Среднее значение $K\{ЭД\}$ для заданной производительности или заданного времени функционирования совокупности производств рассчитывается путем интегрирования по конкретным показателям для отдельных производств. Для практических целей во многих случаях удобнее рассматривать две составляющие коэффициента экологического действия: технологическую $K\{\text{техн}\}$, определяющую степень совершенства производства, и эксплуатационную $K\{\text{эк.экспл.}\}$, определяющую степень реализации мер по снижению уровня отрицательных воздействий на окружающую среду.

Таким образом $K\{ЭД\}$ наглядно и объективно характеризует степень экологического со-

вершенства технологии производства, по его воздействию на окружающую среду на основе теоретически обоснованных и реально достижимых показателей.

Принятая методология строго определяет практические направления деятельности по снижению любых отрицательных факторов воздействий на экологические ресурсы (в частности, загрязнения вод, загрязнения атмосферы, парникового эффекта и других), как повышение коэффициента экологического действия технологических процессов производства, определяемых на основе системного подхода.

Разработанная методология позволяет не только оценить экологическую эффективность действующих и проектируемых технологий, но и определять магистральные направления научных исследований, изучения и разработки экологически безопасных новых технологических процессов для всех отраслей хозяйственной деятельности. Это обеспечит разработку более надежных моделей антропогенных изменений окружающей среды на основе достижений естественных наук, методологии системного анализа и системотехники и возможностей вычислительной техники.

Использование методологии обеспечит принятие обоснованных международных и национальных политико-экономических программ, направленных на оптимизацию и целесообразное расходование глобальных экологических ресурсов. В соответствии с рекомендациями ЮНЕП, в первую очередь, комплексный подход должен быть распространен на проблемы водных экологических ресурсов и загрязнение атмосферного воздуха.

7. Заключение

Современный этап развития глобального экологического кризиса в начале XXI века характеризуется ускорением приближения к необратимому уровню воздействий на многие глобальные экологические ресурсы. Наряду с детальными исследованиями отдельных видов экологических ресурсов и антропогенных воздействий на них, предпринимаемые в ряде стран программы, даже на уровне оригинальных подходов и дорогостоящих проектов, не имеют системного обоснования решений по предотвращению глобального экологического кризиса.

Основной путь к решению проблем кризиса в раскрытии закономерностей – понимания причин и возможностей их устранения. Разработанная методология, фундаментальным определением которой является системное понятие уровня воздействий на изменение равновесного состояния экологических ресурсов, позволяет использовать для каждого вида ресурса единую модель и строгое математическое описание, применимые для разных масштабных уровней, независимо от рассматриваемых объектов, особенностей технологических процессов, отраслей хозяйственной деятельности, времени и места приложения.

Экологические ресурсы есть формат возможностей жизни человека и природы. Возможности квалифицированных количественных и качественных оценок уровня изменений экологических ресурсов позволяют выявить первоочередные опасности и принимать радикальные меры предотвращения экологического кризиса – угрозы жизнедеятельности человека. Этот подход является системным и не завершается как решение узкофункциональной задачи в рамках одного или нескольких известных отраслей хозяйственной деятельности, направлений науки и техники. Использование современных инженерно-технических достижений открывает значительные возможности снижения отрицательных антропогенных воздействий на окружающую среду путем применения универсального критерия оценки экологичности производства – КЭД, при сохранении необходимого уровня обеспечения жизнедеятельности и устойчивого развития.

Решение проблем экологического кризиса требует не только внедрения новых экотехнологий, но, в первую очередь, подготовки специалистов для их реализации, менеджеров и политологов, новых международных законов природопользования, воспитания моральных устоев в обществе на принципах личной и коллективной ответственности за использование глобальных экологических ресурсов.

Автор выражает признательность главному редактору Вестника МАНЭБ профессору, д. т.н. С.М. Аполлонскому за предложение к публикации и критическое обсуждение идеи статьи.

Используемая литература:

1. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. - М.: Наука, 1985.
2. Скалкин Ф.В., Канаев А.А. и Копп И.З. Энергетика и окружающая среда.- Л.: Энергоиздат, 1981.
3. Аникеев В.А., Копп И.З. и Скалкин Ф.В. Технологические аспекты охраны окружающей среды.. - Л.: Гидрометеоздат, 1984.
4. Канаев А.А. и Копп И.З. Взаимодействие энергетики и окружающей среды. - Л.: Знание, 1980.
5. Копп И.З. Основы теории экологизации энергетических установок. - Л.: Изд-во СЗПИ, 1993.
6. Фаддеев И.П. и Копп И.З. Теплоэнергетические установки электростанций и охрана окружающей среды. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 1988.
7. Milayev V.B. and Kopp I.Z. Systems approach to Environmental Problems //Proceed. of the International Conference of Environmental Pollution (ICEP - 1), Lisbon, 1991, N P-14.
8. Milayev V.B. and Kopp I.Z. New Energy Technologies for Reduction Impacts on Environment, In: "Environmental Training in Eng. Education", Amsterdam, 1993.
9. Kopp I.Z. Systems Approach to analysis of Thermal Impacts on the Environment from Energy Power Plants, Proceed. of the 6-th Int. Symp. ISTP-6, Seoul, 1993.
10. Kopp I.Z. and Milayev V.B. Power and Environment in Russian in 1990-th, Proceed. of the First European Roundtable of Cleaner Production, Graz, Austria, 1994.
11. Kopp I.Z. and Yasenski A.N. Emission of carbon - a most Important component for Greenhouse effect, Proceed. 10-th World Clean Air Congress, Helsinki, V.3, N 441, 1995.
12. Kopp I.Z. and Yegorov A.D. Air aerosol pollution //Proceed. of the 11th World Clean Air Congress, Durban, 1998.
13. <http://unstats.un.org/unsd/databases.htm> Сводные статистические данные социально-экономического комитета ООН.
14. http://www.iaea.org/Publications/Reports/Anrep2005/Russian/ar2005_rus.pdf Отчет МАГАТЭ за 2005 год.
15. http://www.chathamhouse.org.uk/files/13179_r0109food.pdf The Feeding of the Nine Billion Global Food Security for the 21st Century.

16. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tp-climate-change-water.htm>
17. http://www.islandpress.org/bookstore/details.php?prod_id=1287 The World's Water 2008-2009.
18. <http://downloads.climate-science.gov/sap/usp/prd2/usp-prd-global.pdf>
19. <http://www.newscientist.com/article/dn16179-ten-ways-to-save-the-world.html>
20. <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jan/19/glacier-rising-sea-levels> Many glaciers will disappear by middle of century and add to rising sea levels, expert warns
21. http://www.who.int/entity/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/index.html
22. Kopp I.Z. New Technologies with high frequency heating //J. of Industrial Heat Engineering, 2001, v. 23, n. 4-5, pp.68 – 73.
23. Копп И.З. ЗАКАТ АТОМНОГО ВЕКА ИЛИ? Decline of the Nuclear Century or? Bulletin MANEB, 2002, n. 1(47), pp. 81-98.
24. Копп И.З. Парниковый эффект - научные проблемы на рубеже тысячелетий //Вестник МАНЭБ, 2003, №1, с.25-38.
25. Копп И.З., Аполлонский С.М. Системный подход и международное сотрудничество в решении проблем энергетики и окружающей среды //Материалы межд. конф. МГУ-США, 2004.
26. Аполлонский С.М., Копп И.З. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ //Вестник МАНЭБ, 2005, т.10, №1, 5-28.
27. Копп И.З. Проблемы новых экологических технологий и пути их решения //Вестник МАНЭБ, 2006, т. 11, №1, 51-71.

PLANETARY ECOLOGICAL RESOURCES. FOUNDATIONS OF THE UNIVERSAL METHODOLOGY FOR A SYSTEM APPROACH

Ilya Kopp

Summary

A rationale for determining the system of ecological resources, to allow the use of a single physical model and a rigorous mathematical description of the ecological crisis. A methodology agreed international assessments of changes in ecological resources, applicable for different scale levels, regardless of the considered objects, the characteristics of technological processes, sectors of economic activity, the time and conditions. On the basis of a system approach defined by quantitative and qualitative indicators of the environmental impact of water resources and air quality. The need of total and direct and indirect changes in each individual and the totality of ecological resources.

Using general idea of ecological resources and the achievement of scientists in the field of environmental change, with a view to reaching a common understanding proposes universal and accessible model and mathematical description «how to decide and improve the industrial system interaction with the biosphere».

At the core of the proposed methodology is not the interests of business and politics, but accessible to all engineers specialty uniform and understandable coefficients determining strictly environmental factors and effectiveness of technology. Our experience using the proposed methodology can be extended to meet the new challenges of reducing negative effects on the biosphere.

Key words: environment, ecological resources, environment protection, ecological crisis, nuclear power, the rate of environmental action, indicators of the environmental impact

Статья поступила 21.12.2008

Рекомендована к печати 15.02.2009

УДК: 504.75

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЦЕХОВ С ВЫСОКИМ ТЕПЛОНАПРЯЖЕНИЕМ ВНУТРЕННЕГО ОБЪЕМА

*Полушкин В.И., Васильев В.Ф., Титова А.И.
(Санкт-Петербург)*

Аннотация

В статье рассматривается аэрация цехов электролиза алюминия с двухрядным расположением электролизеров. Проблема заключается в создании необходимого микроклимата в междурядном пространстве между оборудованием.

Ключевые слова: вентиляция, аэрация, электролиз.

К цехам с высоким теплонапряжением относятся: термические цеха, литейные цеха, цеха электролиза алюминия и некоторые др. Сложность их вентиляции заключается в необходимости создавать большие воздухообмены, для чего требуется значительные энергозатраты. Одним из наиболее эффективных способов вентиляции является аэрация, т.е. создание регулируемого естественного воздухообмена.

Исследованиями ряда авторов [1,2,3,4,5 и др.] показано, что в подобных цехах весьма эффективно использование напольных панелей для распределения приточного воздуха. В связи с тем, что исследования были направлены преимущественно на изучение общих вопросов аэрации, в перечисленных работах не приводятся сведения о влиянии аэродинамики рассеянной приточной струи на формирование температурных и скоростных полей в рабочей зоне, что и было решено выяснить в данной работе.

Для проверки возможности применения полученных в конкретных условиях данных, были проведены исследования вентиляции цеха электролиза алюминия электрохимкомбината. Схема вентиляции этого цеха, приведена на рис.1. По этой схеме средний пролет цеха проветривается рассеянным потоком, поступающим через пол, полностью набранный из приточных панелей 4, крайние пролеты - через приточные панели 1, установлен-

ные в боковых проемах цеха. Меняя площадь живого сечения этих панелей, можно распределять приточный воздух между пролетами в зависимости от требований. Шторы 3, установленные в 1-м этаже цеха, и вытяжные шахты 2 позволяют отводить нагретый воздух из верхней зоны 1-го этажа выше рабочей зоны 2-го этажа.

Экспериментальные исследования проводились на модели цеха, где были определены:

- параметры воздушной среды в рабочей зоне среднего пролета цеха при различной геометрии приточных панелей (относительного шага между отверстиями и их числа) и различных площадях аэрационных проемов и вытяжных шахт;

- расходы приточного воздуха, поступающего в средний пролет цеха через напольные панели.

На рис. 1 показана схема, полученная при зарисовке движения задымленного приточного воздуха в среднем пролете модели цеха электролиза алюминия.

Приточный воздух, выходя из отверстий напольных панелей, частично идет на питание конвективных струй, образующихся над источниками тепла (электролизерами), оставшаяся часть по инерции продолжает двигаться вверх, оттесняя опускающиеся горячие циркуляционные токи. На границе встречи приточной струи и циркуляционных токов происходит их смешение. Процесс смешения

охватывает некоторую зону, названную “зоной смешения”. Ниже этой зоны температура воздуха в цехе определяется температурой приточной струи, выше – температурой циркуляционных токов. Поэтому в самой зоне смешения иногда наблюдается значительный температурный градиент. В России имеется одна книга, которая называется “Вытесняющая вентиляция”, однако расход воздуха на вытеснение вредных выбросов по этой книге не определить, что и является одной из задач настоящей работы.

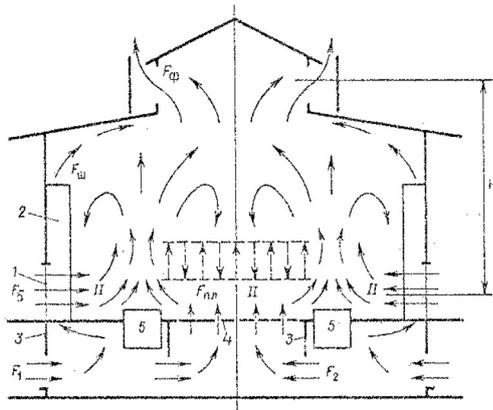


Рис 1.

Схема вентиляции цеха при воздухообмене через напольные приточные панели

В работах [6,7] область выше зон смешения называют “температурным перекрытием” (“тепловой подушкой”). Такая терминология, по мнению авторов, некорректна, так как наблюдаемое явление не представляет собой “застывшее”, установившееся состояние, а представляет собой результат взаимодействия потоков воздуха.

Наблюдения показали, что уровень и размеры зоны смешения зависят от воздухообмена и геометрических характеристик приточных панелей (относительного шага, числа и диаметра отверстий панелей).

При одинаковом воздухообмене, но различном шаге между приточными отверстиями зона смешения может находиться выше рабочей зоны или полностью захватывать ее. При постоянных геометрических характеристиках приточных панелей и увеличении воздухообмена уровень расположения зоны смешения повышается, а размеры ее увеличиваются.

Последнее можно объяснить большей интенсивностью взаимодействия в данном случае приточного потока и циркуляционных токов.

Из опубликованных работ [1,3,5] известно,

что в подобных цехах при увеличении воздухообмена выше так называемого оптимального, температура рабочей зоны меняется незначительно. Это явление можно объяснить тем, что при расширении зона смешения начинает захватывать рабочую зону и горячие циркуляционные токи проникают в нее. Исходя из этих соображений, рассчитаем оптимальный воздухообмен, приняв дальнобойность приточной струи несколько больше рабочей зоны. В этом случае зона смешения будет расположена выше рабочей зоны, а размеры ее будут наименьшими из возможных.

Расчет дальнобойности приточной струи построен на основе зависимостей развития стесненных рассеянных струй. В рассматриваемом случае поднимающийся приточный воздух холоднее окружающего и, следовательно, гравитационные силы направлены в противоположную сторону по отношению к направлению его движения. Особенность расчета таких струй в условиях рассматриваемого цеха заключается в необходимости учета влияния на них конвективных струй, возникающих над источниками тепла. Поэтому в качестве расчетного уравнения, определяющего скорость приточного потока, принимаем

$$\frac{w_x}{w_0} = \left(\frac{w_x}{w_0} \right)_n K_k \quad (1)$$

Тогда температуру приточного воздуха можно будет найти из уравнения

$$\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0} = \left(\frac{\Delta t_x}{\Delta t_0} \right)_n \frac{1}{K_k} \quad (2)$$

В этих уравнениях $(w_x/w_0)_n$ и $(\Delta t_x/\Delta t_0)_n$ – соответственно изменение скоростей и температур; K_k – коэффициент, учитывающий влияние эжекционной способности конвективных струй на скоростные и температурные поля в приточной струе. Чтобы оценить величину этого коэффициента, рассмотрим уравнение количества движения, составленное для данного приточного потока:

$$M = M_x + M_n,$$

или

$$\frac{M_x}{M_0} = 1 - \frac{M_n}{M_0}, \quad (3)$$

где: M_0 – начальный импульс приточного потока; M_x – импульс приточного потока в рассматриваемом сечении x ; M_n – потери импульса приточного потока, зависящего от расхода воздуха, идущего на питание конвективных струй.

Воздух, который отделяется от приточного потока, идет на увеличение импульса конвективной струи. Поэтому в рамках требуемой точности расчета принимаем

$$\phi M_k = M_n, \quad (4)$$

где $M_k = \rho \frac{V_k}{F_k^{\bar{6}}}$ – импульс количества движения конвективных струй; $F_k^{\bar{6}}$ – боковая по-верхность конвективных струй, считая от теплового источника до сечения x ; V_k – расход воздуха в поперечном сечении конвективной струи; ϕ – поправочный множитель. Решая совместно уравнения (1), (2), и (4), получаем

$$K_k = \sqrt{1 - \phi \frac{M_k}{M_0}} \quad (5)$$

В результате обработки исследований конвективных струй применительно к цехам электролиза алюминия, можно найти уравнение для M_k/M_0 . Подставляя его в (5) получим

$$K_k = \sqrt{1 - 1,2\phi \frac{q}{G^2 p^2} \left(\frac{x}{H}\right)^{3/4}} \quad (6)$$

где H – высота цеха; \bar{G} – удельный расход приточного воздуха, представляющий собой отношение расхода через напольные панели к полному расходу воздуха в цехе; q – удельная тепловая нагрузка внутреннего объема цеха; p – кратность воздухообмена.

Чтобы определить дальнобойность приточного потока, а следовательно, и уровень зоны смешения, рассмотрим два возможных случая:

дальнобойность струй больше длины участка формирования;

дальнобойность струй меньше длины участка формирования.

В первом случае произойдет слияние струй в общий поток, дальнобойность которого можно определить из условия $K_k = 0$, т.е.

$$1,2\phi \frac{q}{G^2 p^2} \left(\frac{x_{\max}}{H}\right)^{4/3} = 1,$$

Отсюда

$$x_{\max} = \frac{0,87H\bar{G}^{3/2} p^{3/2}}{\phi^{3/4} q^{1/2}} \quad (7)$$

Во втором случае слияния струй не произойдет, и опускающиеся конвективные токи будут свободно проникать в рабочую зону.

Условием, определяющим первый случай, будет $x_{\max} > x_{\infty}$, второй $x_{\max} < x_{\infty}$,

$$\text{где } x_{\infty} = \left(\frac{7,0}{A_1} \tau + x_0\right) d_0, \text{ где } \tau = \frac{\ell}{d_0} -$$

относительный шаг между приточными отверстиями; d_0 – диаметр приточных отверстий, x_0 – шаг между отверстиями; A_1 – коэффициент, учитывающий влияние на скоростные поля в струе числа Рейнольдса.

Дальнобойность одиночных вертикальных струй можно определить по формуле:

$$x_{\max} = d_0 \sqrt{\frac{m}{K_r'' \cdot A_r}}$$

Из формулы (7) определим оптимальный расход воздуха через напольные панели:

$$G_{\text{п.п}}^{\text{опт}} = G \frac{1,1\phi^{1/2} q^{1/3}}{p} \left(\frac{ch_{\text{р.з}}}{H}\right)^{2/3}, \quad (8)$$

где G – полный расход воздуха в цехе; c – коэффициент запаса; $h_{\text{р.з}}$ – высота рабочей зоны.

Расход приточного воздуха, поступающего в средний пролет цеха при аэрации, найдем исходя из известных зависимостей, приводимых в работах [2,4,5]. В результате преобразований получим:

$$G_{\text{п.п}} = \frac{G - G_{\delta}}{1 + \frac{F_{\text{ш.э}}}{F_{\text{п.э}}}} \quad (9)$$

В этом уравнении:

$$G = 0,7373 \sqrt{HQF_{\text{э}}^2}; \quad (10)$$

$$G_{\delta} = \frac{G}{1 + \frac{F_{\text{ш.э}} + F_{\text{п.э}}}{F_{\delta}}}; \quad (11)$$

$$F_{\text{э}} = \left[\frac{1}{(\mu_{\phi} F_{\phi})^2} + \frac{1}{F_{\text{э}}^2} \right]^{-1/2} \quad (12)$$

$$F_{п.э.} = \left[\frac{1}{(\mu_1 F_1)^2} + \frac{1}{(\mu_2 F_2)^2} + \frac{1}{(\mu_{п.п.э} F_{п.п.э})^2} \right]^{-1/2}; \quad (13)$$

$$F_{ш.э.} = \left[\frac{1}{(\mu_{ш} F_{ш})^2} + \frac{1}{(\mu_1 F_1)^2} \right]^{-1/2} \quad (14)$$

$$F_{2э} = F_{\delta} + F_{п.э.} + F_{ш.э.} \quad (15)$$

Здесь μ – коэффициент расхода соответствующего отверстия; F_{ϕ} – площадь вытяжного отверстия фонаря, м²; F_{ϕ} , $F_{п.п}$ – эквивалентное по гидравлическому сопротивлению отверстие приточной панели, установленной соответственно в боковом приточном аэрационном проеме или в полу междуэтажного перекрытия, м²; F_1 – площадь бокового проема в наружной стене первого этажа, м²; F_2 – площадь проема между внутренней шторой и полом первого этажа, м²; $F_{ш.э.}$ – площадь отверстий внутренних шахт, м².

Сопоставление опытных данных с результатами расчета

Расходы воздуха рассчитывались по формулам (9) – (15). Приняты по существующей литературе следующие коэффициенты расхода: для фонаря – $\mu = 0,7$; для проема под наружной шторой – $\mu = 0,8$; хода во внутреннюю шахту – $\mu = 0,7$. Эти коэффициенты при различных условиях эксплуатации воздухораспределительных устройств могут различаться в несколько раз. Поэтому для рассматриваемой задачи получено следующее эмпирическое уравнение:

$$\mu = \frac{0,159}{(K_{сж})^2 K_{Re} K_{CT}} f'(Re) f'(\bar{\delta}), \quad \text{где}$$

$$f'(Re) = \frac{(0,61 + 0,35 \exp\{-0,0085 Re^{2/3}\})^{2/3}}{0,097 + \frac{67}{Re}};$$

$$f'(\bar{\delta}) = \left(1 - \frac{0,39}{(1 + \bar{\delta})^2} \right)^{1/2}$$

В результате экспериментальных исследований получено $\mu = 0,83$.

Подвижность и температура воздуха в среднем пролете цеха рассчитывались по формулам (1), (2) и (6).

Ввиду того, что подтекание воздуха к конвективным струям модели происходило только со стороны напольных приточных панелей и боковых аэрационных проемов, коэффициент ϕ в расчетах был принят равным 0,5.

Ниже приводятся расчеты для двух крайних экспериментальных режимов при площади живого сечения напольных приточных панелей 5,17 и 1,3 м².

Первый режим.

Исходные данные.

Площадь живого сечения приточных панелей $F_{п.п} = 5,17$ м².

Высота цеха $H = 16$ м.

Полный расход приточного воздуха в цехе $G = 5,2 \cdot 10^5$ кг/ч.

Расход воздуха через напольные панели $G_{п.п} = 0,37 \cdot 10^5$ кг/ч.

Удельный расход приточного воздуха через напольные панели

$$\bar{G} = \frac{0,37 \cdot 10^5}{5,2 \cdot 10^5} = 0,071.$$

Кратность воздухообмена $p = 16,3$ 1/ч

Удельная тепловая нагрузка цеха $q = 235$ Вт/м³.

Скорость в приточном отверстии панели

$$w_0 = \frac{G_{п.п}}{1,2 \cdot 3600 F_{п.п}} = 1,66 \text{ м/с.}$$

Избыточная температура воздуха в приточных отверстиях панели $\Delta t_0 = 3^\circ\text{C}$.

Критерий Архимеда

$$Ar = \frac{g d_0 (t_{yx} - t_0)}{w_0^2 T_\infty} = 8 \cdot 10^{-3}$$

Критерий Рейнольдса $Re = \frac{w_0 d_0}{\nu} = 10^4$.

Избыточная температура уходящего воздуха $\Delta t_{yx} = 10^\circ\text{C}$.

Расчет.

Определяем длину участка формирования:

$$\bar{x}_\phi = \frac{7,0}{A_1} \bar{l} + \bar{x}_0 = 16,1 \quad ,$$

где

$$A_1 = 1 + 690/Re;$$

$$\bar{x}_0 = 12 \sqrt{\frac{T_\infty}{T_0}} Ar, \quad \bar{x}_0 \approx 1$$

Определяем дальнобойность приточного потока

$$\bar{x}_{\max} = \sqrt{\frac{m}{K_\Gamma'' Ar}} = 16,3$$

$$K_\Gamma'' = 0,75 A \frac{\eta_t}{\eta} \sqrt{\frac{T_0}{T_\infty}} \frac{\sigma + 1}{\sigma}, \quad K_\Gamma'' = 3,2$$

где $m = 6,8$;

Так как длина участка формирования несколько меньше дальнобойности приточного потока, то струи сливаются в общий поток и расчет следует вести по зависимостям для сформировавшейся струи (1), (4), (6).

Найдем вспомогательные коэффициенты:

$$K_{Re} = 1; \quad K_\Gamma = K_\Gamma' \sqrt{1 - \frac{K_\Gamma''}{m} Ar \bar{x}_\phi^2} = 0,7;$$

$$\beta = 0,39 K_{Re} K_\Gamma = 0,273; \quad m'/m = 0,875$$

$$K_k = \sqrt{1 - 1,2\phi \frac{q^{2/3}}{G^2 p^2} \left(\frac{x}{H}\right)^{4/3}} = 0,87 \quad ;$$

где $x = 2$ м – высота рабочей зоны.

Определим максимальную скорость воздуха в рабочей зоне:

$$w_x = w_0 \frac{18,6\beta}{\bar{x}_\phi A_1^2} K_k = 0,46 \quad \text{м/с.}$$

В опыте замерена скорость $0,6 - 0,8$ м/с.

Избыточная температура воздуха по оси приточной панели

$$\Delta t_x = (\Delta t_{yx} - \Delta t_0) \frac{2,72 A_1^2 m'}{\bar{x}_\phi \beta K_k m} = 4,6 \quad ^\circ\text{C}$$

Коэффициент неравномерности температурного поля в опытах был равен $A_n = 0,1$.

В опытах замерена температура $4 - 5,4$ °С.

Определим уровень расположения зоны смешения:

$$x_{\max} = \frac{0,87 H \bar{G}^{3/2} p^{3/2}}{\phi^{4/3} q^{1/2}} = 2,4 \quad \text{м.}$$

По результатам замеров температурного поля над напольными панелями средний уровень смешения находится на расстоянии $3,5$ м от панели. Следует сказать, что величина ϕ , может иметь значения от 1 при $F_{\text{ПП}} / F_\delta < 1$ до $0,5$ при $F_{\text{ПП}} / F_\delta = 1$.

Второй режим.

Исходные данные:

Площадь живого сечения приточных панелей $F_{\text{ПП}} = 1,3$ м².

Расход приточного воздуха через напольные панели $G_{\text{ПП}} = 0,12 \cdot 10^5$ кг/ч.

Удельный расход приточного воздуха через напольные панели $\bar{G} = 0,023$ кг/ч.

Скорость в приточном отверстии панели $w_0 \approx 2,1$ м/с.

Избыточная температура уходящего воздуха $\Delta t_{yx} = 14,7$ °С.

Избыточная температура воздуха в приточных отверстиях панели $\Delta t_0 = 6,7$ °С.

$$\text{Критерий Архимеда } Ar = 5,6 \cdot 10^3.$$

$$\text{Критерий Рейнольдса } Re = 1,3 \cdot 10^4.$$

Избыточная температура уходящего воздуха $\Delta t_{yx} = 10$ °С.

Расчет.

Определяем длину участка формирования:

$$\bar{x}_\phi = \frac{7,0}{A_1} \bar{l} + \bar{x}_0 = 30,3 \quad ,$$

где $A_1 = 1$; $\bar{x}_0 = 0,9$,

Определяем дальнобойность приточного потока

$$\bar{x}_{\max} = \sqrt{\frac{m}{K_\Gamma'' Ar}} = 19,2$$

где $m = 6,0$; $K_\Gamma'' = 2,9$

Так как длина участка формирования в этом случае больше максимально возможной дальнобойности приточных струй, то они затухают раньше, чем успеют слиться в общий поток. В результате температуру воздуха в рабочей зоне следует ожидать близкой темпера-

туре уходящего из цеха воздуха, что хорошо подтверждается опытом.

На основании приведенного в этой работе сопоставления и полученных результатов можно дать ряд практических рекомендаций. В частности, для создания в среднем пролете цеха электролиза алюминия метеорологических параметров воздушной среды в пределах нормы необходимо, чтобы относительный расход приточного воздуха через напольные панели был не менее

$$G_{п.п} = \frac{1,1\phi^{1/2}q^{1/3}}{\rho} \left(\frac{ch_{р.з}}{H} \right)^{2/3} = 0,131$$

При аэрации для обеспечения такого относительного расхода необходимо, чтобы площадь живого сечения напольных панелей $F_{п.п} = 5,5 \text{ м}^2$, что соответствует коэффициенту живого сечения панелей 0,15. При таких условиях избыточная температура в среднем пролете цеха будет $\sim 5 \text{ }^\circ\text{C}$, в боковых пролетах $\sim 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Если потребуются более равномерное распределения температур по рабочей зоне всего цеха, то можно по формулам, приведенным в настоящей работе, рассчитать необходимые для этого площади аэрационных проемов и напольных панелей.

Используемая литература

1. Акинчев Н. В. Влияние циркуляции воздушных потоков на температуру рабочей зоны в помещениях с источником тепла. – В кн. : Сб. науч. работ ВНИИОТ, №6. -М., 1964, с. 28-82.
2. Акинчев Н. В. Определение температуры уходящего воздуха в горячих цехах при расчете аэрации. Автореф. канд. дис. -М., 1959. 18 с.
3. Батурин В. В., Акинчев Н. В. Влияние расположения напольных решеток на эффективность вентиляции в двухэтажных цехах электролиза алюминия. – В кн. : Сб. науч. работ ВНИИОТ, №4. -М., 1962, с. 9-18.
4. Батурин В. В., Эльтерман В. М. Аэрация промышленных зданий. Л., 1963. -320 с.
5. Дерюгин В. В. Исследование вопросов вентиляции двухэтажных корпусов электролиза алюминия. Автореф. канд. дис. -Л., 1966. -19 с.
6. Ливчак И.Ф. Когда возникает тепловая подушка и температурное перекрытие // Водоснабжение и санитарная техника, 1965, №7, с. 31 – 34.
7. Шепелев И. А. Новый метод расчета аэрации промышленных зданий// Водоснабжение и санитарная техника, 1962, №1, с. 21–28.

VENTILATION OF SHOPS WITH HIGH TEMPERATURE STRAIN IN INTERNAL VOLUME

Polushkin V.I., Vasiliev V.F., Titova A.I.
(Saint-Petersburg)

Summary

This article reviews aeration aluminum electrolysis shops with double-row arrangement electrolyzes. The problem consists in creation of a necessary microclimate in interior space between the equipment.

Index Terms: ventilation, aeration, electrolyze.

Статья поступила 05.02.2008

Рекомендована к печати 09.08.2008

УДК: 504.75

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА МАССОВЫХ РАСХОДОВ СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ В ПОМЕЩЕНИИ

Пузач С. В., Абакумов Е. С.
(Россия)

Аннотация

Проведен сравнительный анализ интегральных, зонных и эмпирических методов расчета массовых расходов системы дымоудаления при модельном пожаре в помещении. Показано, что при вдуве приточного воздуха в зону припотолочного слоя для недопущения распространения дыма в смежные помещения необходимо существенно увеличивать производительность системы дымоудаления.

Отмечено, что моделирование области горения в виде точечного источника теплоты, расположенного ниже поверхности горения, дает некорректные результаты. Численные эксперименты показали необходимость учета в интегральном и зонном подходах захвата воздуха системой дымоудаления из зоны холодного воздуха через нижнюю границу припотолочного слоя вне конвективной колонки.

Ключевые слова: расчёт, массовый расход, дымоулавливание, пожар.

1. Введение

Эффективность работы системы дымоудаления и приточной вентиляции при пожаре в помещении определяется объемно-планировочными решениями помещения, геометрическими размерами и количеством дымоудаляющих и приточных отверстий, термодинамической картиной пожара и т.д.

Существующие методы расчета необходимых расходов удаляемой смеси продуктов горения и частиц дыма и приточного воздуха основаны на математических моделях расчета тепломассообмена при пожаре [1, 2] или на эмпирических формулах [2, 5, 8], полученных для конкретных условий проведения эксперимента и не отвечающих требованиям теории подобия процессов тепломассообмена [9], что ограничивает достоверность их применения.

В статье для модельного пожара проведено сопоставление результатов расчетов, выполненных по интегральной [1, 2, 4] и зонной [1, 2, 5, 7, 8] моделям расчета термогазодинамики пожара и с использованием эмпирических формул [10, 11]. Полевой метод расчета [1] не рассматривается.

2. Интегральная модель расчета тепло-массообмена

Используется модифицированная интегральная модель [1], в которой в отличие от приведенной в [2, 3], расчет прогрева ограждающих конструкций помещения проводится с помощью решения двухмерных нестационарных уравнений теплопроводности и неоднородность температурного поля по высоте помещения учитывается в более полном виде [4].

Уравнения законов сохранения массы и энергии для газовой среды помещения, а также закона сохранения массы кислорода с учетом действия систем дымоудаления и приточной вентиляции соответственно имеют вид [1, 2]:

$$V \frac{d\rho}{dt} = \Psi + G_a + \rho_a W_a - G_m - \rho_m W_m \quad ; (1)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\rho_m V}{k_m - 1} \right) = \Psi \eta Q_H^p + c_{pa} T_a (G_a + \rho_a W_a) - c_{pm} T_{mnp} (G_m + \rho_m W_m) - Q_s - Q_{np} \quad ; (2)$$

$$V \frac{d(X_{O_2 m} \rho_m)}{dt} = -\eta L_{O_2} \Psi + X_{O_2 a} (G_a + \rho_a W_a) - X_{O_2 m np} (G_m + \rho_m W_m) \quad , (3)$$

где τ – время, с; V – объем помещения, м³; Ψ – скорость газификации горючего материала, кг/с; G_a, G_m – массовые расходы поступающего воздуха и вытекающих наружу газов при естественном газообмене, кг/с; W_a, W_m – объемные расходы приточной вентиляции и дымоудаления, м³/с; ρ_a – плотность наружного воздуха, кг/м³; ρ_m – среднеобъемная плотность газовой среды помещения, кг/м³; p_m – среднеобъемное давление, Па; k_m – среднеобъемный показатель адиабаты газовой среды помещения; Q_H^p – низшая рабочая теплота сгорания горючего материала, Дж/кг; η – полнота сгорания; Q_s – суммарный тепловой поток, отводимый в ограждающие конструкции, Вт; Q_{np} – тепловой поток, излучаемый через проемы, Вт; $T_{mnp} = a_T T_m$ – средняя температура газов, выходящих через проемы, К; a_T – коэффициент, учитывающий отличие среднемассовой температуры выходящих газов от среднеобъемной температуры газовой среды помещения; T_a – температура наружного воздуха, К; c_{pa}, c_{pm} – удельные изобарные теплоемкости воздуха и газовой среды, Дж/(кг·К); L_{O_2} – потребление кислорода, кг/кг; $X_{O_{2m}}$ – среднеобъемная массовая концентрация кислорода в помещении; $X_{O_{2a}}$ – массовая концентрация кислорода в наружном воздухе; $X_{O_{2mnp}} = a_{O_2} X_{O_{2m}}$ – средняя массовая концентрация кислорода в газах, выходящих через проемы; a_{O_2} – коэффициент, учитывающий отличие среднемассовой концентрации кислорода в выходящих газах от его среднеобъемной концентрации в газовой среде помещения.

Скорость тепловыделения находится по формуле [2]:

$$Q_{\text{пож}} = \eta \Psi_{\text{уд}} Q_H^p F_r, \quad (4)$$

где $Q_{\text{пож}}$ – скорость тепловыделения, Вт; $\Psi_{\text{уд}}$ – удельная скорость выгорания, кг/(м²·с); F_r – площадь открытой поверхности горючего материала, м².

Полнота сгорания зависит от массовой концентрации кислорода [2] и в первом приближении может быть определена по формуле [1]:

$$\eta = \eta_0 (\bar{X} - \bar{X}^2), \quad (5)$$

где η_0 – полнота сгорания на открытом воздухе;

$$\bar{X} = (X_{O_{2m}} - X_{O_{2\min}}) / (X_{O_{2a}} - X_{O_{2\min}});$$

$X_{O_{2\min}} = 0,14$ – массовая концентрация кислорода, когда прекращается горение.

При высоте нейтральной плоскости $z_H < z^* < z_B$ (“смешанный” режим газообмена), формула для массового расхода газов, выходящих через проем наружу, имеет вид [2]:

$$G_m = 2/3 \sqrt{2g\rho_m(\rho_a - \rho_m)} \xi b_{np} (z_B - z^*)^{1,5}. \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; ξ – коэффициент гидравлического сопротивления проема; z – координата по высоте, отсчитываемая от уровня пола, м; z_H, z_B – координаты нижнего и верхнего краев открытого проема, м; z^* – высота нейтральной плоскости, м; b_{np} – ширина проема, м.

Начальные и граничные условия, а также метод численного решения замкнутой системы уравнений интегральной модели подробно приведен в [1].

3. Зонная модель расчета тепломассообмена

Используется трехзонная модель, в которой объем помещения разбит на зоны конвективной колонки, припотолочного слоя и холодного воздуха [2]. В отличие от метода расчета [2] учтено, что нижняя граница припотолочного слоя может находиться ниже верхнего среза открытого проема. Аналогичный случай рассмотрен, например, в [6].

Принципиальная схема тепломассообмена в помещении для трехзонной модели в случае работы системы дымоудаления и приточной вентиляции имеет вид, показанный на рис. 1. Стрелками показаны направления течения газовой смеси и тепловые потоки. Обозначения на рис. 1: Q_{w1}, Q_{w2}, Q_c, Q_f – тепловые потоки, отводящиеся в стены (ниже и выше нижней границы припотолочного слоя), потолок и пол соответственно.

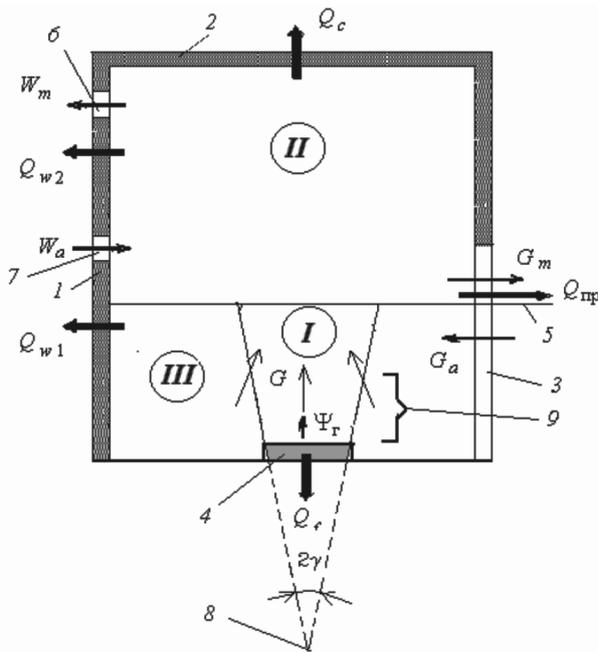


Рис. 1.

Схема расчета тепломассообмена в помещении: 1 – стены; 2 – перекрытие; 3 – открытый проем; 4 – горючий материал; 5 – нейтральная плоскость (нижняя граница припотолочного слоя); 6 – система дымоудаления; 7 – система приточной вентиляции; 8 – точечный «фиктивный» источник теплоты; 9 – высота пламенной зоны; I – зона конвективной колонки; II – зона нагретого задымленного припотолочного слоя; III – зона холодного воздуха

Для определения массовых расходов и средних температур газовой смеси в поперечных сечениях конвективной колонки использованы два подхода:

- точечный источник тепловыделения находится ниже поверхности горючего материала (полуэмпирический метод расчета [2, 8]);

- распределенный источник тепловыделения находится выше поверхности горючего материала (эмпирический [5] и полуэмпирический метод [7]).

В первом случае [2, 8]:

$$G = 0,21 \left[\frac{g \rho_0^2 Q_{\text{пож}} (1 - \chi)}{c_p T_0} \right]^{\frac{1}{3}} (z + z_0)^{\frac{5}{3}}, \quad (7)$$

$$T = T_0 + \frac{Q_{\text{пож}}(1 - \chi)}{c_p G}, \quad (8)$$

где t – средняя температура в сечении конвективной колонки, К; G – расход газов через сечение струи, отстоящее по высоте от повер-

хности горючего материала на расстояние z , кг/с; T_0 – температура холодного воздуха в помещении, К;

ρ_0 – плотность холодного воздуха в помещении, кг/м³; c_p – изобарная теплоемкость газа, Дж/(кг·К); $\chi = Q_{wI} / Q_{\text{пож}}$ – доля, приходящаяся на поступающую в ограждение теплоту от выделившейся в очаге горения; z – координата поперечного сечения колонки, отсчитываемая от открытой поверхности горючего материала, м; z_0 – расстояние от фиктивного источника тепла до поверхности горючего материала, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

При втором подходе массовый расход в сечении конвективной колонки в случае использования эмпирического метода равен [5]:

при $z > z_f$:

$$G = 0,071 \left(\frac{Q_{\text{пож}}(1 - \chi)}{1000} \right)^{\frac{1}{3}} z^{5/3} + 1,8 \cdot 10^{-6} Q_{\text{пож}}(1 - \chi), \quad (9)$$

при $z \leq z_f$:

$$G = 0,032 \left(\frac{Q_{\text{пож}}(1 - \chi)}{1000} \right)^{\frac{3}{5}} z, \quad (10)$$

где $z_f = 0,166 \left(\frac{Q_{\text{пож}}(1 - \chi)}{1000} \right)^{\frac{2}{5}}$ – высота пламенной зоны, м.

При использовании полуэмпирического метода [7] массовый расход находится из решения дифференциального уравнения:

$$\frac{dG}{dz} = \frac{Bz(r + ztg\gamma)^4}{T_0 A G (GT_0 + Bz)} + \frac{2Gtg\gamma}{r + ztg\gamma} - \frac{B}{T_0} \left(1 - \frac{2ztg\gamma}{r + ztg\gamma} \right), \quad (11)$$

где $A = \frac{T_0 R^2}{g \rho_0^2 \pi^2}$ – размерный параметр, с²·м⁵/(кг²·К);

$B = \frac{Q_{\text{пож}}(1 - \chi)}{z_f c_p}$ – размерный параметр, кг·К/(м·с);

R – газовая постоянная воздуха, Дж/кг·К;

r – радиус поверхности горючего материала, м;

γ – угол полураскрытия конвективной колонки, рад.

Средняя температура в сечении конвективной колонки определяется по формуле (8).

Высота нижней границы припотолочного слоя находится из решения обыкновенного дифференциального уравнения, полученного из закона сохранения энергии для припотолочного слоя:

$$\frac{dz_k}{d\tau} = -\frac{G_k}{\rho_0 F_{\Pi}} - \frac{Q_{\text{пож}}(1-\varphi)}{c_p \rho_0 T_0 F_{\Pi}} + \frac{\rho_a T_a W_a}{\rho_0 T_0 F_{\Pi}} - \frac{T_2(\rho_2 W_m + G_m)}{\rho_0 T_0 F_{\Pi}} \quad (12)$$

где z_k – высота до нижней границы припотолочного слоя от открытой поверхности горючего материала, м; F_{Π} – площадь потолка помещения, м²;

G_k – массовый расход газовой смеси, поступающей из конвективной колонки в припотолочную зону, кг/с; T_2 – среднеобъемная температура в припотолочном слое, К; ρ_2 – среднеобъемная плотность в припотолочном слое, кг/м³; $\varphi = \frac{Q_{w1} + Q_{w2} + Q_c + Q_f}{Q_{\text{пож}}}$ – коэффициент теплопотерь.

Начальное условие (при $\tau = 0$) имеет вид: $z_k = H - \delta$; где H – высота помещения, м; δ – толщина горючего материала, м.

Уравнение (12) решается численным методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

Среднеобъемная температура и плотность в припотолочном слое находятся из решений дифференциального уравнения закона сохранения массы припотолочного слоя и уравнения состояния идеального газа соответственно:

$$V \frac{d\rho_2}{d\tau} = G_k + \rho_a W_a - G_m - \rho_2 W_m, \quad (13)$$

$$p_2 \approx p_0 = \rho_2 R T_2, \quad (14)$$

где p_2 – давление в зоне II, Па; p_0 – давление наружного воздуха при $z = 0$, Па; R – газовая постоянная (принимается, что газовые постоянные воздуха и смеси продуктов горения и воздуха равны [2]), Дж/(кг·К).

3. Эмпирические методы расчета расхода системы дымоудаления

Рассмотрим наиболее распространенные методы расчета, используемые в России и за рубежом.

Массовый расход системы дымоудаления равен в соответствии с [10]:

$$G_{sm} = C\beta d^{5/2} \left(\frac{T_2 - T_0}{T_2} \right)^{1/2} \left(\frac{T_0}{T_2} \right)^{1/2}, \quad (15)$$

где G_{sm} – массовый расход системы дымоудаления, кг/с; d – глубина слоя дыма под вытяжным отверстием (толщина припотолочного слоя), м; β – коэффициент, характеризующий расположение вытяжных отверстий; $C = 3,13$.

Согласно [10], рекомендуется принять значение $\beta = 2,0$ для вытяжных отверстий, расположенных на потолке вблизи стен или на стенах вблизи потолка, и $\beta = 2,8$ для вытяжных отверстий, расположенных на потолке вдали от стен.

Критический массовый расход системы дымоудаления, при котором еще нет захвата холодного воздуха из III зоны (система дымоудаления захватывает только газовую смесь из припотолочного слоя (зона II)), составляет [10]:

$$G_{cr} = \frac{1,33\rho_0 \left\{ g d^5 T_0 (T_2 - T_0) \right\}^{1/2}}{T_2}, \quad (16)$$

где G_{cr} – критический массовый расход системы дымоудаления, кг/с.

Массовый расход системы дымоудаления согласно [11] равен:

$$G_{sm} = 0,03 Q_c^{3/5} z_b, \quad (17)$$

где Q_c – конвективная тепловая мощность очага горения, Вт; z_b – высота незадымляемой зоны, м.

Производительность системы дымоудаления в соответствии с [11]:

$$G_{sm} = 0,188 \Pi z_b^{3/2}, \quad (18)$$

где Π – периметр зоны горения, м. Выражение (17) справедливо, когда $\Pi < 12$ м и $z_b < 4$ м [11].

4. Исходные данные для численного эксперимента

Рассматриваются модельные помещения: помещение с размерами 12х6х3 м³: $F_r = 4$ м² (пожар, регулируемый нагрузкой) и $F_r = 25$ м²

(пожар, регулируемый вентиляцией);

помещение 24x12x6 м³: $F_r = 15 \text{ м}^2$ (пожар, регулируемый нагрузкой) и $F_r = 100 \text{ м}^2$ (пожар, регулируемый вентиляцией).

Высота верхнего среза открытого проема (двери) составляет $z_b = 2 \text{ м}$, ширина равна $b_{пр} = 1,2 \text{ м}$.

Свойства горючих материалов принимались по типовой базе горючей нагрузки [2] (здания I-II ст. огнестойкости; мебель + бытовые изделия): низшая рабочая теплота сгорания $Q_n^p = 13,8 \text{ МДж/кг}$; удельная скорость выгорания $\Psi_{уд} = 0,0145 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$; потребление кислорода при горении $L_{O_2} = 1,03$; выделение окиси углерода $L_{CO} = 0,0022$; выделение двуокиси углерода $L_{CO_2} = 0,203$; удельное дымовыделение $W_{уд} = 270 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$; скорость распространения пламени $w_{пл} = 0,0108 \text{ м/с}$.

Начальные условия задавались следующими: температура в помещении составляет $T_0 = 293 \text{ К}$; давление в помещении равно $p = 101300 \text{ Па}$.

Расчет по интегральной и зонной моделям проводился при одинаковых скоростях тепловыделения, определяемых по формулам (4) и (5) с учетом среднеобъемных массовых концентраций кислорода в помещении.

Рассматриваются два случая:

- работа системы дымоудаления без приточной вентиляции (приток воздуха в помещение через дверь в режиме естественной конвекции);

- работа системы дымоудаления с включенной приточной вентиляцией (подача воздуха в припотолочный слой и приток воздуха в помещение через дверь в режиме естественной конвекции).

Производительность системы приточной вентиляции равна 95 % от массового расхода дымоудаления.

5. Результаты численного эксперимента и их анализ

Расчет проводим до момента времени установления «квазистационарного» термогазодинамического режима пожара, когда изменения параметров газовой среды помещения практически нет.

На рис. 2 показаны зависимости скорости тепловыделения в очаге горения от массового расхода системы дымоудаления при вы-

ключенной приточной вентиляцией. Из рис. 2 ясно, что увеличение расхода приводит к существенному повышению скорости тепловыделения при пожаре, регулируемом вентиляцией.

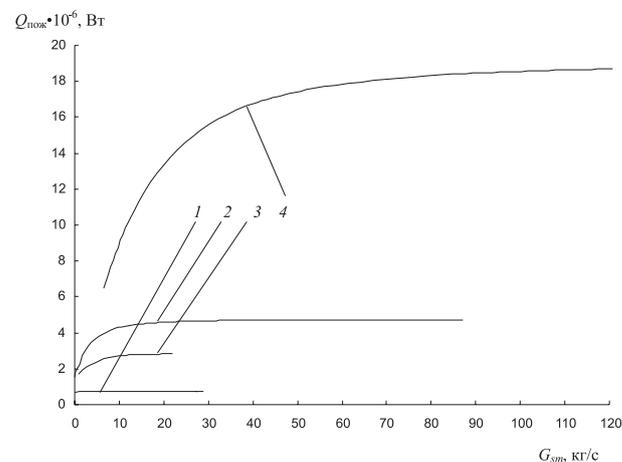


Рис. 2.

Зависимости скорости тепловыделения в очаге горения от массового расхода системы дымоудаления: помещение с размерами 12x6x3 м³:

1 – $F_z = 4 \text{ м}^2$; 2 – $F_z = 25 \text{ м}^2$;

помещение с размерами 24x12x6 м³:

3 – $F_z = 15 \text{ м}^2$; 4 – $F_z = 100 \text{ м}^2$

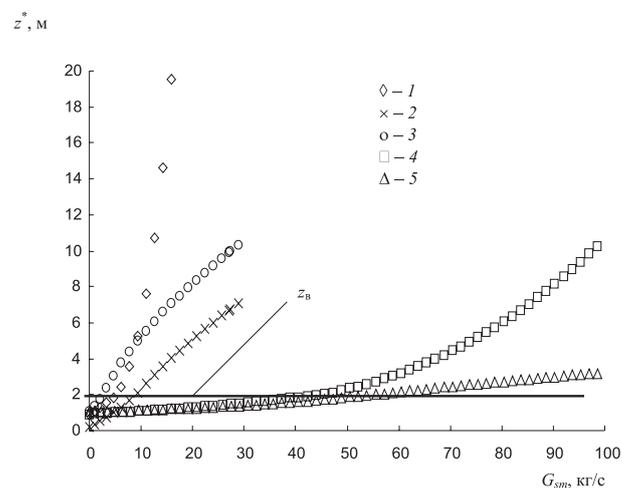


Рис. 3.

Зависимости высоты нейтральной плоскости от массового расхода системы дымоудаления в помещении с размерами 12x6x3 м³ при $F_z = 4 \text{ м}^2$:

$W_a = 0$:

1 – интегральная модель;

2 – зонная модель (ур. (7));

3 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11));

$W_a = 0,95 G_{sm} / \rho_a$;

4 – интегральная модель;

5 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11))

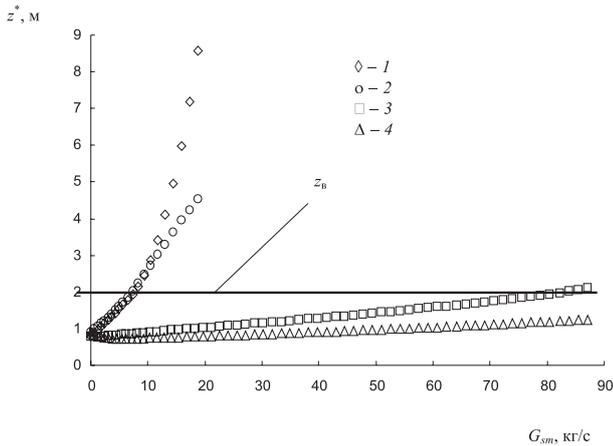


Рис. 4.

Зависимости высоты нейтральной плоскости от массового расхода системы дымоудаления в помещении с размерами $12 \times 6 \times 3 \text{ м}^3$ при $F_2 = 25 \text{ м}^2$:
 $Wa = 0$: 1 – интегральная модель;
 2 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11));
 $Wa = 0,95 G_{sm} / \rho_a$:
 3 – интегральная модель;
 4 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11))

На рис. 3-6 представлены зависимости высоты нейтральной плоскости (нижней границы припотолочного слоя) от массового расхода системы дымоудаления в рассматриваемых помещениях в случаях включенной и выключенной приточной вентиляции при применении интегральной и зонной модели. Включение приточной вентиляции означает поступление холодного воздуха в припотолочный слой дыма в количестве 95% от мас-

сового расхода удаляемых газов, помимо этого поступление холодного воздуха в зону III происходит через открытые проемы, в количестве, соответствующем режиму их работы. В случае же выключенной приточной вентиляции поступление холодного воздуха в помещение (зона III) осуществляется только через открытые проемы.

Применение полуэмпирического подхода [2, 8] (уравнение (7)), основанного на моделировании области горения в виде точечного источника теплоты, дает сходимость решения системы уравнений зонной модели только в случае помещения размерами $12 \times 6 \times 3 \text{ м}^3$ и $F_r = 4 \text{ м}^2$ (кривая 2, рис. 3). Это объясняется тем, что максимальные расходы и температуры по сечению конвективной колонки при этом подходе находятся на поверхности горючего материала, что противоречит реальной термодинамической картине пожара [7].

В табл. 1 приведены величины расходов дымоудаления, полученные с использованием интегральной и зонной моделей, а также эмпирических методов расчета (ур. (15)-(18)), и необходимые для создания незадымляемой зоны высотой 2 м (высота двери) от пола помещения.

Из рис. 3-6 и табл. 1 видно, что разница в массовых расходах дымоудаления при высоте незадымляемой зоны, равной высоте открытого проема (двери) $z_b = 2 \text{ м}$, с использовани-

Таблица 1

Расходы системы дымоудаления, необходимые для создания незадымляемой зоны высотой 2 м от пола помещения

Размеры помещения, м	Площадь пожара $F_r, \text{ м}^2$	Расход системы дымоудаления $G_{sm}, \text{ кг/с}$						
		Интегральная модель		Зонная модель		Эмпирические методы расчета		
		Без притока	С притоком	Без притока	С притоком	Ур. (18) [11]	[10] (G_{cr})	Ур. (17) [11]
12×6×3	4	4,92	44	2,5	56	3,72	1,88 (1,06)	1,98
	25	7,8	84	7,32	–	9,41	4,37 (2,47)	5,95
24×12×6	15	6,5	73	5,6	134	7,3	123,6 (70,1)	4,38
	100	8,4	136	11,7	–	10,0	135,6 (76,91)	13,67

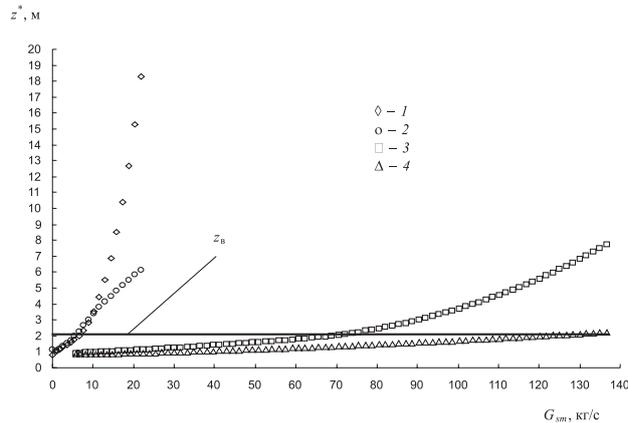


Рис. 5.

Зависимости высоты нейтральной плоскости от массового расхода системы дымоудаления в помещении с размерами $24 \times 12 \times 6 \text{ м}^3$ при $F_z = 15 \text{ м}^2$: $Wa = 0$:

- 1 – интегральная модель;
2 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11));

$Wa = 0,95 G_{sm} / \rho_a$:

- 3 – интегральная модель;
4 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11))

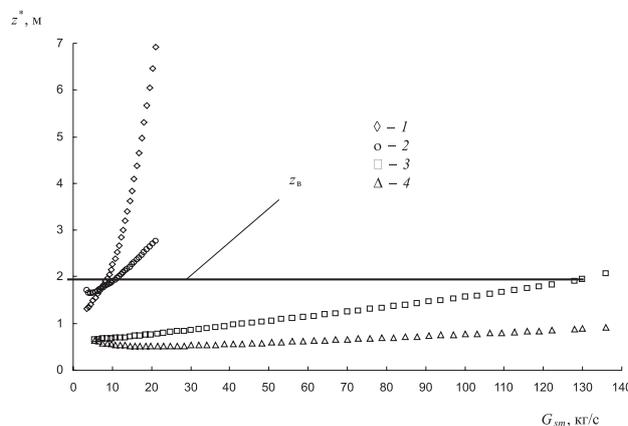


Рис. 6.

Зависимости высоты нейтральной плоскости от массового расхода системы дымоудаления в помещении с размерами $24 \times 12 \times 6 \text{ м}^3$ при $F_z = 100 \text{ м}^2$: $Wa = 0$:

- 1 – интегральная модель;
2 – зонная модель (ур. (9), (10) или ур. (11));

$Wa = 0,95 G_{sm} / \rho_a$:

- 3 – интегральная модель;
4 – зонная модель (ур. (9), (10) или (11))

ем интегрального и зонного подходов, не превышает при пожаре, регулируемом вентиляцией, 28,2 % и в случае пожара, регулируемого нагрузкой, 49,5 %.

На рис. 7 представлены зависимости безразмерного расхода G_{sm}/G^* системы дымоудаления от безразмерного параметра $\frac{F_r d}{V}$

для создания незадымляемой зоны высотой 2 м в случаях включенной и выключенной приточной вентиляции. Характерный расход определяется как $G^* = H b_{пр} \rho_o \sqrt{gd}$, где H – высота помещения, м. Из рис. 7 и табл.1 видно, что значения массовых расходов системы дымоудаления без притока, полученные при расчете с использованием интегральной и зонной модели, совпадают со значениями расходов, полученными по эмпирическим формулам (17) и (18) [11], с погрешностью, не превышающей 62,7 %.

Значения расходов системы дымоудаления, полученные по интегральной и зонной модели, при выключенной приточной вентиляции близки со значениями, полученными по формулам (15) и (16) [10] (кривые 6, 7, рис. 7) в случае помещения размерами $12 \times 6 \times 3 \text{ м}^3$. В этом случае нет захвата воздуха через припотолочный слой системой дымоудаления.

При включенной приточной вентиляции расходы системы дымоудаления, рассчитанные по интегральной модели, коррелируются с величинами, найденными по формулам (15) и (16), в случае помещения размерами $24 \times 12 \times 6 \text{ м}^3$.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Выражения (15) и (16) учитывают захват системой дымоудаления холодного воздуха из III зоны через нижнюю границу припотолочного слоя. Подача приточного воздуха в припотолочную зону аналогична вышеуказанному захвату воздуха. Поэтому массовый расход втекаемого вне конвективной колонки в припотолочный слой воздуха, вызванный работой системы дымоудаления, в помещении размерами $24 \times 12 \times 6 \text{ м}^3$ равен приблизительно 95 % от массового расхода смеси продуктов горения и воздуха, поступающих из конвективной колонки в зону II.

Заключение

1. Применение полуэмпирического подхода [2, 8] (уравнение (7)), основанного на моделировании области горения в виде точечного источника теплоты, дает некорректные результаты, так как в этом случае максимальные расходы и температуры по сечению конвективной колонки находятся на поверхности горячего материала, что противоречит реальной термогазодинамической картине пожара.

2. Удаление дыма из припотолочного слоя эффективно для недопущения распространения горячей задымленной смеси газов в смежные помещения (поднятие высоты нейтральной плоскости выше верхнего среза открытого проема) при подаче приточного воздуха в зону холодного воздуха. При вдуве воздуха в зону припотолочного слоя необходимо существенно увеличивать производительность системы дымоудаления или принимать дополнительные мероприятия по локализации пожара в рассматриваемом помещении (например, противопожарные шторы или воздушные завесы).

3. Работа системы дымоудаления приводит к значительному увеличению тепловыделения при пожаре, регулируемом вентиляцией.

4. Необходимо проведение дальнейших исследований по учету захвата воздуха из зоны холодного воздуха через нижнюю границу припотолочного слоя вне конвективной колонки в интегральном и зонном подходах к моделированию тепломассообмена при работе систем дымоудаления и приточной вентиляции.

Используемая литература

1. Пузач С. В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их при-

менение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности / С. В. Пузач.–М.: Академия ГПС МЧС России, 2005.

2. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Ю. А. Кошмаров.– М.: Академия ГПС МВД России, 2000.

3. Астапенко В. М. Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. А. Кошмаров, И. С. Молчадский [и др.]–М.: Стройиздат, 1986.

4. Пузач С. В. Интегральная модель расчета газообмена помещения с окружающей средой при пожаре / С. В. Пузач, В. М. Казеннов, В. Г. Пузач // Пожаровзрывобезопасность.–2003.–Т. 12, № 4.

5. International Building Code. – International Code Council, 2003.

6. Присадков В. И. Численные методы исследования пожарной опасности атриумов / В. И. Присадков, В. В. Лицкевич, А. В. Федоринов // Пожарная безопасность.–2002. №2.

7. Пузач С. В. Модифицированная зонная модель расчета тепломассообмена при пожаре в атриуме / С. В. Пузач, Е. С. Абакумов // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, № 1.

8. Драйздел Д. Введение в динамику пожаров / Д. Драйздел.; пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1988.

9. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979.

10. Tanaka T. Two layer zone smoke transport model / T. Tanaka, S. Yamada // Fire Science and Technology. – 2004. – V. 23, N 1.

11. Есин В. М. Пожарная профилактика в строительстве / В.М. Есин, В.И. Сидорук, В.Н. Токарев // Москва 1995.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF CALCULATION OF MASS CHARGES OF SYSTEM A SMOKE TO CATCH AT A FIRE IN

Puzach S., Abakumov E.S.
(Russia)

Summary

The comparative analysis integrated, zone and empirical methods of calculation of mass charges of system a smoke to catch is lead at a modeling fire in. It is shown, that at blow to flow-ing air in a zone at a ceiling layer for not supposing distributions of a smoke to adjacent premises it is necessary to increase essentially productivity of system a smoke to catch. Modeling of area of burning in the form of the dot source of heat located below a surface of burning is noted, that, yields incorrect results. Numerical experiments have shown necessity of the account in inte-grated and a zone approaches of capture of air system a smoke to catch from a zone of cold air through the bottom border at a ceiling layer outside of convection columns.

Keywords: calculation, the mass charge, a smoke to catch, a fire

Статья поступила 05.02.2008

Рекомендована к печати 10.08.2008

УДК: 504.75

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ ПРИ МГНОВЕННОМ ВСКРЫТИИ ПРОЕМА В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ПОЖАРЕ

*Пузач С.В., Горностаев Р.П.
(Россия)*

Аннотация

Представлены и обсуждены результаты численного моделирования параметров теплообмена в случае мгновенного вскрытия проема в помещении при пожаре с использованием полевой модели расчета теплообмена. Рассмотрены особенности термогазодинамической картины с наружной стороны проема помещения. Проведено сопоставление результатов расчетов массовых расходов через проем с использованием трехмерного и одномерного подходов (с учетом и без учета догорания), а также мощностей вспышки несгоревших продуктов газификации. Предложена формула для уточнения коэффициента массового расхода истечения газовой смеси продуктов через проем при одномерном «квазистационарном» подходе без учета догорания.

Ключевые слова: *пожарная безопасность, теплообмен, истечение газа, численное моделирование, объекты энергетики.*

Введение. Мгновенное вскрытие проема в помещениях объектов энергетики (АЭС, газоперекачивающие станции, машинные залы силовых установок и т.д.) при пожаре приводит к выбросу горячей задымленной смеси воздуха, продуктов горения и газификации горючего материала наружу, что является одной из распространенных причин гибели и травматизма пожарных.

Использование современных стеклопакетов и дверей с уплотнителями вызывает существенное повышение давления и температуры при пожаре в помещении. При вскрытии проема под действием повышенного перепада давления образуется нестационарная изотермическая струя. Определение характеристик теплообмена в такой струе без учета и с учетом догорания несгоревших продуктов

газификации горючего вещества является сложной задачей.

Для определения дальности выброса струи и ее температуры необходимо знание величин расходов газов через вскрывшийся проем.

Так как термогазодинамическая картина течения является существенно трехмерной и нестационарной, то простой инженерный подход с использованием уравнений одномерной газовой динамики по истечению из неограниченной емкости [1] требует уточнения.

Отсутствие экспериментальной информации делает актуальной задачу численного моделирования рассматриваемого процесса. Необходимо нестационарный трехмерный подход, позволяющий учесть основные особенности термогазодинамики и уточнить коэффициент расхода при использовании одномерного «квазистационарного» метода расчета.

Полевая модель расчета тепломассообмена при пожаре

Полевой метод расчета является дальнейшим развитием математической модели [2, 3]. Решаются трехмерные нестационарные дифференциальные уравнения Рейнольдса [1].

Обобщенное дифференциальное уравнение имеет вид [4]:

$$\frac{\partial}{\partial \tau}(\rho\Phi) + \operatorname{div}(\rho w\Phi) = \operatorname{div}(\Gamma \operatorname{grad} \Phi) + S, \quad (1)$$

где Φ – зависимая переменная (энтальпия смеси, проекции скорости на координатные оси, концентрации компонентов газовой смеси (O_2 , CO , CO_2 , N_2 , H_2O), оптическая плотность дыма, кинетическая энергия турбулентности, скорость ее диссипации); Γ – коэффициент диффузии для Φ ;

S – источниковый член.

Лучистый теплоперенос определяется с помощью метода моментов (диффузионная модель) [5]. Радиационная составляющая источникового члена в уравнении энергии равна:

$$S_{\text{л}} = -\frac{4\pi}{3} \left(\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial z^2} \right), \quad (2)$$

где I – интенсивность излучения, находящаяся из решения уравнения [5]:

$$\frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial z^2} \right) = 3\chi(I - I_o). \quad (3)$$

Локальные значения коэффициентов излучения и поглощения радиационной энергии определяются с помощью локальных величин оптической плотности дыма [2].

Уравнения (1) и (3) решаются методом контрольных объемов [4] по неявной конечно-разностной схеме на неравномерной шахматной сетке.

Начальные и граничные условия подробно приведены в [2, 3].

Одномерный «квазистационарный» подход

Простой инженерный подход с использованием уравнений одномерной газовой динамики по истечению из неограниченной емкости.

Закон сохранения массы имеет вид:

$$V \frac{d\rho_m}{d\tau} = -G_m. \quad (4)$$

Закон сохранения энергии представлен выражением:

$$\frac{d}{d\tau} (c_v \rho_m V T_m) = -c_p T_m G_m. \quad (5)$$

Среднеобъемную величину давления в помещении перед вскрытием проема можно оценить как

$$p_m = \frac{(k-1)\eta Q_u^p (1-\varphi)}{V} M_{\tau}. \quad (6)$$

При докритическом режиме истечения газовой смеси и дыма из помещения через проем наружу массовый расход равен:

$$G_{\text{ид}} = \mu F \sqrt{\frac{2k}{(k+1)} p_m \rho_m \left[\left(\frac{p_a}{p_m} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p_m} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}. \quad (7)$$

Учет трехмерности и нестационарности течения в выражении (4) можно оценить через величину коэффициента расхода:

$$\mu = \frac{G_{3d}}{G_{\text{ид}}}, \quad (8)$$

где G_{3d} – массовый расход газовой смеси и дыма через проем, определяемый с помощью трехмерной нестационарной полевой модели.

Результаты численного расчета тепломассообмена и их анализ

Расчеты проведены для модельного пожара в герметичном помещении размерами $6 \times 6 \times 6$ м³ с одним дверным проемом шириной 0,9 м и высотой 2 м. Проем мгновенно открывается в момент времени, когда происходит полное выгорание кислорода в помещении.

Для определения дальности выброса неизо-термической нестационарной струи и ее температуры рассматривалась прилегающая к проему открытая зона размерами $94 \times 36 \times 20$ м³.

Среднеобъемная температура в помещении перед вскрытием проема менялась от $T_m = 200^\circ\text{C}$ до $T_m = 700^\circ\text{C}$, давление – от $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па до $p_m = 1,6 \cdot 10^5$ Па. Скорость ветра была принята равной нулю.

На рис. 1-3 представлены поля температур, схемы течения, а также поля скоростей газовой смеси и дыма без учета догорания в вертикальном сечении, проходящем через ось симметрии двери, через 0,5, 2 и 10 с при $T_m = 600^\circ\text{C}$ и $p_m = 1,2 \cdot 10^5$ Па. На рис. 1 жирной линией выделены изотермы с критической тем-

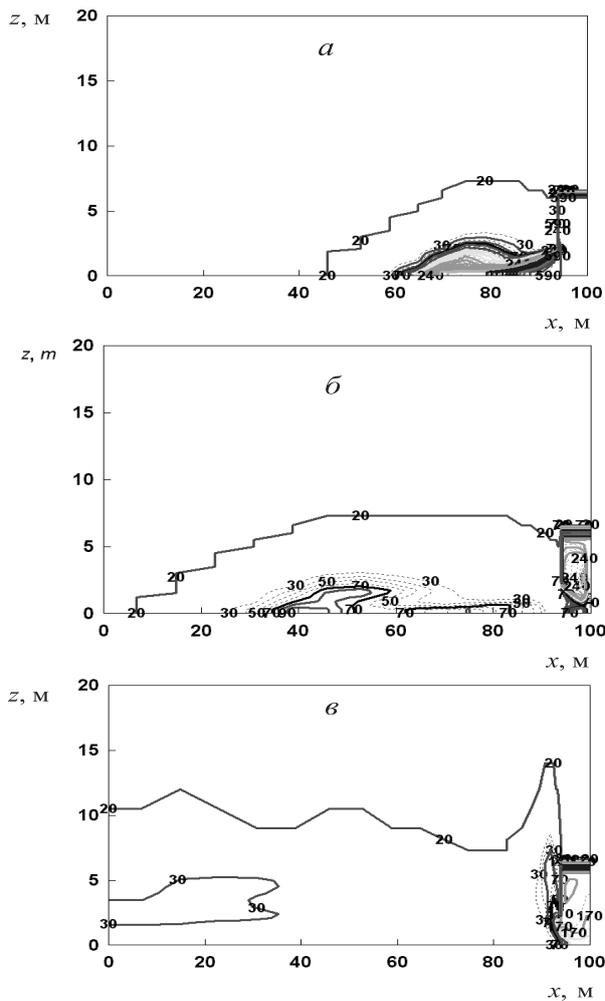


Рис. 1.

Поля температур газовой смеси без учета догорания снаружи помещения через 0,5 (а), 2 (б) и 10 с (в) от начала истечения

пературой для человека, равной 70°C . Результаты численного эксперимента показывают, что при мгновенной открывании двери образуется неизотермическая струя (рис. 1, а) шириной, равной ширине двери. Через примерно 1,2-1,5 с происходит отрыв горячей области струи от проема под действием струи атмосферного воздуха, вовлекаемой в движение (рис. 2, а, б).

Горячая область струи охлаждается за счет перемешивания с атмосферным воздухом. Зона с повышенными температурами, опасная для человека, через порядка 2 с достигает максимального расстояния от проема (56 м при заданных исходных данных) (рис. 1, б).

После 8-10 с от начала истечения максимальная температура в прилегающей к проему наружной области не превышает 30°C (рис. 1, в). При этом выходящая через проем

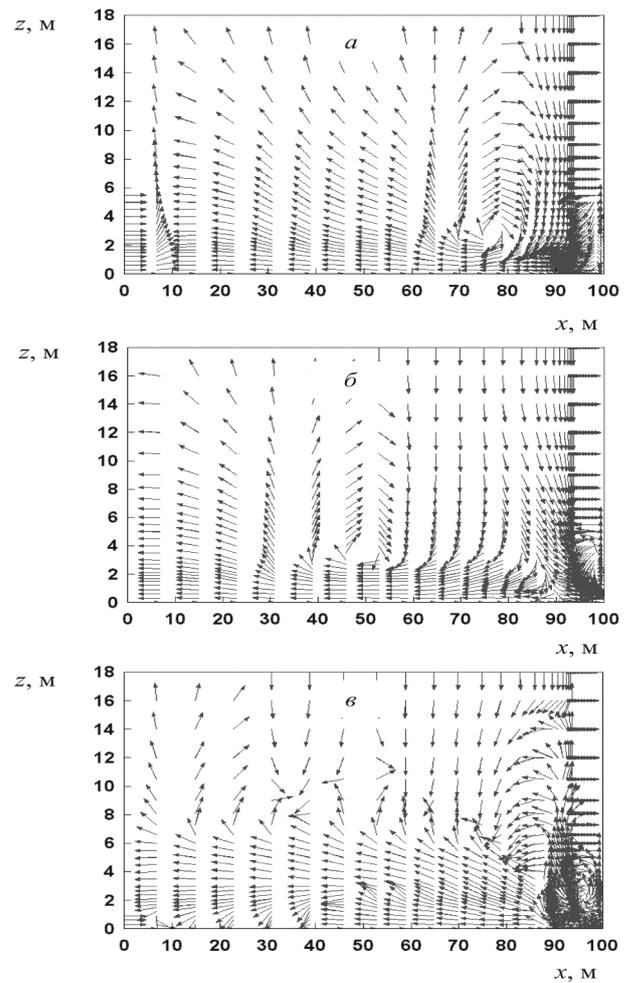


Рис. 2.

Схемы течения газовой смеси без учета догорания снаружи помещения через 0,5 (а), 2 (б) и 10 с (в) от начала истечения

наружу газовая смесь, состоящая из продуктов горения и газификации горючего материала, дыма и воздуха, начинает под действием гравитационных сил подниматься вверх.

На рис. 4 и 5 приведены зависимости массового расхода истечения через проем и коэффициента расхода (выражение (8)) соответственно.

Из рис. 4 видно, что величина массового расхода, определенная с помощью одномерного подхода, сначала больше значения расхода, найденного по полевой трехмерной модели, а затем становится меньше.

Результаты численного расчета коэффициента массового расхода μ (выражение (8)) через проем при заданном диапазоне исходных данных при изменении τ от 0 до 0,8 могут быть аппроксимированы линейной зависимостью с погрешностью, не превышающей 22 %:

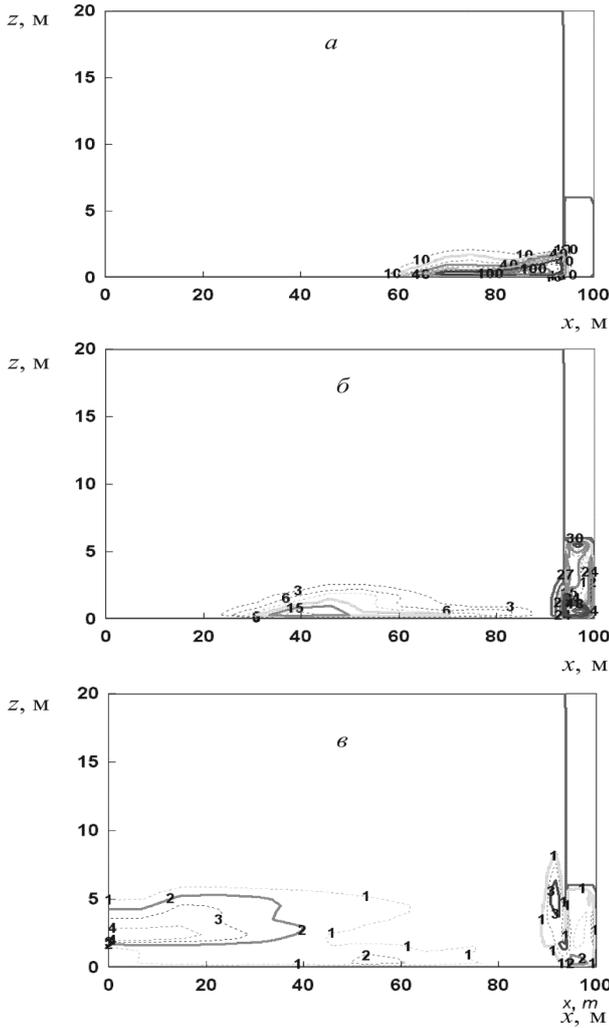


Рис. 3. Поля скоростей газовой смеси без учета догорания снаружи помещения через 0,5 (а), 2 (б) и 10 с (в) от начала истечения

$$\mu = 1,83 \bar{\tau} + 0,54 \quad (9)$$

При изменении τ от 0,8 до 1,0 различие между величинами коэффициента массового расхода, полученными для разных исходных параметров пожара в помещении, составляет более 60 %.

При выравнивании среднего давления внутри и снаружи помещения одномерный «квазистационарный» подход не учитывает локальные распределения давлений и массовый расход в соответствии с ним равен нулю.

Величины дальности выброса опасной для здоровья и жизни человека части струи (с температурой, большей 70°C) в зависимости от среднеобъемных величин температуры и дав-

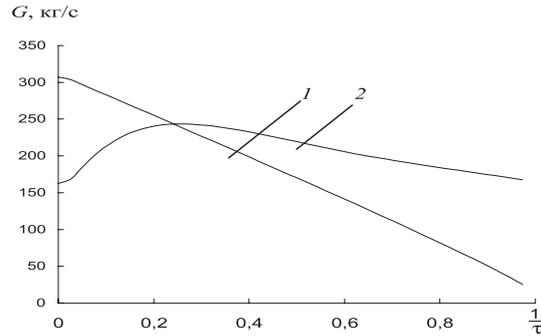


Рис. 4. Зависимости массового расхода истечения через проем при $T_m=600^\circ\text{C}$ и $p_m=1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$: 1 – одномерный «квазистационарный» подход; 2 – трехмерная нестационарная полевая модель

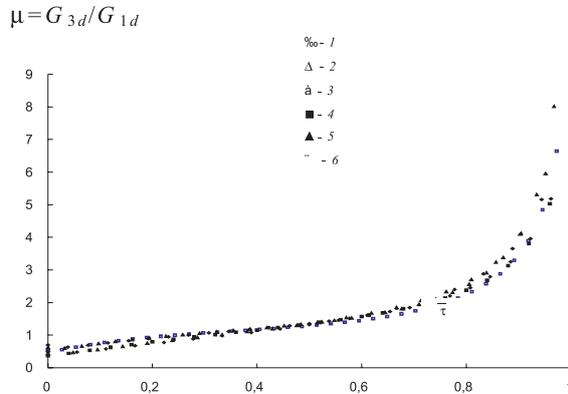


Рис. 5. Зависимости коэффициента массового расхода от безразмерного времени с начала истечения: 1 – $T_m=200^\circ\text{C}$; $p_m=1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$; 2 – $T_m=400^\circ\text{C}$; $p_m=1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$; 3 – $T_m=600^\circ\text{C}$; $p_m=1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$; 4 – $T_m=200^\circ\text{C}$; $p_m=1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$; 5 – $T_m=400^\circ\text{C}$; $p_m=1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$; 6 – $T_m=600^\circ\text{C}$; $p_m=1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$;

Таблица 1
Зависимость дальности выброса струи от начальных среднеобъемных величин температуры и давления

$T_m, ^\circ\text{C}$	$p_m \cdot 10^5, \text{ Па}$	$L, \text{ м}$
$p_m = \text{const}$		
400	1,2	62
500	1,2	64
600	1,2	69
700	1,2	71
$T_m = \text{const}$		
600	1,01	11
600	1,2	69
600	1,4	90
600	1,6	110

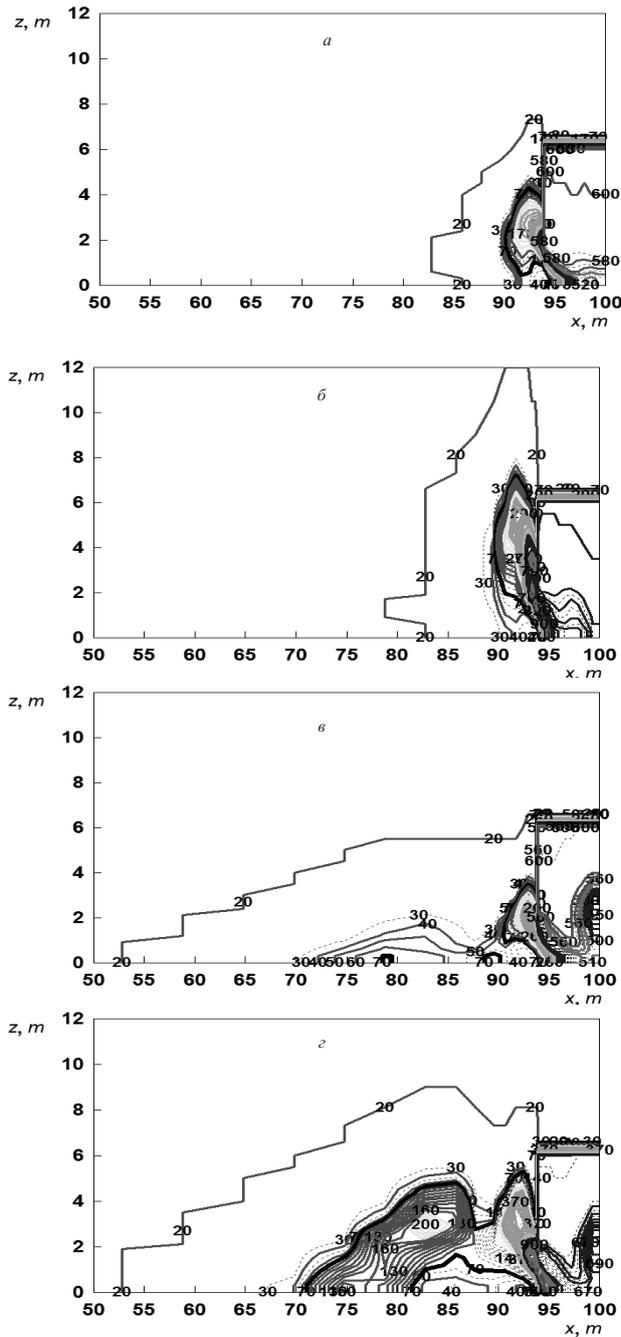


Рис. 6. Поля температур газовой смеси: при начальном давлении $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па без учета догорания (а), с учетом догорания (б); при начальном давлении $p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па без учета догорания (в), с учетом догорания (г)

ления в помещении перед вскрытием проема приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что среднеобъемная температура перед вскрытием проема слабо влияет на дальность выброса. При увеличении температуры от $T_m = 400^\circ\text{C}$ до $T_m = 700^\circ\text{C}$ (на 75%) при одинаковом давлении $p_m = 1,2 \cdot 10^5$ Па величина дальности выброса увеличивается от $L = 62$ м до $L = 71$ м (на 14,5%).

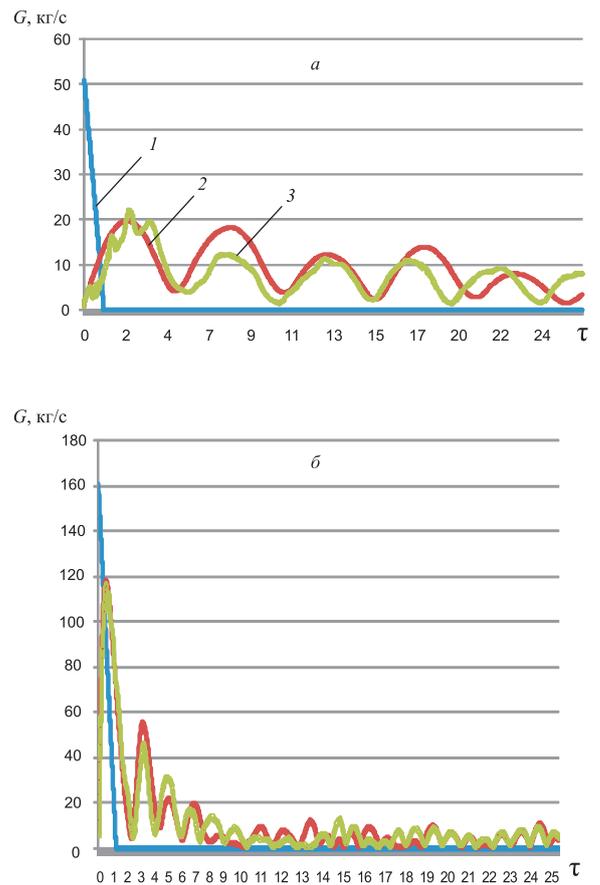


Рис. 7. Величины расходов G газовой смеси через проем (с догоранием снаружи помещения и без): при начальном давлении $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па (а); при начальном давлении $p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па (б); 1 – одномерный подход; 2 – трехмерный подход без догорания; 3 – трехмерный подход с догоранием

Величина среднеобъемного давления перед вскрытием проема влияет более существенно. При изменении давления от $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па до $p_m = 1,6 \cdot 10^5$ Па (подъем давления на 58%) значение дальности выброса увеличивается от $L = 11$ м до $L = 110$ м (в 10 раз).

На рис. 6 представлены поля температур газовой смеси без учета и с учетом догорания снаружи помещения в вертикальном сечении, проходящем через ось симметрии двери, через 2 с от начала истечения при начальном давлении $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па и $p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па и начальной температуре в помещении $T_m = 600^\circ\text{C}$.

Величины давлений для расчета брались таким образом, чтобы смоделировать картину пожара на объектах энергетики в помещениях

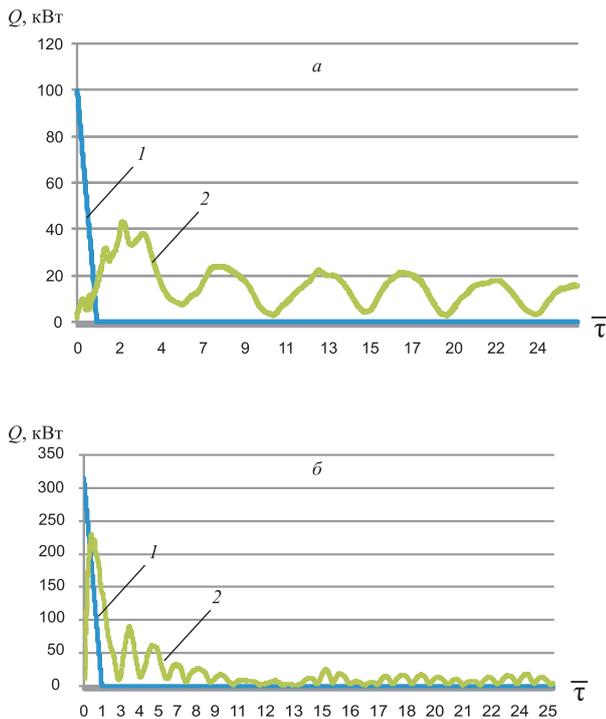


Рис. 8.

Мощность вспышки Q газовой смеси при начальном давлении $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па (а); при начальном давлении $p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па (б)
1 – одномерный подход;
2 – трехмерный подход

категорий В1-В4 ($p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па), а также А и Б ($p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па).

Зависимость величин расходов G газовой смеси через проем в вертикальном сечении двери, проходящем через ось симметрии при начальном давлении $p_m = 1,01 \cdot 10^5$ Па, $p_m = 1,1 \cdot 10^5$ Па и начальной температуре в помещении $T_m = 600^\circ\text{C}$ показаны на рис. 7. Мощность вспышки при тех же исходных данных представлена на рис. 8.

Заключение. Результаты численного моделирования параметров теплообмена в случае мгновенного вскрытия проема в помещении при пожаре с использованием полевой модели показали, что даже без догорания снаружи помещения неизотермическая газовая струя представляет опасность для человека на достаточно больших расстояниях от проема.

Предложена формула для уточнения коэффициента расхода истечения горячей задымленной газовой смеси через проем при одно-

мерном «квазистационарном» подходе с учетом трехмерности и нестационарности течения.

Разница максимальных величин мощности вспышки, рассчитанных с использованием одномерного и трехмерного подходов, существенно зависит от начального давления в момент вскрытия проема.

Догорание газовой смеси снаружи помещения приводит к значительному увеличению опасной для человека зоны вблизи от проема (рис. 6, в, г).

Необходимо проведение дальнейших исследований по влиянию начальной концентрации несгоревших продуктов газификации в помещении на величину вспышки.

Используемая литература:

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. –М.: Атомиздат, 1979. –416 с.
2. Пузач С.В. Методы расчета теплообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. –336 с.
3. Пузач С.В., Пузач В.Г. Некоторые трехмерные эффекты теплообмена при пожаре в помещении // ИФЖ. –2001. – Т.74, № 1, –С. 35-40.
4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. –М.: Энергоатомиздат, 1984. –152 с.
5. Оцисик М.Н. Сложный теплообмен. – М.: Мир, 1976. – 616 с.

Приложение

Список принятых обозначений

G – массовый расход газовой смеси и дыма через проем, кг/с;

V – объем помещения, м^3 ;

F – площадь проема, м^2 ;

$I_0 = \sigma T^4$ – интенсивность излучения абсолютно черного тела, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

c_p – изобарная удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг К})$;

c_v – изохорная удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг К})$;

k – показатель адиабаты;

φ – коэффициент теплопоглощения;

L – дальность выброса области струи с температурой, большей 70°C , м;

T – температура, К;

- T_m – среднеобъемная температура газовой смеси и дыма в помещении, К;
 p_a – атмосферное давление, Па;
 p_m – среднеобъемное давление газовой смеси и дыма в помещении, Па;
 w – скорость, м/с;
 x – координата вдоль длины помещения, м;
 z – координата вдоль высоты помещения, м;
 ρ – плотность газовой смеси, кг/м³;
 ρ_m – среднеобъемная плотность газовой смеси и дыма в помещении, кг/м³;
 β – интегральный коэффициент ослабления, м⁻¹;
 χ – интегральный коэффициент излучения, м⁻¹;
 μ – коэффициент расхода;
 m – среднеобъемные параметры.
- σ – постоянная излучения абсолютно черного тела, Вт/(м²К⁴);
 τ – время, с;
 $\bar{\tau} = \tau/\tau^*$ – безразмерное время;
 τ^* – время, за которое давление внутри помещения становится равным атмосферному, с;
 Q – мощность вспышки, кВт;
 Q_H^p – низшая рабочая теплота сгорания, Дж/кг;
 M_τ – масса сгоревшего материала в момент времени τ , кг;
 Индексы:
 a – атмосферный воздух;
 $1d$ – одномерный «квазистационарный» подход;
 $3d$ – трехмерный нестационарный подход;

SOME FEATURES WARM WEIGHT AN EXCHANGE ON OBJECTS OF POWER AT INSTANT OPENING AN APERTURE IN AT A FIRE

Puzach S.V., Gornostaev R.P.
(Russia)

Numerical results are presented and discussed of modeling heat and mass transfer after instantaneous opening door during fire in hermetic room. Field model is used of simulation of fire gas-dynamics. Some features of physical picture outside the room are considered. Mass flow rates and energy of flashover of gasification gases are received by using three- and one-dimensional approaches and compared each other.

Formula for one-dimensional steady simulation of mass rate of gas mixture flow through the door is specified.

Index Terms: fire safety, warm weight an exchange, the expiration of gas, numerical modeling, objects of power.

Статья поступила 05.02.2008

Рекомендована к печати 10.08.2008

Раздел II

Вести из региональных отделений

УДК: 680.33

СОСТОЯНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ВОЛОКОВ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕСОСЕЧНЫХ СИСТЕМ

*Шегельман И. Р., Галактионов О. Н., Кузнецов А. В.
(Россия)*

Аннотация:

Целью исследования является установление уровня нагруженности волокон в комплексных процессах лесозаготовок. Моделирование изменения нагрузок на волок в различных сочетаниях технологических процессов и типов машин позволило определить оптимальный технологический процесс лесозаготовки по критерию числа рабочих проходов машин. Результаты позволяют разрабатывать щадящие технологические процессы лесозаготовок и задают направление проектирования лесозаготовительных машин.

Ключевые слова: лесозаготовки, лесные машины, волокна, нагрузка.

I ВВЕДЕНИЕ

В мире наблюдается рост интереса к использованию возобновляемых источников энергии [1]. На российском севере и северо-западе таким источником является лес. Отметим, часть отходов древесной продукции, получаемая на лесопильных и деревообрабатывающих производствах, находит применение непосредственно на этих предприятиях, та же часть отходов, которая находится в лесу пока не получила достаточного импульса для интенсификации использования. Пока они используются для повышения работоспособности волокон либо сжигаются. В перспективе, с более активным требованием мировой общественностью исполнения положений Киотского протокола, возможен интенсивный рост заготовки и потребления древесного топлива.

При современном объеме лесозаготовок [1]

лесной комплекс России может обеспечить производство до 210 ТВт энергии за счет использования древесных отходов [3].

II ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Особенности характеристик древесины и отходов лесозаготовок позволяют использовать их для решения ряда задач на пути использования отходов лесозаготовок: прочность – повышения работоспособности волокон и лесовозных усов; горючесть – получение энергии; биологическая разложимость – удобрение лесных почв.

Отходы лесозаготовок имеют свойство, которое препятствует эффективному их использованию для выработки энергии и сохранения работоспособности волокон – низкая концентрация.

Для преодоления низкой концентрации со-

здан ряд машин, который позволяет преодолеть указанное свойство [4]. При их применении на лесосеке будет функционировать комплекс систем машин, позволяющих полностью реализовать потенциал древесной биомассы.

Противоречие состоит в том, что при сборе отходов лесозаготовок машины будут двигаться по незащищенному грунту. Интенсивное колееобразование и заболачивание почв на следующем обороте рубки вызовет замедление восстановления исходного состава древостоя и увеличение срока достижения необходимого уровня товарности древостоя и возможно сведет к минимуму усилия по получению дополнительной прибыли от утилизации отходов лесозаготовок.

Таким образом, необходимо рассмотреть состояние нагрузки трелевочных волоков при реализации технологического процесса сбора отходов лесозаготовок, установить возможные последствия и меры по их преодолению или уменьшению.

Необходимо выбрать характеристику, которая адекватно отражает воздействие комплекса системы машин на лесной участок. Такой характеристикой, связывающей свойства древостоя, схему сети волоков и технические характеристики лесозаготовительных машин, является число проходов по волоку, т. е. по более нагруженному волоку будет сделано больше рейсов.

III МЕТОДИКА

В общем случае суммарное число проходов по волоку, при неизменных параметрах лесосеки и лесозаготовительных машин, в основном технологическом процессе определяется числом волоков; для магистрального волока:

$$n_{\text{маг}} = \frac{1}{N_{\text{маг}}} \frac{Q_{\text{лес}}}{V_{\text{р}}}; \quad (1)$$

для пасечного волока;

$$n_{\text{пас}} = \frac{1}{N_{\text{пас}}} \frac{Q_{\text{лес}} - V_{\text{маг}}}{V_{\text{р}}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{лес}}$ – общий запас древесины на лесосеке, м³/га; $N_{\text{маг}}$, $N_{\text{пас}}$ – число, соответственно, магистральных и пасечных волоков, шт; $V_{\text{маг}}$ – объем древесины, заготовленный при про-

кладке магистрального волока, м³; $V_{\text{р}}$ – рейсовая нагрузка трелевочного трактора, м³.

Далее рассмотрим частные случаи в соответствии с применяемой технологией лесозаготовок. Технология с трелевкой деревьев и хлыстов не вызовет принципиального изменения числа проходов и основной действующий фактор в этом случае рейсовая нагрузка трелевочного трактора, вид формул (1) не изменится.

Технология с трелевкой сортиментов, требующая сортировки в процессе их набора, вызовет увеличение числа проходов пропорционально числу размерных групп сортиментов – i :

для магистрального волока:

$$n_{\text{маг}} = \frac{1}{N_{\text{маг}}} \frac{Q_{\text{лес}}}{V_{\text{р}}} i; \quad (3)$$

для пасечного волока;

$$n_{\text{пас}} = \frac{1}{N_{\text{пас}}} \frac{Q_{\text{лес}} - V_{\text{маг}}}{V_{\text{р}}} i. \quad (4)$$

Необходимость введения размерных групп сортиментов определяется практической невозможностью полностью занять объем кузова некоторыми видами сортиментов, с другой стороны распространено и рекомендуется размещение разных сортиментов в один воз. В результате проведенного анализа установлено, что число размерных групп составляет от 2 до 3 в зависимости от характеристик древостоя. В нашем случае принимаем число размерных групп равным двум.

По окончании разработки лесосеки начинается сбор отходов лесозаготовок и неликвидной древесины (сбор может производиться в процессе разработки лесосеки, число проходов не меняется).

Объем отходов лесозаготовок составляет по разным данным – от 18 до 22 % [2] от вывезенного объема древесины, объем неликвидной древесины по данным [5] до 30 % от корневого запаса.

При использовании машины типа JD-1490 или Valmet WoodPac [4] число ее проходов – 1, а последующей собирающей машины, форвардера в случае пакетов, мобильной рубительной машины в случае щепы, определяется запасом отходов лесозаготовок:

для магистрального волока:

$$n_{\text{маг}} = \frac{1}{N_{\text{маг}}} \frac{Q_{\text{отх}}}{V_{\text{р}}^{\text{отх}}} = \frac{1}{N_{\text{маг}}} \frac{Q_{\text{лес}} k}{V_{\text{р}}^{\text{отх}}}; \quad (5)$$

для пасечного волока;

$$n_{\text{пас}} = \frac{1}{N_{\text{пас}}} \frac{Q_{\text{отх}} - V_{\text{маг}}^{\text{отх}}}{V_{\text{р}}^{\text{отх}}} = \frac{1}{N_{\text{пас}}} \frac{(Q_{\text{лес}} - V_{\text{маг}}) k}{V_{\text{р}}^{\text{отх}}}, \quad (6)$$

где $Q_{\text{отх}}$ – объем отходов и неликвидной древесины на лесосеке, м³/га; $V_{\text{маг}}^{\text{отх}}$ – объем отходов лесозаготовок и неликвидной древесины, собранной с магистрального волока, м³; $V_{\text{р}}^{\text{отх}}$ – рейсовая нагрузка трелевочного трактора при трелевке отходов лесозаготовок, м³; k – доля отходов лесозаготовок и неликвидной древесины, $k = 0,5$.

IV ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Рейсовая нагрузка трелевочного трактора при трелевке первично подготовленных отходов лесозаготовок определяется объемом кузова с учетом коэффициента полндревесности $k_{\text{п}}$, который составляет для щепы – 0,3 [1]; для пакетов – 0,36 [4]; для непакетированных отходов лесозаготовок – 0,12 [1]. Схема транспортной сети лесосеки – диагональная, с двумя магистральными волоками.

Таким образом можем определить число проходов через сечение волока в любом комбинированном технологическом процессе. Для большей определенности проведем расчет для лесосеки среднего размера 7,7 га, общего среднего запаса на лесосеке 1187 м³, и среднего запаса по Республике Карелия – 153 м³/га (по данным лесных аукционов [6]).

Рассмотрены основные технологические процессы на основе базового оборудования:

1. Трелевочный трактор с тросочкерной оснасткой или манипулятором.
2. Скиддер, (пачкоподборщик).
3. Форвардер.

Дополнительный технологический процесс характеризуется видом базового оборудования и конечной продукцией:

1. Сборщик отходов лесозаготовок типа ЛП-23 или форвардер, конечная продукция – свободные отходы лесозаготовок в кучах на погрузочном пункте.

2. Машины для пакетирования отходов лесозаготовок типа JD-1490, конечная продукция – отходы лесозаготовок в пачках на погрузочном пункте.

3. Мобильные рубительные машины, конечная продукция – щепы из отходов лесозаготовок расположенная в кучах или контейнерах на погрузочном пункте.

Результаты расчетов по технологическим процессам лесозаготовок для рабочих ходов лесозаготовительных машин приведены в табл. 1.

Каждый из дополнительных технологических процессов может комбинироваться с любым основным. Теоретически возможны девять вариантов, но сочетания – трелевка деревьев и хлыстов форвардером, трелевка хлыстов и сортиментов скиддером, трелевка сортиментов трелевочным трактором и скиддером невозможны, поэтому остается четыре основных процесса.

Дополнительные технологические процессы могут присутствовать в любом сочетании. Необходимо учитывать, что в случае трелевки деревьями основные передвижения машин дополнительного процесса приходятся на погрузочную площадку, практически не затрагивая остальную часть лесосеки. Особенно в случае трелевки деревьев за вершину, когда практически вся масса кроны доставляется на погрузочный пункт.

В табл.1 учтены проходы валочного оборудования – валочно-пакетирующих машин – 2 прохода, харвестеров – 1 проход; пакетирующих машин – 1 проход. В случае формирования пачек расчет числа проходов проведен для форвардера, их собирающего. Необходимо учитывать, что реальное число проходов больше, как минимум, в два раза из-за наличия холостых ходов.

Таблица 1

Число проходов по волоку в комбинированных технологических процессах лесозаготовок (ТПЛ)

Основной ТПЛ				Дополнительный ТПЛ				Итого	
Продукция	Базовая машина	Число проходов		Продукция	Базовая машина	Число проходов		МВ	ПВ
		МВ	ПВ			МВ	ПВ		
деревья	ТТ	119	3,2	Н	ЛП-23	196	0	315	3,2
				П	JD-1490	50	0	169	3,2
				Щ	МРМ	122	0	241	3,2
	С	132	3,5	Н	ЛП-23	196	3,8	328	7,3
				П	JD-1490	50	2,0	182	5,5
				Щ	МРМ	122	2,3	254	5,8
хлысты	ТТ	108	3,1	Н	ЛП-23	196	3,8	304	6,9
				П	JD-1490	50	2,0	158	5,1
				Щ	МРМ	122	2,3	230	5,4
сортименты	Ф	125	3,4	Н	ЛП-23	196	3,8	321	7,2
				П	JD-1490	50	2,0	175	5,4
				Щ	МРМ	122	2,3	247	5,7

В таблице обозначено: ТТ – трелевочный трактор с чокерной оснасткой или манипулятором; С – пачкоподборщик; Ф – форвардер; МВ – магистральный волок; ПВ – пасечный волок; Н – отходы лесозаготовок насыпью; П – отходы лесозаготовок в пакетах; Щ – щепя.

В РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из полученных результатов следует, что основная нагрузка при освоении лесосек приходится на магистральный волок. При этом наибольшие нагрузки испытывают лесосеки в условиях сплошных лесозаготовок с трелевкой деревьев скиддерами – 328 (рис. 1). Пасечные волокна подвергаются гораздо меньшему воздействию и только в случае использования трелевочных тракторов и машин типа ЛП-23 нагрузка существенна – 6,9. Нагрузка на пасечный волок в значительной мере зависит от его длины, в табл. 1 приведены средние значения для волоков разной длины на одной лесосеке, очевидно, что для длинных пасек нагрузка вырастет пропорционально их длине.

Наихудшие показатели имеет сочетание машин скиддер при трелевке деревьев, машина типа ЛП-23 – 328 проходов по магистральному волоку, наилучшие – система машин с заготовкой хлыстов на основе валочно-паке-тирующей машины, трелевочного трактора, машина JD-1490 – 158 проходов. Однако необходимо иметь в виду, что практически все отходы лесозаготовок при трелевке деревьев сосредотачиваются на погрузочном пункте и

соответственно нагружению в дополнительном технологическом процессе подвергается только ближайшая к нему часть магистрального волокна.

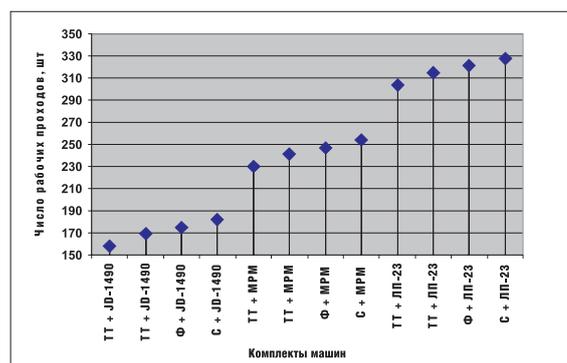


Рис. 1

Количество проходов по волоку в зависимости от системы машин

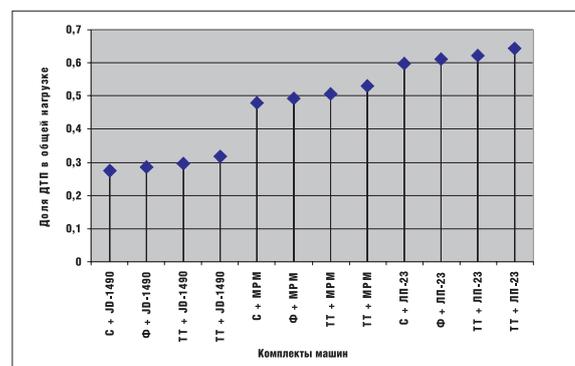


Рис. 2

Доля дополнительного технологического процесса в общем нагружении волокна

Похожая, но не идентичная картина складывается при оценке доли дополнительного технологического процесса в формировании рейсовой нагрузки (рис. 2). Наилучшей оказывается система с заготовкой сортиментов на базе машин харвестер, форвардер, JD-1490. Прирост составляет 27 %.

VI ВЫВОДЫ

1. Нагрузка на магистральный волок в комплексном технологическом процессе составляет до 328 рабочих проходов.

2. Увеличение нагрузки на волок, при размещении на лесосеке дополнительного технологического процесса, составляет в среднем 47 %, максимально – 64 %.

3. Оптимальным по критерию нагрузки на волок, комплексным технологическим процессом лесозаготовок является процесс на основе валочно-пакетирующей машины, трелевочного трактора, машины типа JD-1490.

VII ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрено функционирование комплексных систем лесозаготовок на лесном участке. Отмечено значительное влияние на состояние его поверхности при увеличении числа лесозаготовительных машин. Определены количественные характеристики указанного влияния. Выбран оптимальный вариант комплексного технологического процесса. Полученные результаты могут использоваться в практической деятельности лесозаготовительных предприятий, а также компаний выпускающих соответствующее оборудование.

VIII БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена по инициативе авторов, в рамках перспективных планов работ по экологизации лесного комплекса Карель-

ского НИИ лесопромышленного комплекса и кафедры технологии и оборудования лесного комплекса Петрозаводского государственного университета.

Используемая литература

1. Asikainen A. and др. Forest Energy Potential in Europe /A. Asikainen, H. Liiri, S. Peltola, T. Karjalainen, J. Laitila // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute № 69 /Electronic recourse/ – Electronic data. – Finland, Helsinki, 2008. – mode access: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp069.pdf>.

2. Михайлов Г. М. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья / Г. М. Михайлов, Н. А. Серов. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 223 с.

3. Галактионов О. Н. Теоретические и экспериментальные исследования направлений промышленного освоения отходов лесозаготовок / О. Н. Галактионов, А. В. Кузнецов // Проблемы леспромышленных регионов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М.: ИПИИ, 2002, с. 21–22.

4. Галактионов О. Н., Скрыпник В. И. Использование отходов лесозаготовок для энергетических целей / О. Н. Галактионов, В. И. Скрыпник // Лесная промышленность, 2005, №4, с. 23-25.

5. О. И. Бегунков, Н. В. Выводцев, В. В. Гурьев и др. Использование низкотоварной древесины и отходов лесопромышленного производства: Практическое руководство / Под ред. В. В. Шкутко. – Хабаровск.: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2003. – 132 с.

6. Министерство лесного комплекса Республики Карелия: Архив документов. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. – 2007-2008. – Режим доступа: – <http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/index.html>.

CONDITION TO LOAD DRAGGING AT FUNCTIONING COMPLEX FOREST SYSTEMS

I. R. Shegelman, O. N. Galaktionov, A. V. Kuznetsov

Abstract:

The study is to establish loading forest road in the complex process of logging. Modeling changes loads portage in various technological processes combinations and vehicles types allowed determining the optimal process of logging on the basis of passages machines the number. The results can develop sparing processes logging and ask the direction of designing harvesters.

Index Term: Logging, forest machines, skidding road, loading.

Статья поступила 2.10.2007

Рекомендована к печати 5.08.2008

УДК: 504.75

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНФУЗОРИЙ

Никитина Л.И., Приходько А.В.
(Хабаровск, Россия)

Аннотация

*В работе описано влияние различных концентраций растворов синтетических моющих средств «Тайд» и «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» на морфофизиологические особенности инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasii*, *Vorticella convallaria*. С помощью серии острых и хронических экспериментов выявлены продолжительность жизни и темп деления инфузорий природного и антропогенного биоценозов.*

Ключевые слова: цилиаты, парамеции, кольподы, перитрихи, трофозоид, перистом, мионема, темп деления, атипичная форма, продолжительность жизни.

I. Введение

В настоящее время в связи с многочисленными техногенными авариями, производственной и сельскохозяйственной деятельностью человека, большое количество загрязнений (поверхностно-активных веществ, тяжелых металлов и т.д.) поступает со сточными водами в природные биоценозы. В процессе самоочищения биоценозов принимают участие простейшие, среди которых важную роль играют инфузории, они являются биоиндикаторами качества природных и сточных вод.

Изучение влияния нефтепродуктов на цилиат имеет практическую значимость. Поскольку норма реакции у инфузорий на внешние воздействия высока и реакция организма осуществляется на клеточном уровне, что позволяет выявить негативное воздействие токсических веществ на живую клетку. Использование устойчивых к неблагоприятному воздействию сточных вод видов инфузорий позволит интенсифицировать процесс биологической очистки стоков.

Цель нашей работы направлена на изучение влияния растворов синтетических моющих средств (СМС), содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ), на жизнедеятельность инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasii*, *Vorticella convallaria*.

Для достижения цели нами были сформулированы задачи:

1. Изучение влияния растворов «Тайд» и «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» на продолжительность жизни инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasii*, *Vorticella convallaria* из природных и антропогенных биоценозов.

2. Выявление воздействия растворов «Тайд» и «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» на темп деления инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasii*, *Vorticella convallaria* из природных и антропогенных биоценозов.

II. Материал и методика

Материалом для исследования послужили инфузории *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasii*, *Vorticella convallaria*, из антропогенных биоценозов: аэротенков очистных сооружений города Свободного, «мазутного озера» станции Белогорск, смесителя «Ершова» очистных сооружений станции Магдагачи. В качестве контроля использовали инфузорий из природного стоячего водоема окрестности города Свободный. Отбор проб из антропогенного и природного биоценозов осуществляли в летний период (Методы санитарно-биологического контроля, 1996; Вода ГОСТ Р 51592 - 2000).

Для выявления видового состава инфузорий пробы воды обогащали сенным настоем в соотношении 1:1 с добавлением зерен риса и помещали в слабо освещенное место при комнатной температуре. Через 3 - 4 дня происходил процесс эксцистирования простейших, и при благоприятных условиях они начинали интенсивно размножаться. При длительном использовании культуральную жидкость с простейшими переливали в колбу со свежей питательной средой раз в две недели (Корганова, 1975).

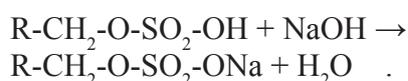
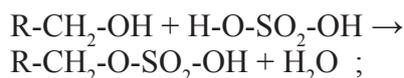
Изучение влияния растворов ПАВ на продолжительность жизни цилиат осуществляли в серии острых и хронических экспериментов с использованием свежеприготовленных растворов СМС «Тайд» и «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» в концентрациях 0,001 %, 0,005 %, 0,007 %, 0,01 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,5 %, 1 %. Объектами исследования являлись культуры инфузорий: *Paramecium caudatum*, *Colpoda maurasi*, *Vorticella convallaria*. Постановку эксперимента осуществляли в трех-шести повторностях. В течение 48 часов фиксировали продолжительность жизни, темп деления и стадии гибели клеток инфузорий. Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами (Плохинский, 1970).

Химический состав растворов СМС дан в табл. 1.

Таблица 1

Состав	«Тайд»	«Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent»
Анионные ПАВ, %	5 - 15	0,2 - 5
Неионогенные ПАВ, %	5	15 - 30
Фосфаты, %	15 - 30	-
Фосфонаты, %	-	0,2 - 5
Карбонат натрия, %	-	30
Кислородосодержащие отбеливатели	+	-
Оптический отбеливатель	+	-
Оптический осветлитель	-	+
Поликарбоксилаты	+	+
Энзимы	+	-
Ферменты (амилаза, протеаза)	-	+
Цеолиты	+	-
Отдушка	-	+

Из табл. 1 следует, что раствор «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» содержит больше, чем «Тайд», анионных ПАВ, оказывающих сильное токсическое действие на живой организм. Анионными ПАВ, входящими в состав используемых растворов, являются пенообразователи: алкилсульфонаты, алкилсульфаты, относящиеся к умеренноопасным соединениям 3 класса. Они представляют собой натриевые соли серной кислоты, высших спиртов и сложных эфиров:



Неионогенными ПАВ являются пеногасители, относящиеся к малоопасным соединениям 4 класса (Амбразон, 1979). По степени токсичности ПАВ располагаются в следующем порядке: катионные, анионные, неионогенные, амфолитные (амфотерные) (Маркова, 2004).

В зависимости от степени биохимического разложения различают: «мягкие», «промежуточные» и «жесткие» ПАВ - с удалением при биоочистке на 90%, 60% и менее 60 %. Интенсивность биологического разложения зависит от длины и разветвленности алкильных, арильных радикалов. Сточные воды с повышенным содержанием ПАВ создают пленки на поверхности воды и затрудняют аэрацию, способствуют образованию пены и задерживают биохимические процессы. Допустимые концентрации ПАВ в сточных водах, поступающих на сооружения полной биологической очистки, для ионогенных не более 20 мг/л (2 %), а для неионогенных не более 50 мг/л (5 %) при условии их биологической минерализации в очистных сооружениях на 90 % («мягкие» ПАВ). Синтетические поверхностно-активные вещества, не подвергающиеся биохимическому разложению («жесткие»), к сбросу в канализацию не допускаются (например: третичный бутилбензолсульфонат $C_{10}H_{13}SO_3Na$) (Возная, 1980). Предельно допустимые концентрации ПАВ в водных объектах хозяйственно-бытового, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения составляют 0,05 мг/дм³ (0,005 %) (Перечень

рыбохозяйственных нормативов, 1999; ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, 2004).

Результаты химического анализа показали, что содержание ПАВ в сточных водах из аэротенков очистных сооружений г. Свободный, «мазутном озере» станции Белогорск и очистных сооружениях станции Магдагачи в летний период составило: 0,13 мг/л (0,013 %), 0,1 мг/л (0,01%), 0,33 мг/л (0,033%).

III. Обсуждение результатов

В ходе эксперимента выявлено влияние различных концентраций растворов СМС содержащих ПАВ на продолжительность жизни инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda maurasi*, *Vorticella convallaria*. Результаты эксперимента представим в виде таблиц о влиянии различных концентраций ПАВ на продолжительность жизни инфузорий *Paramecium caudatum* (табл. 2), *Colpoda maurasi* (табл. 3), *Vorticella convallaria* (табл. 4) из природного и антропогенного биоценозов.

Таблица 2

Концентрации, %	Продолжительность жизни инфузорий (час.)			
	«Тайд»		«Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent»	
	Природный водоем	Аэротенки	Природный водоем	Аэротенки
0,001	-	-	-	-
0,005	10,0 ± 0,4	-	24,0 ± 0,4	-
0,007	2,5 ± 0,4	6,1 ± 0,4	4,0 ± 0,4	9,5 ± 0,4
0,01	0,6 ± 0,4	3,0 ± 0,4	1,1 ± 0,4	3,1 ± 0,4
0,05	0,3 ± 0,5	2,2 ± 0,4	0,8 ± 0,5	2,5 ± 0,4
0,1	0,16 ± 0,5	1,0 ± 0,5	0,3 ± 0,5	1,4 ± 0,5
0,2	0,1 ± 0,5	0,6 ± 0,5	0,22 ± 0,5	0,8 ± 0,5
0,5	0,05 ± 0,6	0,25 ± 0,6	0,15 ± 0,6	0,3 ± 0,6
1,0	0,0078 ± 0,6	0,009 ± 0,6	0,025 ± 0,6	0,033 ± 0,6

Из табл. 2 следует, что при низких концентрациях токсиканта 0,007%, 0,01%, 0,05% продолжительность жизни инфузорий *Paramecium caudatum* значительно выше, чем при влиянии высоких концентраций 0,1%, 0,2%, 0,5%, 1 %. Токсическое действие растворов СМС на цилиат вызывает явление хемотаксиса, связанное с усилением биения ресничек и увеличением скорости движения инфузорий от источника воздействия химического вещества (рис. 1).

Проникновение токсиканта в клетку приводит к увеличению размеров клеток и приобретению овальных форм. Под действием поллютанта происходит разрушение белка клеточных мембран и увеличение их проницаемости. Процесс диффузии способствует поступлению воды, насыщенной токсикантом, в живые клетки, что связано с переносом ПАВ из области высокой концентрации в область низкой концентрации. В ходе взаимодействия воды с поллютантом уменьшается ее

активность, свободная энергия и химический потенциал, поэтому движение воды из клетки прекращается. Под действием ПАВ происхо-

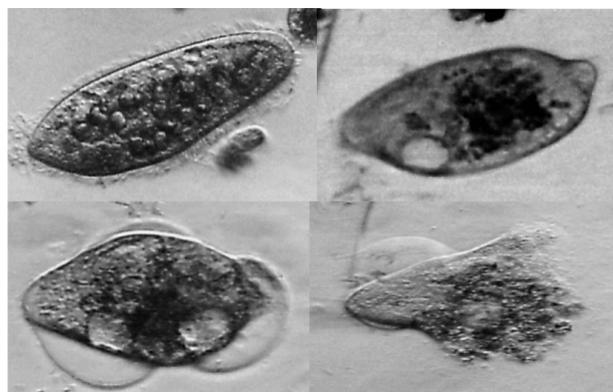


Рис. 1

Влияние 0,2 % раствора синтетического моющего средства «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» на инфузорий *Paramecium caudatum* из аэротенков очистных сооружений города Свободный

дит нарушение осморегуляции клетки, обусловленное прекращением пульсации сократительных вакуолей, они увеличиваются в размерах от 0,9 – 1,4 мкм и до 4,5 – 5,9 мкм. Инфузории совершают вращательные движения в продольном и поперечном направлениях. Остановка клеток сопровождается частыми и беспорядочными сокращениями пелликулы. Гибель цилиат сопровождается образованием на поверхности клеток выпячиваний цитоплазмы, что в дальнейшем приводит к разрыву пелликулы и выходу содержи-

мого клетки в водную среду.

В ходе исследования выявлено, что инфузории *Paramecium caudatum* из природных и сточных вод устойчивы к действию растворов СМС в концентрациях 0,001 % и 0,005%.

Темп деления парамеций из природного и антропогенного биоценозов составил $2,7 \pm 0,5$ и $2,0 \pm 0,5$. Под влиянием токсиканта в концентрации 0,001 % - 0,005 % происходит замедление репродуктивной функции цилиат, а темп деления инфузорий из природных и сточных вод составил $1,3 \pm 0,4$ и $1,5 \pm 0,4$.

Таблица 3

Концентрации, %	Продолжительность жизни инфузорий (час.)			
	«Тайд»		«Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent»	
	Природный водоем	«Мазутное Озеро»	Природный водоем	«Мазутное Озеро»
0,001	-	-	-	-
0,005	$8,9 \pm 0,4$	-	$10,3 \pm 0,4$	-
0,007	$2,3 \pm 0,4$	-	$2,0 \pm 0,4$	-
0,01	$1,7 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,4$	$1,8 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,4$
0,05	$1,0 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,4$
0,1	$0,33 \pm 0,5$	$0,83 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,4$
0,2	$0,067 \pm 0,5$	$0,12 \pm 0,5$	$0,17 \pm 0,5$	$0,25 \pm 0,5$
0,5	$0,025 \pm 0,6$	$0,033 \pm 0,6$	$0,042 \pm 0,6$	$0,083 \pm 0,6$
1,0	$0,0042 \pm 0,6$	$0,0055 \pm 0,6$	$0,0125 \pm 0,6$	$0,017 \pm 0,6$

Анализ табл. 3 показал, что в случае концентраций токсикантов 0,001 % и 0,005 % активность кольпод из природного и антропогенного биоценозов сохраняется. Под действием растворов СМС в концентрации 0,007 % инфузории *Colpoda taupasi* из «мазутного озера» образуют устойчивые округлые и овальные атипичные формы с однородной протоплазмой. Высокие концентрации токсиканта способствует сокращению продолжительности жизни цилиат, и вызывают образование неустойчивых атипичных форм с крупными вакуолями размером от 0,9 - 1,1 мкм и до 1,8 - 6,3 мкм, гибель которых сопровождается разрывом клеточной оболочки (рис. 2).

Продолжительность жизни инфузорий *Colpoda taupasi* под действием высоких концентраций растворов СМС значительно короче, чем продолжительность жизни инфузорий *Paramecium caudatum*, что связано с мелкими размерами клеток кольпод в сравне-

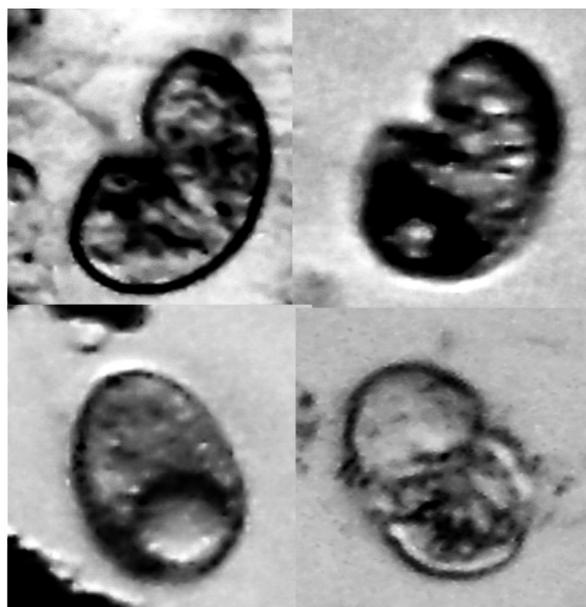


Рис. 2

Влияние 0,2% раствора «Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent» на инфузорий *Colpoda taupasi* из «мазутного озера» станции Белогорск

нии с парамециями. Чем меньше размеры клеток тем больший токсический эффект оказывают поллютанты на цилиат.

Темп деления инфузорий *Colpoda maupasii* из природного и антропогенного биоценозов составил $3,0 \pm 0,5$ и $2,4 \pm 0,5$. Растворы токси-

кантов в концентрациях 0,001 % - 0,005 % способствуют длительной активности трофозоидов кольпод, что приводит к сокращению темпа деления клеток. Данный показатель принимает значения для цилиат из двух биоценозов $1,6 \pm 0,4$.

Таблица 4

Концентрации, %	Продолжительность жизни инфузорий (час.)			
	«Тайд»		«Sa8™ Premium + Bioquest Landry Detergent»	
	Природный водоем	Смеситель «Ершова»	Природный водоем	Смеситель «Ершова»
0,001	-	-	-	-
0,005	-	-	-	-
0,007	$19,4 \pm 0,4$	-	$22,2 \pm 0,4$	-
0,01	$7,0 \pm 0,4$	$26,0 \pm 0,4$	$11,2 \pm 0,4$	$25,0 \pm 0,4$
0,05	$2,5 \pm 0,4$	$9,3 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,4$	$15,0 \pm 0,4$
0,1	$1,2 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,4$
0,2	$0,5 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,5$	$3,0 \pm 0,5$
0,5	$0,12 \pm 0,6$	$0,33 \pm 0,6$	$0,25 \pm 0,6$	$0,83 \pm 0,6$
1,0	$0,0069 \pm 0,6$	$0,0083 \pm 0,6$	$0,0166 \pm 0,6$	$0,022 \pm 0,6$

Результаты эксперимента показали, что под действием высоких концентраций поллютантов происходит гибель инфузории *Vorticella convallaria* в течение первых суток. Низкие концентрации растворов СМС 0,001 % и 0,005% способствуют сохранению активности перитрих из природного и антропогенного биоценозов.

С увеличением концентрации токсиканта частота сокращений мионемы стебелька усиливается до от 0 до 14 и от 6 до 17 раз в минуту для инфузорий из природных и сточных вод. Усиление сокращения мионемы стебелька обусловлено стремлением клетки уйти от действия поллютанта.

Инфузории *Vorticella convallaria* - это узкоперистомные виды цилиат. Под действием токсикантов они закрывают перистом и трофозоид приобретает округлую форму (попытка к образованию цисты). Округлая форма трофозоида способствует сокращению удельной поверхности тела, что необходимо для уменьшения контактирования инфузорий с токсикантом. Действие растворов СМС на перитрих из двух биоценозов в концентрации

0,005 % и 0,007 % приводит к образованию устойчивых неподвижных округлых атипичных форм с однородной протоплазмой. Под влиянием токсиканта в концентрации 0,2 % образуются неустойчивые атипичные формы с крупными вакуолями размером от 0,9 - 4 мкм и до 2,7 - 3,6 мкм. Гибель атипичных форм перитрих в случае высоких концентраций сопровождается разрывом клеточной оболочки (рис. 3).

Темп деления инфузорий *Vorticella convallaria* из природных и сточных вод составил $2,2 \pm 0,5$ и $1,9 \pm 0,5$, а под влиянием растворов ПАВ в концентрациях 0,001 % - 0,005 % темп деления цилиат сокращается, что составило $1,6 \pm 0,4$ и $1,8 \pm 0,4$ для инфузорий из природного и антропогенного биоценозов.

Таким образом, в условиях нашего эксперимента продолжительность жизни инфузорий *Vorticella convallaria* выше, чем у инфузорий *Colpoda maupasii* и *Paramecium caudatum*, что обусловлено способностью перитрих образовывать атипичные формы с плотной оболочкой.

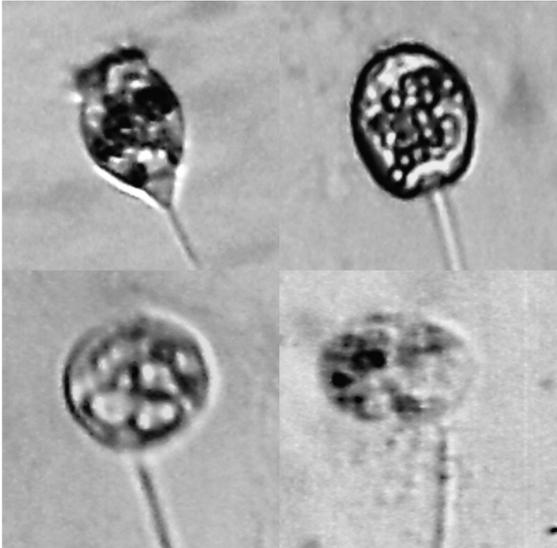


Рис. 3
Влияние 0,2 % раствора «Sa8tm Premium + Bioquest Landry Detergent» на инфузорию *Vorticella convallaria* из смесителя «Ершова» очистных сооружений станции Магдагачи

IV. Заключение

В ходе эксперимента выявлено, что растворы СМС «Тайд» и «Sa8tm Premium + Bioquest Landry Detergent», содержащие ПАВ, оказывают сходное влияние на инфузорию из природного и антропогенного биоценозов. Они воздействуют на важнейшие жизненные функции цилиата. Под влиянием ПАВ изменяется работа ресничного аппарата и процесс передвижения клеток. Длительное пребывание инфузорию в растворах токсикантов приводит к уплотнению и обесцвечиванию цитоплазмы, уменьшению количества пищеварительных вакуолей и прекращению циклоза. Токсические вещества способствуют разрушению клеточных мембран и нарушают осморегуляцию клетки. Растворы низких концентраций ПАВ 0,001 % и 0,005 % угнетают репродуктивные функции инфузорию, что приводит к сокращению темпа деления клеток.

Продолжительность жизни цилиата под влиянием растворов «Тайд» короче, чем под воздействием растворов «Sa8tm Premium + Bioquest Landry Detergent». Высокий токсический эффект «Тайда» обусловлен большим содержанием анионных ПАВ, оказывающих сильное поражающее действие на живые организмы.

Устойчивость цилиата к действию растворов исследованных СМС увеличивается в сле-

дующем ряду: *Paramecium caudatum*, *Colpoda maupasi*, *Vorticella convallaria*. Выносливость инфузорию *Colpoda maupasi*, *Vorticella convallaria* к действию токсикантов обусловлена их способностью образовывать устойчивые атипичные формы с однородным содержимым и утолщенной оболочкой в случае низких концентраций (0,005 % и 0,007 %). Высокие концентрации токсиканта вызывают нарушение осморегуляции клетки и способствуют образованию неустойчивых атипичных форм с крупными вакуолями.

Выносливость цилиата из антропогенных биоценозов к действию поллютантов обусловлена процессом адаптации инфузорию к воздействию неблагоприятных факторов. Инфузории из антропогенных биоценозов осуществляют процесс биодеструкции токсических веществ в стоках. Свежеприготовленные растворы СМС обладают большим токсическим эффектом, чем смесь токсических веществ сточных вод, что связано с физико-химическими превращениями, протекающими в сточных водах.

Используемая литература:

1. Абрамзон, А. А., Бочаров В. В., Поверхностно-активные вещества. Справочник / А. А. Абрамзон. – Л.: 1979. – 376 с.
2. Возная, Н. Ф. Химия воды и микробиология: учеб пособие для вузов / Н. Ф. Возная; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1979. – 340 с.
3. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 31 с.
4. Корганова, Г. А. Исследование почвенных простейших / Г. А. Корганова // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – 65 с.
5. Маркова, О. С. Исследование концентрации, разделения и токсичных свойств поверхностно-активных веществ и их метаболитов в воде: Автореф. канд. Биол. Наук / О. С. Маркова. – М.: МСХА, 2001. – 45 с.
6. Методы санитарно-биологического контроля. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками: ПНД Ф СБ 14.1.77 – 96. – М.: 1996. – 61 с.
7. Перечень рыбохозяйственных норма-

тивов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды и водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение: Го. Комитет Российской Федерации по рыболовству. – М.: ВНИРО, 1999. - 303 с.

8. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы: ГН 2.1.5. 1315 - 03. М.: 2004. - 214 с. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Московский университет, 1970. - 367 с.

INFLUENCE OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES ON ABILITY TO LIVE OF INFUSORIANS

Nikitina L.I., Prihodko A.V.
(Khabarovsk, Russia)

The summary

In work influence of various concentration of solutions of synthetic washing-up liquids «Тайд» and « Sa8mm Premium + Bioquest Landry Detergent » on morphology-physiology features of infusorians Paramecium caudatum, Colpoda maupasi, Vorticella convallaria is described. By means of a series of sharp and chronic experiments life expectancy and rate of division of infusorians natural and anthropogenous biochenosen are revealed.

Keywords: chiliate, paramechy, kolpody, peretrix, trofoise, plumose, moionemas rate of division, the atypical form, life expectancy

Статья поступила 15.06.2008

Рекомендована к печати 08.09.2008

УДК: 504.75

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАЛАНСОВОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕНА В ОГРАЖДАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Игонин В. И., Бемянский Д. А., Пычѳв В. Г.
(Россия)

Природа вовсе не обязана быть такой, чтобы ее удобно было описывать теми уравнениями, с которыми люди умеют работать...

С. Курдюмов

Аннотация

Исследуются энергетические параметры системы «источник- приемник» энергии путем натурального и численного экспериментов. В качестве приемника лучистой энергии выбрана ограждающая поверхность из красного керамического кирпича. С помощью источника формируется в ограждающей поверхности экспериментальное температурное поле. Путем численного эксперимента исследуются

его силовые и потоковые характеристики, определяются свойства материала, подбирается тип дифференциального уравнения в частных производных типа теплопроводности, даются рекомендации к классификации и решению подобного рода задач.

Ключевые слова: Термодинамическая открытая система, источник – приёмник лучистой энергии, нелинейные свойства, силы, потоки.

1. Введение

В последнее время все возрастающая экологическая нагрузка на природу ведет к энергетической интенсификации технически организованных систем жизнеобеспечения и требует в целях безопасной и экологичной их эксплуатации уточнения, а в некоторых случаях пересмотра моделей переноса теплоты и массы в ограждающих поверхностях технологических систем и конструкций различного типа [1], [2], [3], [4], [5].

Все увеличивающаяся плотность энергообмена во вновь организованных системах создает условия для развития полевой неоднородности в термомеханических структурах, меняющих свое энергетическое состояние под действием локальных проявлений термодинамических движущих сил, которые, в свою очередь, создают потоки энергии положительного или отрицательного координатно-временного направления.

Уточнение балансовых потоковых соотношений при различных уровнях температур в координатно-временном энергетическом пространстве системы позволяет находить условия для создания и роста оптимального количества аккумулирующих структур, которые могут при определенных условиях переходить в диссипативные и наоборот [1].

При изменении поверхностной или объемной внутренней энергии и совершенной работы меняется их соотношение, условия баланса, аккумуляции, диссипации энергии с последующим образованием новых структур, нужных для ведения заданного технологией процесса жизнеобеспечения. Тогда требуется найти управляемый и целенаправленный эволюционный нестационарный переходный структурообразующий процесс с аккумуляцией или диссипацией энергии в рабочем теле того или иного конструктивного исполнения под воздействием сил, созданных энергией окружающей систему среды [6]. Например, в качестве управляющего параметра использовать скорость подачи энергии с последующим

изменением замедления скорости нарастания и движения фронта давления или температуры в исследуемой полевой структуре.

Однако при организации такого рода моделей встречаются трудности, возникающие из-за того, что энергетическое пространство состояния первичной реальности существующей системы отличается от пространства вторичной реальности модельных представлений тем, что математическая модель явления, например, не учитывает проявления мультистабильности или неустойчивости в отдельных элементах системы в зависимости от изменения внешних и внутренних условий.

Неучет этого факта в системе приводит к тому, что каждое из групп множеств стабильных состояний получает возможность переходить в другие множества, которые сильно различаются по своим термомеханическим свойствам, что приводит к плохой воспроизводимости результатов при проведении технологического процесса [2], [3], [7].

Система управления технологическим процессом требует наличия моделей, позволяющих воспроизводить нужные свойства структуры и ее элементов. Воспроизводство нужных свойств возможно путем реализации алгоритмов, написанных для самоорганизационных систем, в которых идут синергетические процессы. Это справедливо, в том числе и для объемного наноконструирования материалов с целью создания в них аккумуляционных или диссипационных свойств [3].

Для определения полевых термодинамических свойств и потоков энергии за счет воздействия термических сил в материалах формируемых изделий следует знать их распределение в пространстве и во времени, решая для этого краевые задачи тепло- и массопереноса. Методы решения краевых задач разные. Одни методы дополняют другие в смысле оценки правильности полученных результатов. Так, например в [8], [9] авторы в результате исследований приходят к выводу, что при бесспорной важности численных математических моделей последние нуждаются в надежном тестировании. Поэтому не снижа-

ется ценность получения новых точных аналитических и экспериментальных решений. С другой стороны, результаты решения численными методами для их осмысления требуют аналитической формы их представления.

Работы [10], [11] посвящены аналитическим исследованиям, в которых краевые задачи теплопроводности решаются для организованных циклических и быстропротекающих процессов, для которых характерно наличие структурных зон нестабильного энергетического состояния с появлением возможностей для формирования условий течения самоорганизованного синергетического процесса с теми или иными бифуркационными узлами. Задачи решаются для различных граничных условий. Особенность моделирования состоит в том, что авторы обращают основное внимание на условия переключения по Нуссельту и Х. Хаузену, когда насадка в регенеративном подогревателе попеременно отдает или принимает теплоту.

Тестирование решения и настройка модели на объект осуществляется путем обработки экспериментальных данных, полученных на лабораторном регенераторе. Результаты решения обработаны с помощью понятий коэффициентов нестационарности, функций цикличности, учета формы насадок и т.д. Указывается также, что ошибки при определении коэффициента теплопередачи по разным моделям достигают величин больше 20 %. Возникают проблемы сходимости решений, полученных в виде функциональных рядов.

Характерным признаком для аналитических исследований, например в работах Кирсанова Е.В., Кудинова В.А., Аверина Б.В., Стефанова Е.В. и других ученых, является то, что при решении задач теплопроводности с переменными граничными условиями, независимо от вида решаемого уравнения гиперболического или параболического типов [11], результаты исследований чаще всего сравниваются с данными, полученными численными методами, и наоборот [12], [13], [14]. Причем, как правило, сравнение осуществляется на уровне решений задач, имеющих упрощенные граничные условия. Имеется ввиду такой подход при проведении исследований, что если для простых классических случаев решения совпадают, то и для сложных явлений результат будет правильным.

Указывается, что применимость параболической или гиперболической постановки краевой задачи с учетом или без учета той или иной функции задания фронта тепловой волны требует опытной проверки, поскольку функция глубины проникновения термического слоя в теле часто принимает не монотонный характер и даже повышенные степени аппроксимирующего полинома не дают улучшения полученных решений. При этом авторы ссылаются, на то, что для моделей регулярного и нерегулярного режимов теплопроводности подобные решения, приводимые в работах в работах Лыкова А.В., Гудмана Т, Постольника Ю.С., Швеца М.Е., Био М., Вейника А.И. и т.д., не всегда приводят к желаемой точности.

Поэтому для улучшения свойств решения приходится вводить усложненные граничные условия, например условие с применением функции интеграла теплового баланса, которое позволяет определить степень полинома и коэффициенты в задаваемых функциях для режимов нагрева или охлаждения тела. Результаты исследований иллюстрируются на примере модели для бесконечной пластины.

Работа Цоя П.В., Цоя Е.В. [14] посвящена практическому методу системного определения семейства изотермических поверхностей мультисолитоновского теплового состояния в нестационарном температурном поле. Семейство поверхностей они находят путем решения гиперболического уравнения теплопроводности, записанного для обобщенных граничных условий третьего рода, когда на границе области задается сложный вид теплообмена с внешней средой путем конвекции и излучения. В результате внутри рабочего тела открыты и исследованы синергетические математические условия мультисолитоновского состояния. Это состояние определяется условиями внутреннего силового нагружения материала. Авторы утверждают, что в области модельного наблюдения происходит самоорганизованный процесс перехода к стационарному состоянию (застою) потенциала переноса в инерционных и упруговолновых средах при адиабатных условиях на границах системы. Самоорганизованный процесс удается описать гиперболическим уравнением теплопроводности [14].

Учитывая все вышесказанное, рассмотрим систему источник теплоты в виде инфра-крас-

ного излучателя и приемника – преобразователя энергии [15], [16]. Система позволяет экспериментальными методами изучать синергетические самоорганизованные [14] процессы теплообмена в телах разной конфигурации, которые в основе своей формируют [15] свойства материала и потоки при заданных в эксперименте конечных разностях температур.

Для эксперимента выбрана композитная система в виде керамической кирпичной стенки, для которой, как следует из предыдущего обзора очень важно знать температурное состояние в каждой точке пространства и времени. Поскольку от знания функции энергетического ее состояния зависит локальное формирование зон с аккумулирующими или диссипативными свойствами, что в значительной степени сказывается на качественных полевых характеристики, определяемые свойствами материала. Свойства материала зависят от силовых характеристик типа и вида энергетического переходного процесса создаваемого регулированием мощности источника излучения. Проблема воспроизводства функции энергетического нагружения связана с видом математической модели и краевой задачи, которую должна решать система управления [16].

Рассмотрим задачу выбора балансового дифференциального уравнения теплопроводности под полученное из эксперимента температурное поле. Тогда справедлива следующая постановка:

пусть дано распределение температуры по толщине δ кирпичной стенки в виде некоторой функции (1). В начальный момент времени τ имеем равномерное распределение температуры $f_1(x)$ (2). В некоторый момент времени на одной из поверхностей при $x = 0$ выполняется условие (3), на другой при $x = \delta$ условие (4).

Требуется подобрать экспериментальным путём дифференциальное уравнение теплопроводности, которое удовлетворяет полученной из эксперимента функции распределения температуры в стенке сложенной из керамического кирпича на глиняном растворе, рис. 1, 2, 3. Тогда краевую задачу в общем виде формулируем в виде одного или системы уравнений в частных производных (5)-(7) с началь-

ными и граничными условиями (2) - (4)

$$T = f(x, \tau), 0 < x < \delta, \tau \geq 0, \quad (1)$$

$$T(\delta, 0) = const, \quad (2)$$

$$q(0, \tau) = const, \quad (3)$$

$$T(\delta, \tau) = f_5(x). \quad (4)$$

Из обзора литературы следует, что баланс теплоты в каждой точке плоской стеновой конструкции в условиях нестационарной смешанной краевой задачи может быть описан тремя типами уравнений при ярко выраженной нелинейности [7], когда $\lambda = f(T)$:

линейной задачи [12], когда $\lambda = const$,

$$c_p \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (5)$$

$$c_p \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (6)$$

гиперболического линейного уравнения теплопроводности [11], [14],

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + \tau_r \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial \tau^2} = a \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \pm q(\tau) \quad (7)$$

Схема экспериментальной установки реализующей модельное силовое состояние процесса теплопроводности через условия лучистого теплообмена представлена на рис. 1.

Установка состоит из источника инфракрасного излучения внешней для приемника энергии. Энергию принимает поверхность керамической кирпичной стенки. Регулирование мощности излучателя позволяет реализовывать условия переключения с одного силового режима на другой и тем самым формировать переходные и нестационарные процессы в материале изделия.

На монитор компьютера с помощью специального программного обеспечения выводятся графики изменения температур в заданных точках по толщине стенки рис. 2, 3.

Температурные зависимости $f(x, \tau)$ аппроксимируются функциями полиномиального характера, а также с помощью конечно разностного представления с приращением температуры ΔT с шагом Δx по координате и $\Delta \tau$ по времени. Для примера, на рис. 2 проиллюстрирована функция двумерной поверх-

ности экспериментального температурного поля. Аппроксимация осуществлена в среде Table Curve 3D.

Силовые температурные представления в виде производных взятых по координатам и времени получены обработкой исходного поля в среде MathCAD.

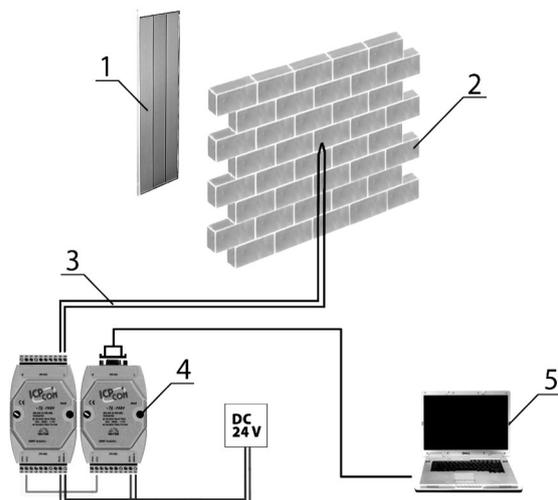


Рис. 1.
Схема экспериментальной установки.
1 – нагреватель инфракрасного излучения,
2 – приемник – кирпичная стенка,
3 – термодатчики по толщине стенки,
4 – система преобразования аналогового сигнала в цифровой,
5 – компьютер

Анализ графиков рис. 2, 3 показывает существование локальных энергетических зон в материале при подводе теплоты. Из графика видно, что при равных начальных условиях нагрева поверхности приемника функции $f(x_3, \tau) - f(x_5, \tau)$ имеют экстремум, указывающий на понижение температуры.

Экспериментальное компьютерное представление силовой температурной функции обработано и преобразовано с помощью созданного программного обеспечения в виде координатных функций с некоторым шагом по времени рис. 4.

Из рис. 5 видны скоростные характеристики передвигающегося во времени температурного фронта под действием силовых термических параметров, меняющихся от 23 до 45 градусов Цельсия. С изменением температуры от 45 до 25 °C скорость движения поверхности меняется от 1.3 до .

Температурное поле по сечению приемника, $\tau=0...87870$ сек
 $z=a+bx+cy+dx^2+ey^2+fx+gx^3+hy^3+ixy^2+jx^2y$
 $r^2=0.92731468$ DF Adj $r^2=0.9206463$ FitStdErr=2.8958804 Fstat=155.93034
 $a=28.680926$ $b=-0.42940992$ $c=0.00094303762$ $d=0.0050662197$ $e=-5.469206e-09$
 $f=-4.0637414e-06$ $g=-2.3456916e-05$ $h=-8.2147207e-14$ $i=9.3246861e-11$ $j=-1.8594283e-08$

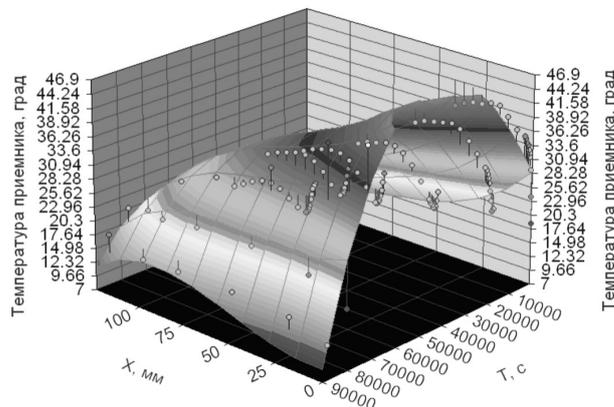


Рис. 2.
Поверхность температурного поля в Table Curve 3D

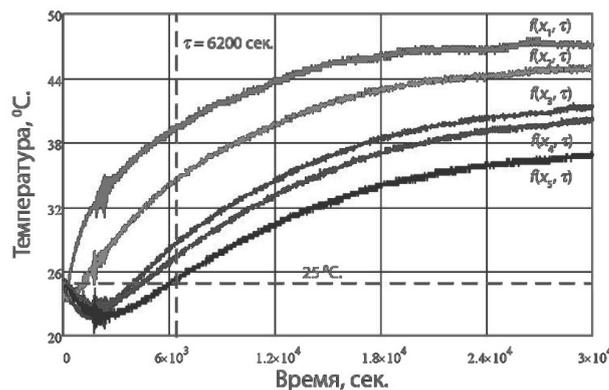


Рис. 3.
Экспериментальная температурная функция (1).

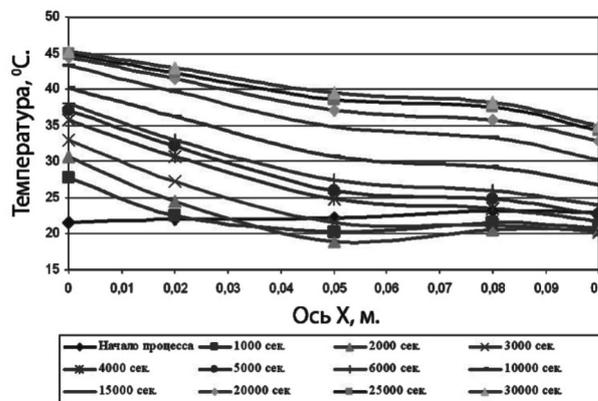


Рис. 4.
Координатно-временное представление температурных сил

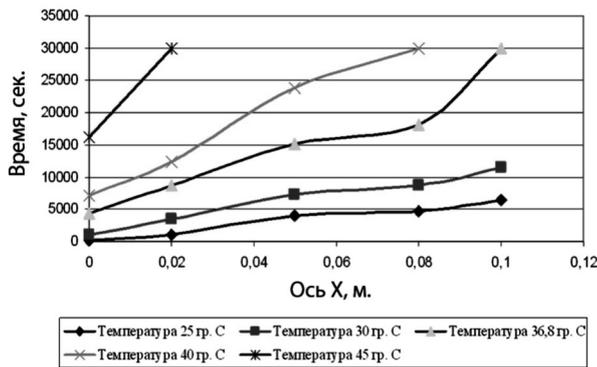


Рис. 5.

Пространственно-временное развитие пограничного температурного слоя

В работах [16], [17], [18], [19], [20] описываются варианты определения энергетического состояния изучаемой системы через силы, свойства и потоки. Потоки и силы связаны между собой через свойства материала. Из (5) - (7) видно, что энергетическое состояние системы описывается вектором

$$M = [M_1, M_2, M_3, M_4]. \quad (8)$$

Поэлементно векторы формируются следующим образом $M_1 = [M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}] = [a, c_p, \rho, \tau_r, \lambda]$, где a – коэффициент температуропроводности, m^2/c ; c_p – теплоёмкость, $Дж/кг^{\circ}C$; ρ – плотность, $кг/м^3$; τ_r – время релаксации, c ; λ – коэффициент теплопроводности, $Вт/м^{\circ}C$. Силовые характеристики поля температур описываются вектором (9)

$$M_2 = [M_{21}, M_{22}] = \left[\frac{\partial T}{\partial \tau}, \frac{\partial T}{\partial x} \right], \quad (9)$$

где элементами являются темп и градиент их изменения. Для определения балансовых соотношений в виде уравнений типа теплопроводности требуется знать матрицу производных

$$M_3 = [M_{31}, M_{32}, M_{33}] = \left[\frac{\partial^2 T}{\partial \tau^2}, \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) \right] \quad (10)$$

от элементов матриц M_4 и M_2 .

Комбинации полученные от произведения, сложения, взятия производных от элементов в матрицах M_1, M_2, M_3, M_4 позволяют опреде-

лить параметры перестройки температурного поля в виде темпа накопления и плотности потока теплоты

$$M_4 = [M_{41}, M_{42}] = \left[c_p \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau}, \lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right] \quad (11)$$

для элементарного объема материала с заданными плотностными свойствами, а также сформировать левые и правые части уравнений теплопроводности (5) - (7). Обозначив через F_1 и F_2 – левую и правую части уравнений получим невязку $|F_1 - F_2| \geq \delta$. Сопоставляя F_1 и F_2 между собой и выполняя итерационное условие $|\delta| \rightarrow 0$ путем подбора элементов вектора M_1 имеем возможность получить то уравнение, которое подходит под температурное поле (1).

Рассмотрим силовые характеристики температурного поля и выполнение условий (1) - (4).

С позиций неравновесной термодинамики температурный градиент в матрице M_2 характеризует плотность термодинамической силы в каждой данной точке скалярного температурного поля. Функция изменения плотности термодинамической силы во времени представлена на рис. 6. Штриховая линия показывает конечно-разностное, а цельная аналитическое ее представления.

Из графика видно, что градиенты температуры в начальный период формирования температурного поля растут с положительным знаком для всех координатных функций, кроме функции $f(x_{k+2})$. Последняя достигает экстремума в области отрицательных значений, пересекает ось координат, меняет знак и через некоторое время градиент становится постоянной величиной.

Характерно, что остальные координатные функции с течением времени пересекаются. Видно, что зависимости практически совпадают. Поэтому обработка экспериментальной информации проводилась с помощью полиномиальных уравнений. Вид одного из них показан на рис. 2. На рисунке показаны параметры наилучшей аппроксимации и все коэффициенты уравнения.

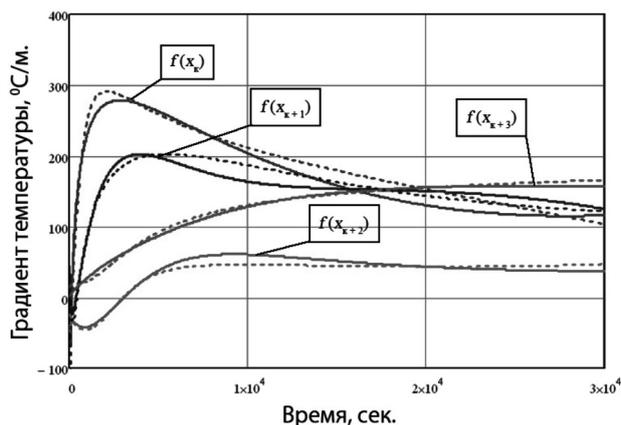


Рис. 6.

Развитие плотности термодинамических сил во времени.

$f(x_k)$ – функция распределения градиентов температуры, при $k = 0.01$ м. – красная линия, 0.035 м. – синяя линия, 0.065 м. – зелёная линия и 0.9 м. – сиреневая. Предыстория развития процесса для функции $f(x_{k+2})$ не позволяет ей достигнуть точки пересечения

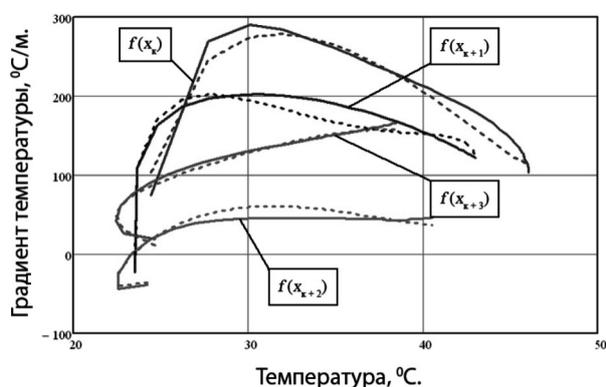


Рис. 7.

Картина плотности термодинамических сил в зависимости от температуры.

Штриховая линия – конечно разностное, цельная – аналитическое представления

На рис. 7 показано развитие плотности температурной силы в зависимости от температурного состояния материала для заданной системы координат. Из графика виден нелинейный характер полученной зависимости. Общим для обоих графиков рис. 6, 7 является то, что координатные температурные функции имеют узловую точку, после которой градиент функции меняет свой знак.

Представление процесса теплопроводнос-

ти в виде графиков на рис. 2, 3, 4, 5 облегчают построение функциональных зависимостей от температуры и времени для свойств материала и потоков теплоты в нем. Развитие поля плотностей потоков теплоты при искусственно созданном граничном условии (3) показано на рис. 8.

Из графиков видно, что описания силовых или напряженных [17], [18], [19] характеристик температурного поля путем его аналитической аппроксимации и с помощью конечно-разностных представлений отличаются незначительно.

Поэтому исследование веса численных значений слагаемых в дифференциальных уравнениях и проверка условий соблюдения равенства левых и правых частей каждого из уравнений (5) - (7) становится возможным с помощью применения операции дифференцирования температурных функций и их производных по времени и координате.

Из графиков рис. 2 и 3 и уравнений (5) - (7) видно, что потоковые и балансовые характеристики температурного поля меняются в пространстве и во времени в зависимости от свойств материала, с помощью которого осуществляется преобразование лучистой энергии в теплоту.

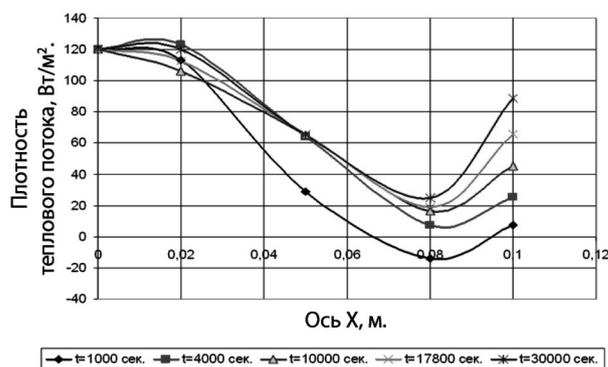


Рис. 8.

Плотность теплового потока по сечению стенки

Данные рис. 5 позволяют получить представление о скорости движения той или иной изотермы в том или ином участке координатного пространства через отношение пути ко времени для соответствующей силовой функции.

Полагая справедливыми условия целулярного термодинамического равновесия по Дь-

ярмати [20] и, что плотность теплового потока прямо пропорциональна напряженности [17] температурного поля для условий эксперимента имеем возможность записать соотношения (12)

$$q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}, \quad \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} \circ 0. \quad (12)$$

Поскольку плотность теплового потока, возникающая на поверхности стенки от воздействия лучистого потока энергии от излучателя, измерялась с помощью тепломера, то используя уравнение Фурье [21] и, зная вид функций $f(x_1, \tau)$ и $f(x_2, \tau)$ (3) в поверхностном слое, определяем теплопроводное свойство материала приемника энергии в виде зависимости коэффициентов теплопроводности от температуры. Знание этого свойства требуется для формирования уравнений (5), (6), (12).

Используя численные и аналитические представления, получаем зависимости коэффициента теплопроводности от температуры для данного материала вида (13) рис. 9.

$$\lambda_1(T) = -0.934 + 0.03 \cdot T + 3.106 \cdot 10^{-21} \cdot e^T + \frac{338.9}{T^2} + 4.004 \cdot 10^{10} \cdot e^{-T} \quad (13)$$

Для заданного в эксперименте диапазона температур от 24 до 48 градусов Цельсия находим среднеинтегральное значение коэффициента теплопроводности по формуле (14)

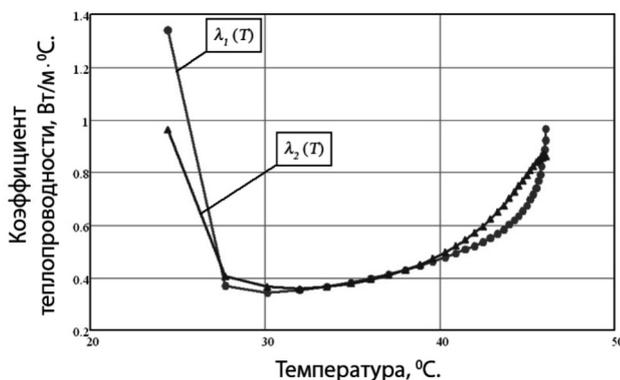


Рис. 9.

Зависимость коэффициентов теплопроводности от температуры керамического красного кирпича

$$\lambda_{cp} = \frac{24}{48 - 24} \int_{24}^{48} \lambda(t) dt = 0.551, \quad \frac{Вт}{м \cdot ^\circ С}, \quad (14)$$

По данным [22] в температурном интервале от 0 до 400 °С коэффициент теплопроводности для красного кирпича меняется по линейному закону от 0.45 до 0.6 Вт/м°С. При температурах от 30 до 50 °С коэффициент изменится на величину от 0.46 до 0.48 Вт/м°С. Опытные данные рис. 9 хорошо описываются нелинейной функцией (13). Среднеинтегральное его значение (14) незначительно, всего на 8 %, отличается от литературных данных. Существенное различие до трех раз имеем при малых температурах до 28 °С и в два раза при температурах от 40 до 43 °С. Изменение теплопроводных свойств материала объясняется ростом градиентов температуры от 100 до 280 °С/м в пристеночной области при достаточно малых абсолютных ее значениях 24 - 30 °С. Возникает вопрос о справедливости формулы (12) для локальных временных точек процесса 2500 и 18000 с. в которых силовые характеристики поля меняют свои значения рис. 6, 7.

Знание коэффициентов температуропроводности рис. 10 позволяет найти функциональные временные балансовые соотношения для уравнения (7).

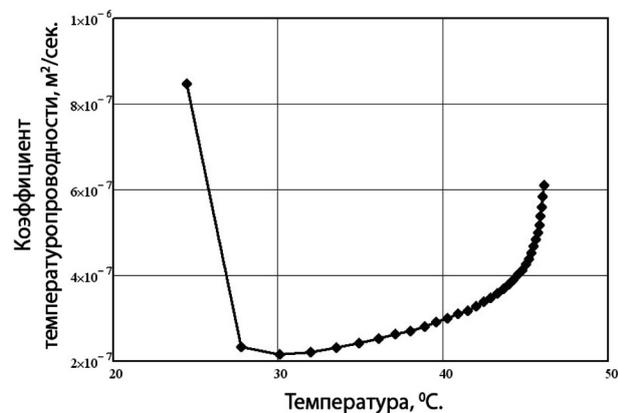


Рис. 10.

Изменение температуропроводного свойства материала от силовых параметров.

Модельные представления при переменных (13) и постоянных (14) коэффициентах теплопроводности материала дают несовпадение до 80 Вт/м² в численных результатах расчетов плотности тепловых потоков для некоторых точек температурного поля, рис. 11, 12.

Наблюдается отличие не только в отмеченных ранее переходных зонах градиентного состояния, но и на участках монотонной градиентной перестройки температурного поля от 32 до 40 °С.

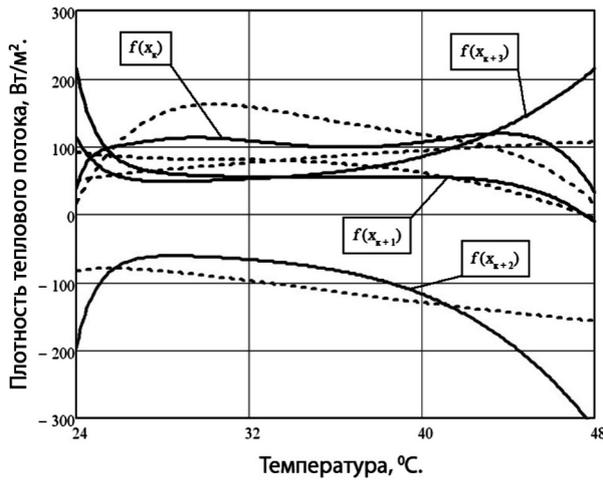


Рис. 11.

Разные модельные представления плотности теплового потока (11).

Сплошная линия – коэффициент теплопроводности зависит от температуры. Штриховая линия – среднеинтегральные его значения

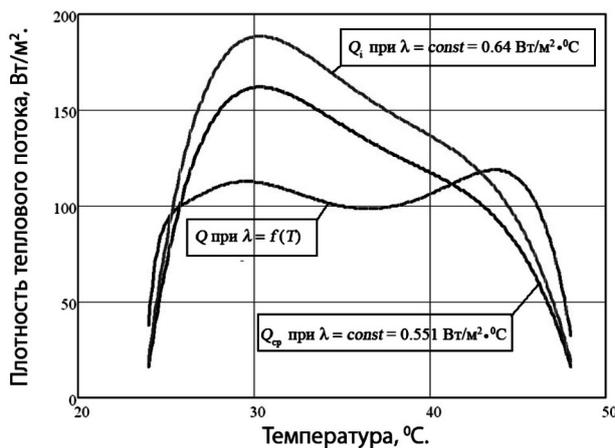


Рис. 12.

Сравнение распределений плотности теплового потока, найденного разными способами при $x = 0.01$ м

Рассматривая влияние градиентной перестройки и уровня температуры в пристеночной области, видим, что плотности потоков теплоты, рассчитанные с учетом нелинейности $\lambda = f(T)$ и при $\lambda = const$, отличаются. На рис. 12 показано сравнение с результатами других авторов, которое подтверждает наличие двух стационарных точек на пересечении синей, красной и зеленой кривых.

Первая из точек градиентной перестройки находится в зоне превращения энергии лучистого потока в теплоту, вторая в начальной

области наступления стационарного режима. Из графиков видно, что учет функциональной зависимости $\lambda = f(T)$ приводит к модельному описанию несуществующей экспериментальной реальности. Представления о полевой картине для функции плотности теплового потока в среднем отличаются на 30.4 %.

Графики изменения во времени плотности тепловых потоков Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 в соответствующих координатных точках по толщине стенки $x = 0.01, 0.035, 0.065, 0.09$ м показаны на рис. 13.

Анализ результатов компьютера показывает, что граничное условие плотности излучения (3) на поверхности стенки меняется от 75 до 110 - 125 Вт/м². Формирование потока заданной плотности завершается по достижению времени 2500 с. На рис. 5 граничное условие для формирования краевой задачи выставлено искусственно.

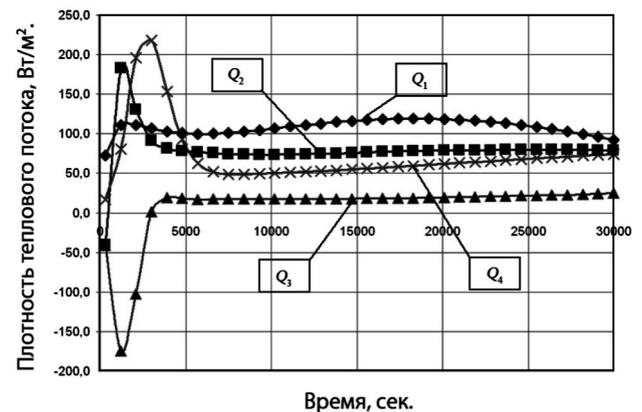


Рис. 13.

Графики распространения плотности потока теплоты

Рассматривая условия, при которых элементарная объемная масса материала кирпичной стенки достигает стационарного теплового состояния, мы можем подтвердить наличие узловых точек для изучаемой функциональной зависимости.

Действительно, графики темпа изменения температурного поля ко времени 8000 секунд совпадают (рис. 14). Вид кривых указывает на стремление энергетического состояния системы к равновесию, т.е. к стационарному режиму.

По физическому смыслу левая часть в уравнениях баланса теплоты (5), (6) указывает на поступление энергии в элементарный объем материала, рис. 15.

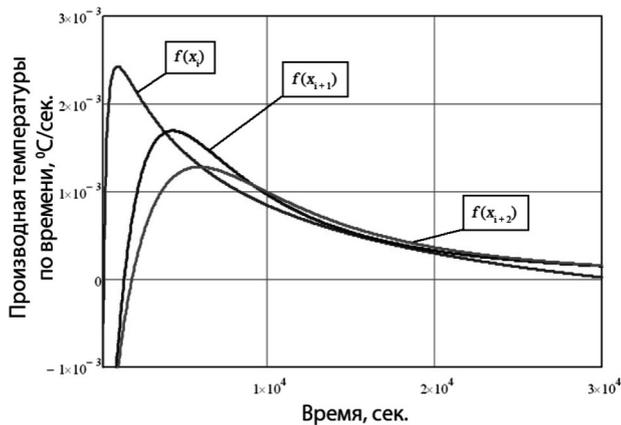


Рис. 14.

Функция темпа приращения теплоты

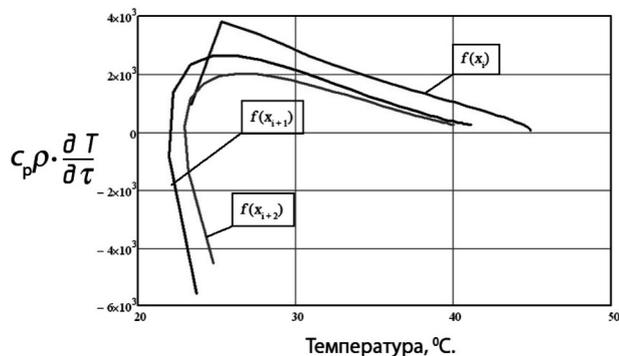


Рис. 15.

Изменение темпа приращения температурной силы в единице объема за время эксперимента

Красная, синяя, зелёная линии указывают на процессы теплопроводности при $x = (0.023; 0.05; 0.078;)$ м.

Проводимый анализ температурного поля показывает, что вид формального описания модели сказывается на численных результатах моделирования. Из экспериментальных данных следует, что в начальный период воздействия на материал поля функций температурных сил и плотностей потока принимают отрицательные значения (рис. 13). Это явление для потока Q_3 можно объяснить затратами внутренней энергии на работу по перемещению и испарению влаги в материале стенки. Ко времени 5000 секунд процесс теплопроводности устанавливается, и плотность потока теплоты для каждой координатной точки становится практически постоянной величиной при монотонно уменьшающемся поступлении теплоты в элементарный объем рис. 14 и 15. Кривые Q_1, Q_2, Q_4 практически сходятся

в одну точку при разных начальных условиях. Постоянства плотности теплового потока удастся добиться учетом зависимости теплопроводных свойств от температуры. На поток Q_3 влияние начальных условий настолько значительно, что он не достигает значений потока Q_4 . Поведение этой функции требует дополнительного анализа.

Из графиков рис. 14, 15 следует, что темп изменения температуры стремится к нулю. При температуре 43 - 45 °C процесс теплопроводности становится стационарным.

Рассмотрим поведение элементов матрицы ПЗ. Вторая производная по координате меняется в зависимости от температуры материала. В соответствующих точках координатного пространства численные значения принимают вид графиков рис. 16. Для уравнений (6) - (7) условия темпа накопления энергии в элементарном объеме будут соблюдаться, если вторую производную умножить на коэффициенты, учитывающие теплофизические свойства материала.

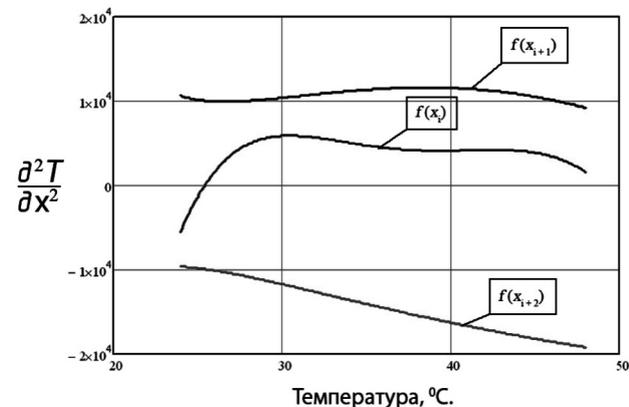


Рис. 16.

Вторая производная температуры по координате

Графики, построенные на основе произведения элементов матриц П15 и П32 от температуры, приведены на рис. 17. Они указывают на энергетическое состояние элемента массы материала в зависимости от его температуры, меняющееся за счет теплоты, поступающей вследствие явления теплопроводности.

С повышением температуры системы поступление теплоты в элементарный массовый объем уменьшается.

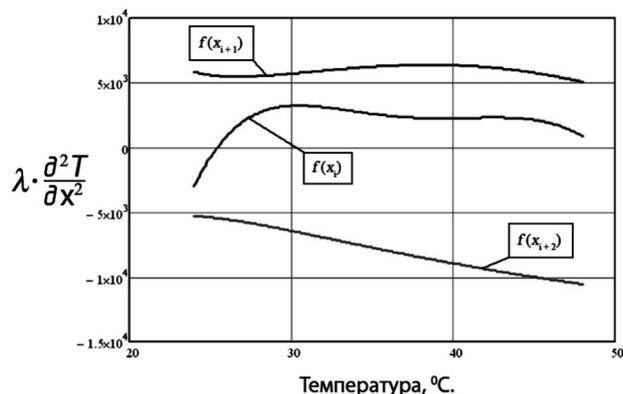


Рис. 17
Графики функций правой части уравнений.

Зависимость элемента матрицы ПЗЗ в виде второй производной от температуры для нелинейного уравнения (5) представлена на рис. 18. Функция построена после дифференцирования потоковых зависимостей рис. 13.

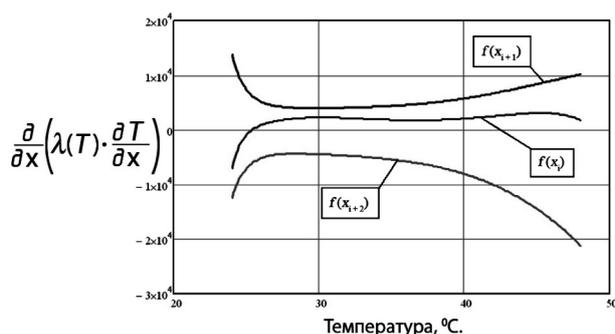


Рис. 18.
Графики функций правой части уравнений баланса тепла при $\lambda = f(T)$

Чтобы найти балансовые энергетические составляющие уравнения гиперболического типа (7), требуется знание элементов матрицы второй производной ПЗ, коэффициентов температуропроводности П11, времени релаксации температурной волны П14 [5], [6], [12], [21], [22]. Ранее были получены скорости перемещения изотермических поверхностей с разной температурой в существующей системе координат. Из графика рис. 13, показывающего результаты исследования динамики стабилизации потоковой картины, найдем скорость движения потока теплоты. Полагая, что скорость движения потока теплоты на пути от $x = 0.01$ до $x = 0.035$ м за время движения 1200 секунд внутри материала стенки равна

$$\omega_r = \frac{\Delta x}{\tau} = \frac{0.035 - 0.01}{1200} = 0.000021 \text{ м/с}$$

получим время релаксации τ_r из выражения

$$\tau_r = \frac{a}{\omega_r^2}, \quad (15)$$

$\tau_r = 794$ с. Графики изменения слагаемых левой части уравнения (7) приведены на рис. 19 - 23. Построив функцию произведения элементов матрицы П11 и П32 (рис. 22), получаем возможность оценить справедливость балансовых соотношений (5) - (7).

Поскольку оценка балансов энергии производится из условий стремления невязки от разницы правой и левой частей в уравнениях к нулю, то нужен анализ веса каждого слагаемого. Изменение элемента матрицы П31 во времени показано на рис. 19. Кривая графика второй производной по времени асимптотически приближается к нулю со стороны отрицательных значений функции. Точка стабилизации процесса для всех координатных функций соответствует времени 10.000 с. За это время функция меняет свой знак.

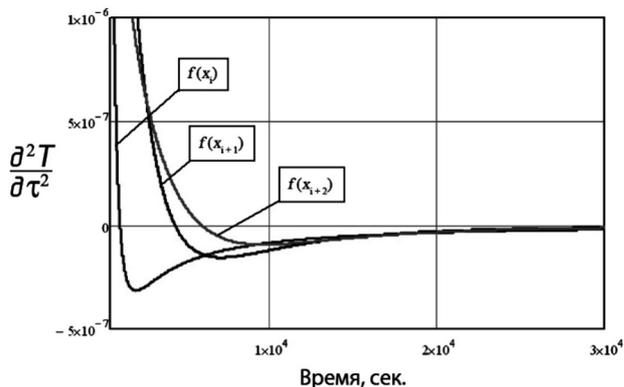


Рис. 19.
Вторая производная температуры по времени

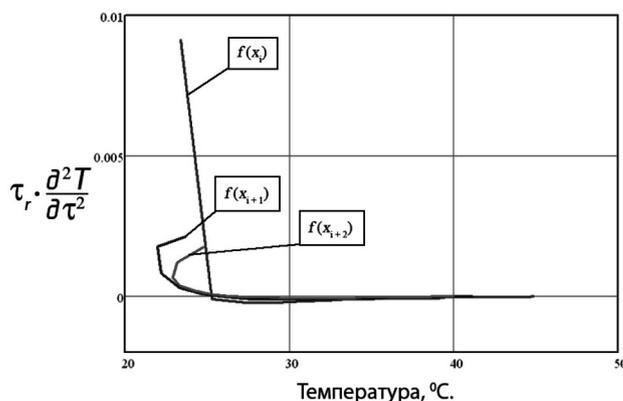


Рис. 20.
Одно из слагаемых в левой части гиперболического уравнения

Учет времени релаксации в виде сомножителя позволяет переместиться графику функции температурного процесса теплопроводности из зоны отрицательных значений рис. 20.

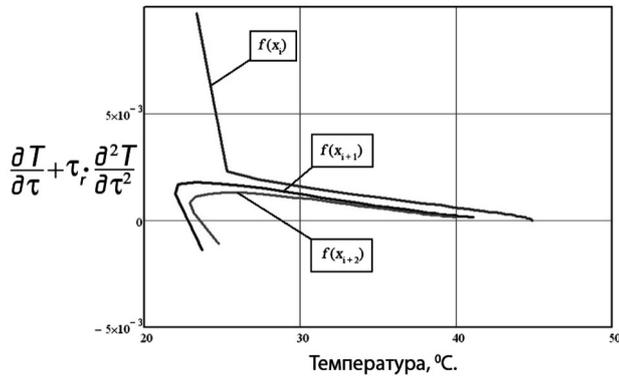


Рис. 21.

Левая часть гиперболического уравнения

Из данных рис. 21 мы видим, что функция зависимости от температуры левой части уравнения (7) указывает на изменение энергетического состояния в элементарном объеме материала. Только на начальном участке перестройки температурного поля она меняет свой знак.

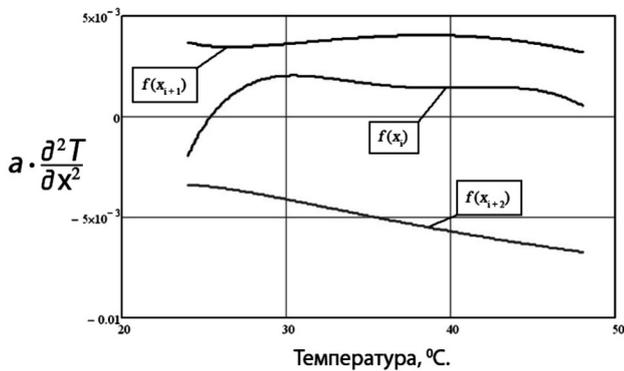


Рис. 22.

Правая часть гиперболического уравнения при $a = const$

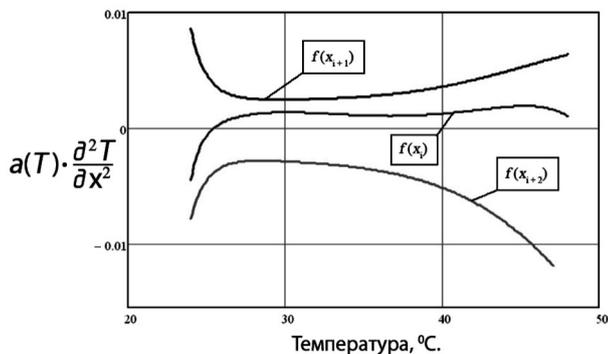


Рис. 23.

Правая часть гиперболического уравнения при $a = f(T)$

Учет зависимости коэффициента тепловой диффузии от температуры существенно меняет численные значения правой части гиперболического уравнения рис. 22, 23.

Найдем области температурного поля, в которых удовлетворяются балансовые энергетические соотношения в виде дифференциальных уравнений в частных производных параболического или гиперболического типов. Чтобы найти области температурного поля, в которых справедливо то или иное уравнение теплопроводности, проведен приближенный расчет невязок от разницы правых и левых частей уравнений с учетом анализа зависимостей элементов вектора М от времени и температуры. Анализ графиков для составляющих всех трех уравнений позволяет получить первое приближение пространственно-временного поля невязок. Для функции первого приближения найдены максимальные и минимальные значения. По текущим, максимальным и минимальным значениям балансовой энергетической невязки для каждого из уравнений теплопроводности рассчитывается безразмерные ее значения по формуле (16).

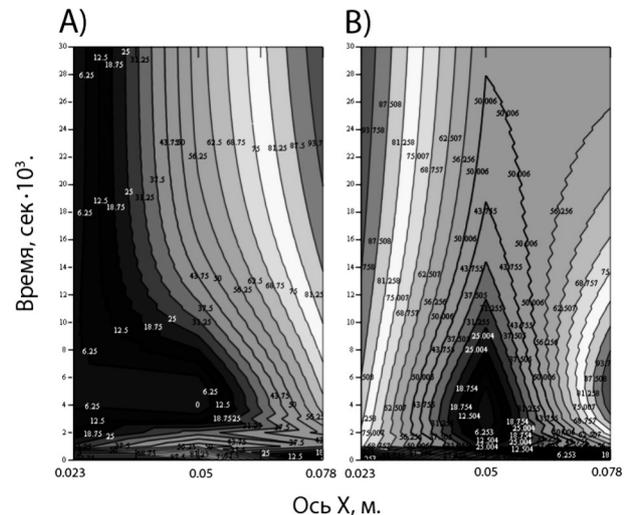


Рис. 24.

Полевая невязка баланса для уравнения (7). А) Уравнение (7) при $a = const$
 В) Уравнение (7) при $a = f(T)$

$$\Delta = \frac{(F_1 - F_2) - F_{\min}}{F_{\max} - F_{\min}} \cdot 100\% \quad (16)$$

где F_1 и F_2 – левая и правая части уравнений, для которых сводится баланс,

F_{\min} – минимальное значение разности $F_1 - F_2$, F_{\max} – максимальное значение разности $F_1 - F_2$.

Численный эксперимент показал, что регулирование абсолютных безразмерных значений невязок путем подбора элементов матрицы свойств П1 для каждого из уравнений невязки в каждой точке дают изменение температурного поля (5), (6) рис. 25 и для (7) на рис. 24.

За минимальную абсолютную погрешность принята невязка в интервале $\pm 10\%$ (погрешность, которая принимается в большинстве инженерных расчетов). Тёмные области представляют наибольшую сходимость баланса. На рис. 24 В) и рис. 25 С), D) видна общая зона сходимости в центре стенки при τ от 1200 до 6600 с, далее с течением времени невязка баланса, при $x = 0.05$ м., начинает увеличиваться до 40%. На рис. 24 А) начиная с 3000 с и до конца процесса нагрева при $x = 0.023$ м невязка баланса уравнения (7) колеблется в пределах 0 - 10%.

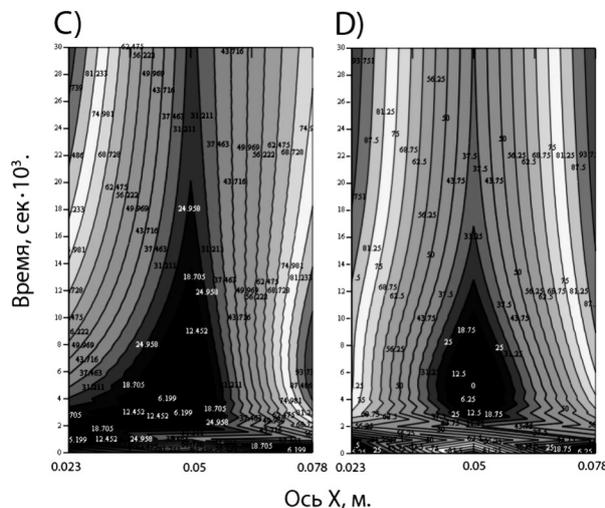


Рис. 25.

Полевое представление невязки баланса в кривичной стенке при расчете уравнений (5), (6).

С). Уравнение (5), D). Уравнение (6)

Анализ графических данных показал, что на рис.25 D) в начальный момент нагрева стенки невязка баланса сходится при $x = 0.023$ и 0.078 м, затем увеличивается до 100%. При $x = 0.023$ м и $\tau = 2000 - 8000$ с удовлетворяется уравнение (7) с невязкой 10%, при $\tau = 0 - 2000$ с удовлетворяется уравнение (6). Обла-

сти определения каждого из уравнений показаны на температурном графике экспериментальных данных рис. 26.

По графику видно, что при координате $x = 0.05$ м и для промежутка времени $\tau = 2000 - 8000$ с удовлетворяются уравнения (5), (6), (7) с погрешностью 10%. При $x = 0.078$ м и $\tau = 0 - 2000$ с уравнение (6).

Другие, не отмеченные на рис. 26 зоны определения температурной функции удовлетворяют исследуемым уравнениям с погрешностью в невязке от 40 до 100%.

При $x = 0.05$ м имеем величину невязки 42%. При $x = 0.078$ м уравнение (7) удовлетворяется с невязкой 60 - 100%, уравнение (5) на 74 - 100%, уравнение (6) на 47 - 100%.

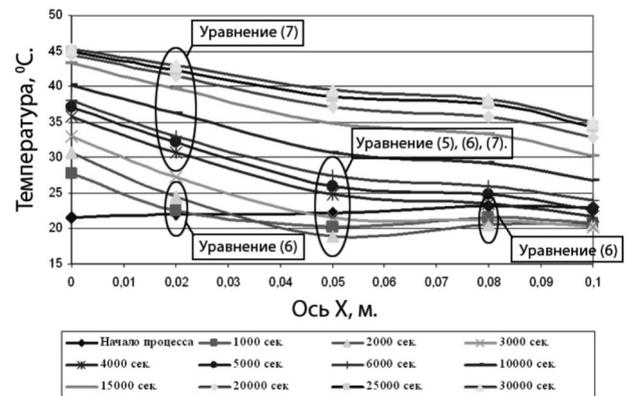


Рис. 26.

К выбору уравнения теплопроводности в координатно-временном представлении температуры. Регулирование коэффициентами тепло и температуропроводности

Из результатов численного эксперимента видно, что регуляризация с помощью коэффициентов при уравнениях (5), (6) дает не очень хорошие результаты. Меньше всего регулировано уравнение (7). В работе [21] применяется метод искусственной гиперболизации уравнения теплопроводности при решении граничной обратной задачи. Автор указывает, что при выборе наилучшего приближения к искомому граничному условию параметр времени релаксации играет роль некоторого фиксированного времени, за которое происходит явление релаксации в исследуемом материале.

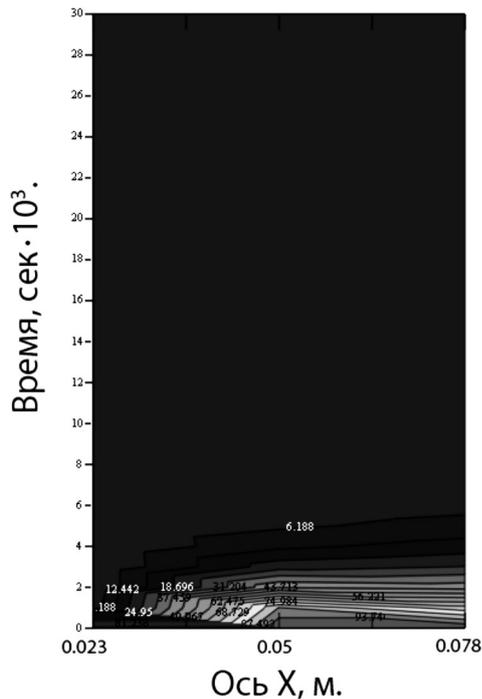


Рис. 27.

Регулирование поля невязок коэффициентами релаксации в уравнении (7)

Для точных исходных данных его величина будет близка к действительному релаксационному времени. С увеличением погрешности измерения температуры, а также ошибок аппроксимации и округления эффективное значение коэффициента должно быть увеличено с целью сглаживания результатов решения.

Изменяя коэффициент релаксации до величины при которой коэффициент температуропроводности равен $a = 0.4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, а скорость распространения потока теплоты 0.000005 м/с , получаем значительное увеличение времени релаксации до 16000 с и уменьшение невязки баланса во всей толще стенки, начиная с времени 4000 с до значений $2 - 5 \%$.

Уточненное время релаксации довольно близко приближается к реальному, когда плотность термодинамических сил для всех координатных точек системы сходится в одну точку рис. 6, а темп их изменения во времени становится одинаковым рис. 14.

Поскольку регулирование баланса тепла коэффициентами теплопроводности, температуропроводности, теплоёмкости не привели к улучшению результатов, то оставшиеся расхождения левой и правой частей уравнения (7) проведены подбором второго слагае-

мого в виде источника теплоты в правой части этого уравнения.

Выводы.

Сделан обзор литературы, указывающий на необходимость и актуальность решения задачи по расчетно-экспериментальной идентификации балансовой модели теплообмена в ограждающей поверхности.

Из обзора следует:

– Все возрастающая роль изучения самоорганизационных синергетических процессов при создании новых эффективных теплообменных систем.

– Эффективность функционирования систем определяются достоверным определением бифуркационного энергетического локального структурного состояния для реализации использования внутренней энергии в формах теплоты и работы.

– Выбраны дифференциальные уравнения в частных производных, которые, обычно используются для определения локального энергетического баланса состояния изучаемой системы.

– Построена экспериментальная установка (источник-приемник энергии) с аналогово-цифровым комплексом получения и компьютерной обработки экспериментальной информации.

– Проведены натурный и численный поисковый аппроксимационный эксперименты [6];

– Установлено, что для определения функции переходного процесса управления и для восстановления и настройки на необходимую функцию температурного поля (1) для данного потребителя лучистой энергии требуется решать гиперболическое уравнение теплопроводности (7) при граничных условиях (2) - (4);

– Разработаны алгоритмы и программы для расчетно-экспериментальной идентификации балансовой модели для уравнений теплопроводности.

– Найдены в приемнике энергии зоны диссипации и аккумуляции энергии при воздействии на его поверхность потоком внешней лучистой энергии инфракрасного спектра.

– Определены тепло и температуропроводные свойства материала в зависимости от силовой температурной функции его нагружения;

– Показано, что не учет зависимости коэффициента теплопроводности от температуры при моделировании свойств материала дает завы-

шение и вычислений потоков теплоты до 80 Вт/м².

– Найдены общие точки предполагаемого баланса уравнений типа теплопроводности с помощью построенных функций градиентов и темпов изменения силовых характеристик поля.

– Найдены алгоритмы построения характеристик пространственно-временного перемещения температурного пограничного слоя внутри приемника энергии.

– Установлено, что граничное условие второго рода (3) перестраивается на некоторой глубине от поверхности приема постоянного во времени потока лучистой энергии.

– Найдено время стабилизации потока теплоты, которое составляет 2800 с. Сделан вывод, что прямую задачу теплопроводности оказывается возможным решать с граничными условиями первого рода с учетом поправки на стабилизацию.

– Показано, что время общей релаксации температурного поля, характеризуется коэффициентом релаксации. По мере проведения процедуры настройки этот коэффициент меняется от величины 790 до 16000 с. При этом коэффициент температурной проводимости перемещается по определенной в процессе решения поставленной задачи функциональной зависимости.

– Разработана методика настройки на экспериментальное температурное поле с целью изучения его статических и динамических силовых и потоковых характеристик. Которые меняются в зависимости от координатно-временной температурной перестройки поля под влиянием принуждающего воздействия потока лучистой энергии.

– Требуется найти функцию обобщенного описания процессов аккумуляции и диссипации энергии получаемой приемником энергии из вне.

Используемая литература:

1. Бакунов, В.С., Беляков, А.В. Технология керамики как процесс аккумуляции энергии //Конструкции из композиционных материалов, 2005, №2 (Москва), с. 5-18.

2. Чеховой, А.Н., Бельков, О.В., Прокопова, Т.И. Самоорганизация керамики WC-SiC плазмы //Конструкции из композицион-

ных материалов 2004, №4 (Москва), с. 102.-108.

3. Чеховой, А.Н. Синергетика объемного наноструктурирования металлических материалов //Конструкции из композиционных материалов 2004, №1 (Москва), с. 37-47.

4. Каганов, Ю.Т. Коэволюция биосферы и техносферы: проблемы и решения. 447-458 с. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. - М.: Прогресс-Традиция, 2002.- 496 с.

5. Амерханов, Р.А. Основы расчетно-экспериментального подхода при исследовании тепловых режимов зданий. Амерханов, Р.А. Кубанский государственный аграрный университет //Энергосбережение и водоподготовка, 2007, №3, с. 48-49.

6. Самарский, А.А., Вабищевич, П.Н. Вычислительная теплопередача. - М.: Едиториал УРСС, 2003.-784 с.

7. Немировский, Ю.В., Янковский, А.П. Сравнительный анализ структурных моделей теплопроводности волокнистых сред и сведение трехмерной задачи теплопроводности армированных пластин к двухмерной. Конструкции из композиционных материалов №3. Москва, 2004, с.36-51.

8. Юфеева, Л.М., Лавров, Ю.А. Стационарное тепловое поле пластины оребрения трубы прямоугольного сечения. ИАН. Энергетика, 2005, №2, с.138-144.

9. Юфеева, Л.М., Лавров, Ю.А. Стационарное тепловое поле кусочно-однородного прямоугольного бруса //ИАН, Энергетика, 2005, №2, с. 129-137.

10. Кирсанов, Ю.А. Теория теплопроводности в циклических тепловых процессах // ИАН, Энергетика, 2005, №6, с.39-49.

11. Кирсанов, Ю.А. Некоторые явления теплопроводности. //ИАН. Энергетика, 2005, №6, с. 51-58.

12. Кудинов, В.А., Аверин, Б.В., Стефанюк, Е.В. Решение задач теплопроводности при переменных во времени граничных условиях на основе определения фронта температурного возмущения. //ИАН. Энергетика, 2007, №1, с. 55-68.

13. Кудинов, В.А., Аверин, Б.В., Стефанюк, Е.В., Назаренко, С.А. Метод дополнительных граничных условий в задачах теплопроводности на основе интеграла теплового баланса. //ИАН, Энергетика, 2005, №4, с. 119-127.

14. Цой, П.В., Цой, Е.В. Практический метод системного определения семейства изотермических поверхностей и мультисолитонного теплового состояния в нестационарном температурном поле. //ИАН, Энергетика, 2007, №1, с. 28-46.

15. В.И. Игонин, В.Н. Чучин, Д.А. Белянский Некоторые результаты применения белого инфракрасного излучателя //Инженерные системы АВОК-Северозапад №4(31). Комплексные решения, с.72-74.

16. Титов, Д.В., Чучин, В.Н., Игонин, В.И. К локально-модульной организации лучисто-конвективного энергообмена элемента промышленной теплоэнергетической системы // Вестник московского авиационного института, 2007, т. 14, №4, с. 68-80.

17. Лыков, А.В. Теория теплопроводности. - М.: Издательство «Высшая школа», 1967.- 600 с.

18. Лыков, А.В. Тепломассообмен. (Справочник) - М.: Энергия, 1971.- 560 с.

19. Лыков, А.В. Тепломассообмен. (Справочник). Второе изд. перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978.- 480 с.

20. Дьярмари, И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы /И. Дьярмати - М.: МИР, 1974. – 304 с.

21. Алифанов, О.М. Обратные задачи теплообмена. -М.: Машиностроение, 1988.-280 с.

22. Беляев, Н.М., Рядно, А.А. Методы теории теплопроводности.- Учеб. пособие для вузов. В 2-х частях. Ч.1.- М.: Высш. школа, 1982.-327 с.

SETTLEMENT-EXPERIMENTAL IDENTIFICATION OF BALANCE MODEL OF HEAT EXCHANGE IN A PROTECTING SURFACE

*Igonin V. I., Beljanskiy D. A., Pjichov V. G.
(Russia)*

Summary

Researched energy parameters of the system source – receiver of energy by natural and numerical experiment. As receiver to radiant energy is chose barrier surface from red ceramic brick. By means of the source is formed in barrier surfaces experimental warm-up field. The Way of the numerical experiment are researched its power and stream features, are defined characteristic of the material, is selected the type of the differential equation in quotient of the derived type heat-conducting, are given recommendations to categorizations and decision of the similar sort of the problems.

Index Terms: The thermodynamic open system, source - the receiver of radiant energy, nonlinear properties, forces, streams.

Статья поступила 05.05.2008

Рекомендована к печати 10.09.2008

УДК: 665.777.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ КАНЦЕРОГЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АНОДНОЙ МАССЫ

Лебедева И. П., Лазарев Д. Г., Лубинский М. И., Дошлов О. И.
(Россия)

Аннотация

Показана целесообразность использования тяжелой смолы пиролиза в качестве компонента связующего, что позволит повысить эффективность действующих предприятий нефтехимического и металлургического профиля, благодаря повышению качества продукции и снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: тяжелая смола пиролиза, анодная масса, связующий компонент, каменноугольный пек, бенз(а)пирен

Введение

Развитие нефтехимической промышленности и ввод в эксплуатацию крупнотоннажных этиленовых установок потребовало поиска новых путей использования побочных продуктов, образующихся при пиролизе жидкого и газообразного нефтяного сырья. На современном этапе внимание исследователей привлечено к поиску вариантов интенсификации процесса пиролиза с целью обеспечения максимального выхода целевых продуктов [1]. Однако наряду с низшими олефинами (целевыми продуктами) процесс пиролиза является источником получения тяжелых смол пиролиза (ТСП).

Актуальность вопросов повышения экологической безопасности процесса пиролиза усугубляется большими масштабами и темпами наращивания мощностей этиленового производства и тенденцией утяжеления пиролизного сырья для них. С пуском многотоннажных этиленовых производств ЭП-250 и ЭП-300 объем выработки смол пиролиза значительно возрос. Их доля в зависимости от вида сырья изменяется в широких пределах: от 3-4 до 40% [2]. Таким образом, большие масштабы производства, а также особенности химической природы ТСП превращают ее из отходов в один из целевых продуктов, от рационального

использования которого существенно зависит экологическая и экономическая эффективность этиленовой установки [3, 4]. В данной статье рассмотрена возможность использования ТСП в производстве «сухой» анодной массы для цветной металлургии.

1. Объекты исследования

Сырьем для производства анодной массы и обожженных анодов служат электродные каменноугольные пеки и электродные коксы (нефтяные или пековые). Следует отметить, что правильный подбор исходных материалов является наиболее сложной задачей подготовки производства. Основные свойства коксов и пеков в значительной степени зависят от того, из каких продуктов нефтепереработки или коксохимии они получены.

Главным недостатком каменноугольного пека является высокая канцерогенная активность, обусловленная спецификой химического состава и значительным содержанием полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и фенолов, усиливающих действие ПАУ.

В Российском регистре потенциально опасных химических и биологических веществ в класс чрезвычайноопасных отнесены 3 ПАУ: бенз(а)антрацен, бенз(а)пирен и дибенз(а, h)антрацен [5, 6]. Индикатором канцерогенной опасности является бенз(а)пирен,

концентрация которого в воздухе не должна превышать 1нг/м.

Становится очевидной необходимость создания обоснованных рецептур композитного сырья с учетом данных экономического и экологического анализа.

Одним из путей улучшения свойств связующего для производства «сухой» анодной массы, а также получения более экологически чистого связующего и снижения за счет этого выбросов ПАУ, может быть использование смесей высокотемпературного каменноугольного пека и тяжелой смолы пиролиза.

Для проведения лабораторных исследований отобраны представительные пробы исходных материалов, прошедших обычную подготовку в промышленных условиях. С це-

лью оценки свойств компаундированного связующего и определения влияния на качество «сухой» анодной массы были приготовлены и испытаны 4 партии анодной массы, в которых в достаточно широких пределах изменяли дозировку ТСП в коксовую шихту (1-10%), при неизменных параметрах дозировки коксовой шихты и температуры смешивания. В качестве кокса-наполнителя использовали сортовые коксовые материалы, отобранные в цехе анодной массы ВгАЗа. Для получения чистых коксовых фракций, весь материал отсеивали по классам. Свойства основных фракций коксовой шихты приведены в табл. 1 и 2. В качестве связующего применяли каменноугольный пек марки «В», свойства которого приведены в табл. 3.

Таблица 1

Свойства коксовых материалов

Наименование показателей	Крупка 1	Крупка 2	Отсев	Пыль
Зольность, %	0,11	0,14	0,19	0,34
Действительная плотность, г/с м ³	2,04	2,04	2,05	2,04
Удельное электросопротивление, мкОм·м	536	539	530	-
Содержание серы, %	1,56	1,55	1,45	1,46
Содержание натрия, %	0,016	0,016	0,017	0,015
Содержание примесей:				
железо	0,01	0,02	0,02	0,04
кремний	0,07	0,01	0,004	0,02
ванадий	0,03	0,02	0,02	0,03

Таблица 2

Ситовый состав коксовых материалов

Наименование показателей	Крупка 1	Крупка 2	Отсев	Пыль
Ситовый состав, %				
+ 6 мм	0,5			
- 6 + 4 мм	85,0	0,3		
- 4 + 2 мм	14,0	87,5	1,0	
- 2 + 0,08 мм	0,5	12,2	98,5	
- 0,08 мм		0,2	0,5	
+ 0,16 мм				5,0
- 0,16 + 0,08 мм				20,0
- 0,08 мм				75,0
в т.ч. - 0,05 мм				53,0

Таблица 3
Физико-химические свойства пека марки «В»

Наименование показателей	пек марки «В»
Температура размягчения, °С	90,5
Выход летучих, %	51,56
Зольность, %	0,15
Групповой состав, %:	
α - фракция	36,6
α1 - фракция	11,5
β - фракция	31,0
γ - фракция	32,4
Коксовый остаток, %	59,1
Действительная плотность, г/см ³	1,3304
Содержание натрия, %	0,0041
Содержание серы, %	0,58
Вязкость, сР:	
140°С	41017
160°С	5178
180°С	967
200°С	276
220°С	74,0

Свойства тяжелой смолы пиролиза производства ОАО «Ангарский завод полимеров» приведены в табл. 4. Относительно высокое содержание ароматических углеводородов, особенно полициклических, и достаточно высокое значение иодного числа, указывающее на значительное содержание непредельных углеводородов, свидетельствуют о склонности тяжелых смол пиролиза к реакциям уплотнения с образованием продуктов, обладающих высокими связующими и спекающими свойствами.

Важным преимуществом для широкого использования ТСП является низкое содержание серы. Это обуславливает возможность получения из смол пиролиза малосернистых композиционных углеродсодержащих материалов, что очень важно с технологической точки зрения (увеличение межремонтного пробега установки) и экологической обстановки в цехе электролитического получения алюминия.

Таблица 4
Технические характеристики ТСП

Наименование показателя	Марка А
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не менее	1,04
Вязкость кинематическая при 100 °С, мм ² /с, не более	25
Температура отгона 3%-го объема, °С, не менее	180
Коксуемость, %, не более	12
Массовая доля серы, %, не более	0,3
Массовая доля воды, %, не более	0,3
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,01
Индекс корреляции, не менее	125
Массовая доля ионов натрия, %, не более	0,005
Массовая доля ионов калия, %	0,0005

II. Экспериментальная часть

Все замесы готовили в лабораторном, обогреваемом смесителе с Z-образными лопастями (температура смешивания массы принята 180°С). Дозировку связующего выбирали из расчета получения «сухой» анодной массы с текучестью 1,2-1,3 отн.ед. В замесах с добавлением смолы пиролиза содержание связующего снижали пропорци-

онально дозировке смолы пиролиза. Работа выполнялась так, чтобы свести к минимуму влияние свойств кокса-наполнителя, гранстава коксовой шихты и технологии приготовления анодной массы на результаты исследований. Тем самым создавались условия для максимального выявления влияния смолы пиролиза на качество анодной массы.

III. Обсуждение результатов

Результаты технологического опробования анодной массы представлены в табл. 5. Приведенные данные показывают, что свойства каменноугольного пека существенно меняются при добавлении к нему ТСП. Установленные закономерности изменения свойств компаудированно-

го связующего показывают, что при увеличении количества смолы пиролиза в смеси существенно улучшаются реологические свойства, что свидетельствует о пластифицирующей способности ТСП. Добавка 1-10% ТСП не оказывает существенного влияния на показатели пористости и значении удельного электросопротивления массы.

Таблица 5

Физико-химические свойства «сухой» анодной массы с разной дозировкой смолы пиролиза

№	Содержание ТСП, %	Содержание каменноугольного пека, %	Удельное электросопротивление мкОм·м	Кажущаяся плотность, кг/м ³	Реакционная способность в токе СО ₂ , мг/см ² ·ч	Пористость, %
0	-	26	71,0	1520	43,6	24,49
1	1	25,74	74,52	1480	43,3	26,65
2	5	24,7	76,61	1480	39,5	26,85
3	10	23,4	70,31	1480	37,0	26,68

Химическая активность анодной массы, оцениваемая по показателю разрушаемости, является главным критерием оценки качества анодной массы. По данным исследования, при увеличении содержания ТСП в связующем, наблюдается снижение разрушаемости анодной массы.

С учетом полученных данных испытаний производилась оценка ожидаемого технического и экологического эффектов.

По результатам расчета ожидаемого расхода анодной массы на тонну алюминия и количества канцерогенных веществ при использовании каменноугольного высокотемпературного пека и тяжелой смолы пиролиза, в качестве связующего, получены следующие показатели:

- снижение расхода каменноугольного пека на 6,7 кг/т алюминия;
- снижение содержания бенз(а)пирена в анодной массе на 12,4%.

Таким образом, результатами выполненных испытаний показана возможность и целесообразность использования высокотемпературного каменноугольного пека в смеси с тяжелой смолой пиролиза, что позволит зна-

чительно улучшить экологию производства алюминия с использованием технологии Содерберга, в частности снизить содержание канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны, а также рационально использовать нецелевой продукт нефтепереработки - тяжелую смолу пиролиза.

Используемая литература:

1. Салахов И.И., Екимова А.М., Зиятдинов А.Ш. Влияние углеводородного состава сырья на распределение продуктов инициированного пиролиза //Химия и технология топлив и масел. – 2005. – № 5. – С.42-46.
2. Лихтерова Н.М. Тенденции развития глубокой переработки нефти в России // Химия и технология топлив и масел. – 2004. – № 3. – С.3-7.
3. Лубинский М.И., Дошлов О.И., Лебедева И.П. К вопросу использования тяжелой

смолы пиролиза для получения углеграфитовых материалов // Тезисы докладов V респ. научно-тех. конф. молодых ученых и специалистов алюминиевой и электродной промышленности. – Иркутск. – 2007. – С. 77-78.

4. Глаголева О.Ф. Нефтяной кокс. Ресурсы сырья и технологии прокаливания // Химия и технология топлив и масел. – 2005. №3. – С. 20-23.

5. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков. Инженеров и вра-

чей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том I. Органические вещества. Под ред. засл. деят. науки проф. Н.В. Лазарева и д.м.н. Э.Н. Левиной. – Л. – Химия. – 1976. – 592 с.

6. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков. Инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том II. Органические вещества. Под ред. засл. деят. науки проф. Н.В. Лазарева и д.м.н. Э.Н. Левиной. – Л. – Химия. – 1976. – 624 с.

USE OF HEAVY PITCH OF PYROLYSIS WITH THE PURPOSE OF DECREASE{REDUCTION} IN CARCINOGENICITY BY MANUFACTURE OF ANODE WEIGHT

*Lebedeva I., Lazarev D., Лубинский М., Doshlov O.I.
(Russia)*

The summary

The expediency of use of heavy pitch of pyrolysis as a connecting component is shown, that will allow to raise efficiency of the operating enterprises of a petrochemical and metallurgical structure, owing to improvement of quality of production and decrease in an ecological load on an environment.

Keywords: heavy pitch of pyrolysis, anode weight, a coal pitch, connecting component? benzapiren

Статья поступила 23.08.2008

Рекомендована к печати 12.12.2008

Раздел III

Экологические проблемы безопасности

УДК: 504.75

СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИИ

Йосифов Д.
(Республика Болгария)

Аннотация

В статье рассматривается экологическая ситуация в минерально-сырьевом комплексе Република Болгарии. Отмечается, что кардинальное решение экологических проблем в минерально-сырьевом комплексе Република Болгарии может быть достигнуто лишь в процессе экологического управления производством на всех его стадиях (создания, функционирования, прекращения деятельности и устранения последствий).

Ключевые слова: экология, минерально-сырьевой комплекс, управление, производство

Введение

Р. Болгария маленькая страна, территория которой составляет 111 тыс. км², а население – 7,8 млн человек. Она имеет относительно хорошо развитую промышленность, существенную долю в которой занимает минерально-сырьевой комплекс (МСК). Он представлен геологической разведкой полезных ископаемых, их добычей и металлургической переработкой. До 1990 г. этот комплекс развивался в условиях плановой экономики.

I. Состояние минерально-сырьевого комплекса

В результате фундаментальных политических и экономических перемен после 1990 – 1991 годов МСК впал в глубокий кризис. Основными причинами наступившего кризиса явились: распад интеграционных связей со странами бывшего СЭВ и СССР; резкое уменьшение, вплоть до остановки производства, ряда отраслей промышленности; мощный демпинговый экспорт из стран бывшего СССР на международный рынок. После 1997 г. нача-

лось плавное повышение производства почти всех отраслей промышленности. В период 1998 – 2002 г. осуществлялась повсеместная реструктуризация и приватизация основных предприятий в Р. Болгарии в том числе и предприятий МСК.

А. Минерально-сырьевая база страны. С начала 50-х годов прошлого века в Болгарии систематически проводились целенаправленные и широко масштабные поиски и разведки полезных ископаемых. В условиях плановой экономики геологическими исследованиями занимались около 20-ти государственных предприятий и институтов. После 1997 г. они прекратили свою деятельность и на их месте возникли более 80-ти акционерных обществ. Объемы геологоразведочных работ резко сократились, и, если в периоде 1980 - 1990 г. в них ежегодно инвестировалось около 80 млн щ. д., то в новых условиях из бюджета страны выделялось всего около 1,5 млн щ. д. Минерально-сырьевая база страны практически была создана до 1990 г. и в соответствии с балансом на данный этап составляет:

а) энергетическое сырье: уголь – общие запасы составляют 2,05 млрд т., в том числе каменный уголь – 4,7 млн т., бурый – 87,8 млн т., лигниты – 1955 млн т. (96 % от общих запасов) и антрациты – 6,7 млн т. Запасы нефти – незначительные – 279 тыс. т.; газа – 2509 тыс. м и конденсата – 12,4 тыс. т.; запасы урана более 12000 т. по металлу.

б) руды – запасы железных руд составляют 25,3 млн т.; марганцевых руд – 133 млн т.; медных руд – 360 млн т.; свинцово-цинковых руд – 17,6 млн т.; золотосодержащие руды – 25,6 млн т. и россыпи – 750 – 800 м.

в) индустриальное минеральное сырье – каолин – 28 млн т.; барит – 216 млн т.; известняк – для химической и металлургической промышленности – 600 млн т.; каменная соль – 15,6 млрд т. и гипс – 88,6 млн т.

г) строительные материалы – андезиты – запасы 228 млн м; известняк – 1147 млн м; мергель – 552 млн м; мрамор – 176 млн м;

д) декоративные материалы – мрамор – 70 млн м; известняк – 13 млн м; песчанник – 17 млн м; конгломераты – 27 млн м и т.д.

Общие запасы полезных ископаемых в стране составляют 8,3 млрд т. (без каменной соли, запасы которой – 15,6 млрд т.) и распределены в 152 месторождениях. В настоящее время разрабатываются лишь 59 месторождений. Эти запасы обеспечивают потребности страны при нынешних масштабах производства на достаточно длительный период за исключением запасов цветных металлов, которые будут исчерпаны за 15-20 лет.

Долевое участие отдельных видов полезных ископаемых в общем балансе запасов как следует: руды черных, цветных и благородных металлов – 6,5 %; неметаллических ископаемых – 13,7 %; энергетическое сырье – 24,6 %; строительные материалы – 51,5 % и декоративные камни – 3,7 %.

В соответствии с Конституцией страны полезные ископаемые являются исключительной государственной собственностью. Условия и способы при которых предоставляются права поисков, разведки и добычи в т. ч. разрешения для эксплуатации получают на основе Закона о концессии и Закона о подземных богатствах.

Б. Добыча полезных ископаемых. Важно отметить что после 1990 г. деятельность горно-добывающих предприятий определялась принципиально новыми рыночными условия-

ми. Тогда началась их реструктуризация и подготовка для приватизации. Была оценена эффективность 91 рудников для добычи руд цветных, черных и благородных металлов. В результате технико-экономического анализа ликвидированы 74 из них. Из 24 обогатительных фабрик работают только 8, из которых 7 приватизированы. В сфере добычи угля были закрыты или приватизированы все подземные шахты и осталось государственным только одно крупнейшее предприятие – “Марица-восток” ЕАД. Ниже приводятся данные о годовой добыче (2005 г.) некоторых видов полезных ископаемых, а именно:

а) энергетическое сырье: каменный уголь – 170,3 тыс. т.; бурый – 2777,2 тыс. т.; лигниты – 23380,5 тыс. т.; нефть и газ; нефть – 30,2 тыс. т.; газ – 333,2 млн. м; конденсата – 2,9 тыс. т.; уран – добыча прекращена в 1992 г.

б) руды черных, цветных и благородных металлов: железные – 500 тыс. т.; марганцевые – 40 тыс. т.; медные – 24 млн т.; свинцово-цинковые – 70 тыс. т.; золотосодержащие руды – 660 тыс. т. (подземным способом) и россыпи 24 тыс м;

По основным группам других полезных ископаемых в 2005 г. было добыто: а) нерудных ископаемых – 8,803 млн т. (в том числе каменной соли – 1,900 млн т.); б) строительных материалов – 27,090 млн т.; декоративного камня – 256 тыс т. (или всего вместе с горючими и рудными полезными ископаемыми добыча составляет 87,4 млн т.). В сравнении с 1990 г., когда были добыты всего 73,50 млн т. намечается рост общего производства 16,2 %. Это свидетельствует, что в рыночных условиях горнодобывающая индустрия развивается с положительными технико-экономическими показателями и устойчивостью. Несмотря на это существует и ряд проблем, как, например, использование амортизированной и малоэффективной техники; недостаточный объем инвестиций для развития горнодобывающей отрасли.

В. Металлургическое производство. В настоящее время добывающая металлургия страны представлена 8-ю акционерными обществами. Четыре из них относятся к цветной (“КЦМ” АД г. Пловдив, “Кумерио мед” АО – г. Пирдоп, “София мед” – г. Софии, “ОЦК” АО – г. Кырджали) и два – к черной металлургии (“Кремиковци” АО – г. София и “Стомана индъстри” АО – г. Перник). Обработка тяжелых

цветных металлов, в основном, осуществляется в “София мед” АО, а алюминиевый прокат – в “Алюмет” АО – г. Шумен и “Стилимет” АО.

В 1990 году металлургия производила: стали – 1589 тыс. т.; меди – 128800 т.; свинца – 81540 т.; цинка – 83693 т.. В 2005 году производилось соответственно: стали – 2105 тыс. т.; меди – 247736 т.; свинца – 78451 т.; цинка – 100556 т., серебра – 62 т.; кадмия – 332 т.; теллура – 1145 кг; проката тяжелых цветных металлов – 42135 т.; алюминиевого проката – 38897 т. и др. Следует отметить что в 1999 г. общая продукция металлургии в ценовом выражении составляла 1,261 млрд. левов, а в 2005 г. – 5,148 млрд. левов.

II. Экологическая ситуация в минерально-сырьевом комплексе

Минерально-сырьевой комплекс является одним из основных источников, вызывающих в целом высокий уровень загрязнения окружающей среды в Р. Болгарии. Наиболее негативные экологические последствия вызывали металлургические предприятия, которые приводили к деградации земляных угодий и экосистем с трудно поправимыми последствиями. Такая обстановка была создана в районе г. Среднегория несколько лет после запуска Пирдопского медно-плавильного комбината. Основной причиной для этого обстоятельства в те времена (70-ые годы) являлось несовершенство технологий, не позволяющих эффективно устранять загрязнения окружающей среды. Подобное положение существовало на свинцово-цинковых предприятиях «КЦМ» АО и «ОЦК» АО- Кырджали. Подобное положение существовало и все еще существует на основном комбинате черной металлургии «Кремиковци» АО – г. София. Геологоразведочная деятельность и горнодобывающие отрасли по сравнению с металлургией менее вредны по экологическому воздействию на природную среду.

Геологоразведка иногда приводит к уничтожению сельскохозяйственных земель и лесов при прокладке дорог и в пунктах размещения буровых станков. При горной деятельности нарушаются ландшафты от добычи руд и складирования отвалов, а также от хвостов обогащения при флотации. Общим при всех видов металлургической и горнодо-

бывающей деятельности является загрязнение сточных вод.

Необходимо отметить, что многое было сделано за последние 10 лет по ликвидации последствий загрязнения на почти всех горнодобывающих и металлургических предприятиях, особенно в результате требований и норм европейского законодательства. Работы в этом направлении продолжаются.

А. Воздействие горнодобывающего производства. Главными причинами негативного воздействия на природную среду со стороны предприятий добычи угля и руд являются:

а) Значительные объемы пустых пород, которые транспортируются и накапливаются на отвалах. Кроме того на обогатительных фабриках в результате дробления и дезинтеграции горных пород их измельчения и химического разложения выделяются значительные массы отходов.

б) Выделение больших объемов вредных веществ, сбрасываемых в хвостохранилищах.

Ниже приводятся примеры экологического состояния трех горнодобывающих предприятий, а именно:

- «Мини Марица-изток» АО – флагман горнодобывающей отрасли страны, где ежегодно добываются в среднем 24 млн т. лигнитного угля. Открытая добыча угля сопровождается нарушением и уничтожением основных компонентов окружающей среды, создавая экологический дисбаланс в регионе. Самыми существенными из них являются:

а) изъятие значительных массивов пород, а также изменение режима уровня и химического состава подземных и поверхностных вод;

б) загрязнение почв и воздуха и запыление атмосферы;

в) нарушение почвенной и растительной поверхности и изменение рельефных форм;

г) вынужденные миграционные процессы фауны.

Характерно для деятельности фирмы – значительная работа по технической и биологической рекультивации нарушенных сельскохозяйственных площадей с целью их полного восстановления. Начиная с 1999 г. до конца 2006 г. рекультивированы 4288 га почв. Кроме того, рекультивированы все отвалы прошлых лет, где закончены горнодобывающие работы. В настоящем году будут рекультивированы

еще 130 га плодотворных почв, собраны и депонированы почти 820 000 м гумоса. В акционерном обществе созданы эффективные условия по управлению отходами, часть которых сдаются для рециклирования. На базе существующих внутренних инструкций и нормативов, а также налаженного мониторинга осуществляются надежный контроль шахтных вод. Ежегодно разрабатываются и выполняются проекты для работы очищающих станций.

- «Елаците-мед» АО. Эксплуатация месторождения ведется с 1981 г., а фирма является самым крупным горнообогатительным предприятием в Болгарии. Его годовой объем добычи составляет 12 млн т. медной руды, а по содержанию металла - 40 тыс. т. меди и 1 т. золота.

Первые работы с целью улучшения окружающей среды связаны с очисткой загрязненных вод открытого рудника, рекультивацией действующего хвостохранилища “Бенковски I”. Это хвостохранилище смогло принимать отходы перерабатываемой руды только до конца 1999 г. Поэтому в 1997 г. началось строительство нового хвостохранилища “Бенковски II”.

После приватизации рудника и обогатительной фабрики самой актуальной и важной экологической проблемой оказались ликвидация загрязнений природной среды прошлых лет. В результате прошлой эксплуатации был нарушен до степени частичной деградации ландшафт примерно в 600 га леса и около 540 га сельскохозяйственных площадей. Масса горных пород отходов и вскрыши рудника к этому времени составляла 120 млн т., которые депонировались в отвалах, а отходы флотации (180 млн т.) в обоих хвостохранилищах. Поверхностные воды загрязнялись, главным образом, повышенной кислотностью и соединениями аммиака. При сильных ветрах за счет пыления отвалов и хвостохранилищ загрязнялся воздух в районах их расположения.

До 2002 г. была осуществлена техническая рекультивация хвостохранилища “Бенковски I” на площади 180 га, которая была покрыта почвенным слоем. Одновременно с этим на этих площадях проводилось засеивание трав и древесных пород. Здесь же была проведена и биологическая рекультивация на площади более 72 га. Закончилось строительство отводящего гидротуннеля длиной 840 м. За-

вершено сооружение электрофильтров для сектора крупного дробления на руднике, где осуществляется первичное дробление руды.

В 2005 г. была принята программа ликвидации старых загрязнений, финансируемая из бюджета страны. Однако до этого были проведены работы по рекультивации хвостохранилищ на общую сумму в 3 млн левов, выделенных акционерным обществом.

- “Асарел-Медет” АО - первое в мире осуществило эффективную добычу вкрапленной руды с содержанием меди менее 0,4 %. В настоящее время на карьере “Асарел” добываются до 12 млн т. руды с содержанием меди 0,38%. Экология стала одним из приоритетных направлений деятельности фирмы. Доказательством этого являются: а) получение еще в 1996 г. сертификата ISO – 14001 для успешной работы в области окружающей среды, а в 2003 г. – сертификата OHSAS 18001 для здоровых и безопасных условий труда, б) внедрения первого в стране мониторинга; в) программа (и ее реализация) для устранения экологических загрязнений прошлых лет, которая будет выполнена до конца 2007 г. стоимостью в 12 млн евро; г) разработка ежегодных проектов в области экологии; д) построение станций очистки дренажных вод; е) резкое увеличение затрат на экологию за последние три года (см. рис.). В созвучии с выше изложенным является и девиз фирмы “От природы – людям – от людей – природе”.

В 2003 г. “Асарел-Медет” АО присоединилось к Глобальному договору ООН, предусматривающему соблюдение норм и принципов установленных Объединенными нациями в области человеческих прав, трудовых отношений и сохранения окружающей среды. Положительно следует оценить и создание “Комплексного экологического полигона”, где отрабатываются научные и практические задачи, связанные с ликвидацией последствий деятельности старого рудника “Медет”, рекультивацией Восточного отвала и очистки вод р. Медет. На предприятии применяются современные технологические схемы и новые технические решения по очистке вод, выводимых за пределы горных предприятий фирмы. Необходимо отметить и работу акционерного общества в направлении утилизации технологических отходов и сопутствующих продуктов.

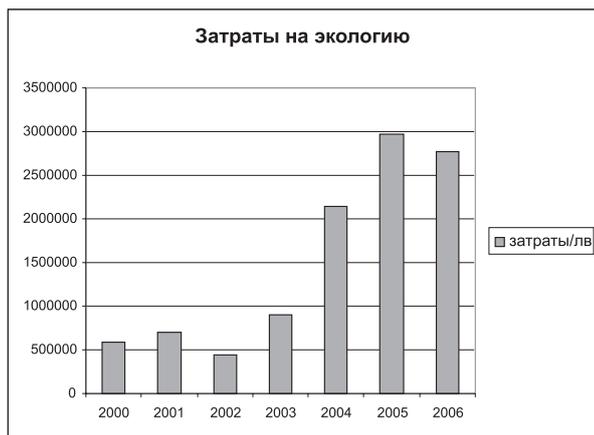


Рис.

Б. Металлургия. Заводы металлургического производства являются основным источником загрязнения почв и воды тяжелыми металлами и некоторыми токсическими элементами. Они выделяют вредные эмиссии в воздух и производят значительные объемы твердых и жидких отходов. Экологическое состояние металлургии рассмотрено на примере двух комбинатов (одного представителя цветной и одного – черной металлургии).

- **Комбинат цветных металлов г. Пловдив ("КЦМ" АО).** Еще в 1991 г. была принята программа и Генеральный проект уменьшения индустриального загрязнения в "КЦМ", предусматривающая значительные инвестиции в реконструкцию заводов с целью обеспечения нормальных экологических параметров производства. Так в период 1990 – 1994 г. была создана природоохранная система предприятия. В 1994 г. была введена в эксплуатацию централизованная система охлаждения электролита. Кроме того, была внедрена общезаводская система контроля за основными источниками пыли и диоксидов серы и их содержанием в отходящих газах.

Успехом "КЦМ" является построенная и введенная в эксплуатацию в 2005 г. центральная станция для очистки промышленно-загрязненных вод. Она включает сооружения как для механической очистки, так и для химической обработки. Станция обеспечивает надежность очистки при непрерывном снижении концентрации тяжелых металлов (Fe, Pb, Cu, Cd, As) и других нерастворимых веществ.

В "КЦМ" АО создана и функционирует надежная мониторинговая система экологического контроля. Эта система управления окружающей среды непрерывно улучшается и отвечает европейским требованиям. Она поз-

воляет проводить:

а) измерения запыленности, состава и содержания вредных веществ пыли и газов;

б) ежедневно определять pH, содержание нерастворимых веществ и тяжелых элементов как промышленных, так и питьевых вод;

в) мониторинг почв, включающий периодические отборы проб и их анализ на все вредные вещества.

Начиная с 2003 г. выполняется проект - "Уменьшение загрязнения производственной деятельности в "КЦМ" АО, финансируемый двумя иностранными банками, общая стоимость которого составляет 104 млн левов. Комбинат цветных металлов – фирма, которая осознала свою ответственность перед обществом и страной, осуществляя свою деятельность при непрерывном повышении требований к охране окружающей среды и улучшения условий труда. Фирма получила сертификаты ISO 9001 – 2000 и ISO 14001 – 2004.

- **"Кремиковци" АО.** На самом крупном комбинате черной металлургии Болгарии "Кремиковци" АО еще в 1997 г. принята долгосрочная экологическая программа, включающая конкретные проекты, такие как:

а) строительство установки для утилизации пыли в агломерационном цехе;

б) снижение выбросов известковой печи в предельно допустимых нормах;

в) пылеулавливающее сооружение бункерной эстакады;

г) строительство нового технологического электрофильтра в агломерационном цехе.

В 1998 г. в "Кремиковци" АО начались работы по устранению старых загрязнений, вызванных металлургическим производством. Тогда же была принята программа управления отходами. Ежегодно рециклингу подвергаются 1 млн – 1,5 млн т. шлаков. Снижение выбросов пыли и газа реализуется не только строительством новых высокоэффективных сооружений, но и посредством поддержания оптимального технологического режима на металлургических агрегатах, выполнения своевременных капитальных ремонтов и внедрения новых технологий.

Анализ экологического состояния МСК позволяет сделать следующие важные выводы:

а) В процессе добычи минеральных ресурсов и их переработке на флотационных фабриках и металлургическом производстве возникают отходы (пустые породы, лом, пыль) происходит загрязнение атмосферного воздуха и почв и в целом ухудшение параметров экосистем.

б) Во всех предприятиях горнодобывающей отрасли и металлургических заводах, разработаны широкомасштабные программы и детализированные проекты с целью сохранения окружающей среды и ее восстановления. Везде функционируют мониторинговые системы различного рода загрязнений. За последние годы можно отметить положительные сдвиги в экологической обстановке по всем отдельным предприятиям и заводам.

в) В стране все еще ведутся работы по ликвидации загрязнений окружающей среды прошлых лет (до приватизации). Наряду с этим следует признать, что финансовые возможности почти всех предприятий и заводов для управления природоохранной деятельностью недостаточны.

г) Важной проблемой является сокращение до минимума загрязнений в окружающую среду с использованием новой техники и технологий. Медленно внедряются рециклирующие процессы и эффективные технические средства очистки воздуха и сточных вод.

д) Реабилитационные и природоохранные мероприятия в МСК, как правило, запаздывают и реализуются после начала производственной деятельности предприятий. Это является предпосылкой накопления негативных экологических факторов, что усложняет восстановление окружающей среды. Кроме того, природоохранные мероприятия должны продолжаться и после ликвидации шахт и рудников, т. к. негативные последствия носят более длительный характер.

Необходимо отметить что для достижения результатов в области экологии минерально-сырьевого комплекса особый вклад внесли и

вносят действительные члены МАНЭБ Ц. Вутов, В. Генеvски, П. Даскалов, Л. Цоцорков, Ив. Марков, Н. Добрев, Д. Цветков и другие члены Национального отделения.

Создание Болгарского национального отделения (БНО) МАНЭБ и сотрудничество с Президиумом МАНЭБ положительно окажутся плодотворным в обмене опытом в решении экологически проблем наших стран.

Отметим что кардинальное решение экологических проблем в МСК в Р. Болгарии может быть достигнуто лишь в процессе экологического управления производством на всех его стадиях (создания, функционирования, прекращения деятельности и устранения последствий). Очень важно, если в этом процессе будет использован рационально значительный потенциал ученых страны, а также мировой опыт экологической науки и практики.

Используемая литература:

1. Минното производство за 2004 г. и баланс на запаситена полезни изкопаеми за 2005 г. на Р. България. Държавен архив.

2. Даскалов, П., О. Петков. Началото на пазарната икономика в рудодобива на Р. България //Сп. "Минно дело и геология", 2002, № 10.

3. Кемалов, П. Изграждането на централна пречиствателна станция за отпадни води на КЦМ е нова стъпка към екологизиране на производството //Бюлетин КЦМ, бр. 9, 2004.

В статье использованы материалы, предоставленные Вутовым Ц., Цоцорковым, Л., Марковым И. и Добревым Н., которым автор выражает свою благодарность.

CONDITION AND ECOLOGICAL SITUATION IN A MINERAL-RAW COMPLEX OF REPUBLIC OF BULGARIA

*D. Yosifov
(Republic of Bulgaria)*

The summary

In article the ecological situation in a mineral-raw complex Republic of Bulgaria is considered. It is marked that the cardinal decision of environmental problems in a mineral-raw complex of Republic of Bulgaria can be reached only during ecological production management at its all stages (creations, functioning, the terminations of activity and elimination of consequences).

Keywords: ecology, a mineral-raw complex, management, manufacture

Статья поступила 2.06.2008

Рекомендована к печати 5.08.2008

УДК:504.75

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ. ПАТЕНТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ.

Суфтин С.Г.
(Санкт-Петербург, Россия)

Аннотация

В данной статье приведены понятия, термины и определения в области защиты интеллектуальной собственности, авторского права, патентов и патентной информации. Приведен анализ основных положений закона, анализ состояния законодательства в области защиты авторских прав. Произведен анализ причин и следствий нарушений требования законодательства в области защиты авторских прав, ответственность за нарушения законодательства. Рассмотрены существующие на данный момент проблемы при патентных и маркетинговых исследованиях и пути их решения. Ключевые слова: интеллектуальная собственность, патентная информация, безопасность человека.

1. Введение. Интеллектуальная Собственность (ИС) остается одной из самых популярных тем делового мира, тем не менее, одной из наименее понятных. Простым языком ИС – продукт человеческого разума, результат творчества, охраняемый законом. Это нематериальная субстанция, ее нельзя осязать, она не имеет длины, высоты, ширины, цвета.

Точно так же как и материальный ресурс, ИС можно купить, продать, арендовать. Так же как и материальный ресурс, ее могут утратить и уничтожить. Ее можно застраховать, использовать в качестве залога. ИС может появиться на свет в результате моментальной вспышки вдохновения или многих лет кропотливого труда. Она может исчезнуть в одно мгновение или существовать вечно.

При всех характеристиках ИС имеет экономическую стоимость, которую зачастую недоучитывают, недооценивают. Компании, которые не обозначили ИС в качестве одного из своих приоритетов, в лучшем случае рискуют утратить конкурентные преимущества, в худшем – им угрожает несостоятельность. ИС открывает многие возможности на различных стадиях жизненного цикла компании. Она может составить основу (стартовый капитал) для начала действия предприятия или целой отрасли.

До недавнего времени считалось, что ИС заботит лишь небольшую группу инженеров и ученых, это ущербное мнение полностью себя дискредитировало. ИС занимает (должна занимать) специалистов по маркетингу и планированию производства, инженеров и разработчиков, специалистов по рекламе.

Интеллектуальный капитал в простейшем смысле слова включает в себя весь багаж знаний предприятия. Сюда относятся: процессы, идеи, проекты, разработки, методы ведения бизнеса, отчеты, публикации, базы данных, патенты, торговые знаки и знаки обслуживания и т.п.

ИС – это интеллектуальные активы, защищенные соответствующими законами. Следует отметить три кита ИС: патенты, товарные знаки, авторские права. Во многих томах специальной литературы прозаическим языком описаны все аспекты законодательства по вопросам ИС, но ничего не сказано о возможностях ее использования.

В соответствии с российским законодательством права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы подтверждает патент.

Патент - охранный документ, удостоверяющий приоритет, авторство и исключительные права патентообладателя. Патент – юридичес-

кий документ, предоставляющий его владельцу исключительные права запрещать другим использовать, продавать, предлагать к продаже, ввозить, хранить запатентованное изобретение. Патент действует только на территории выдавшей его страны.

Поговорка «невольный грех отпускается» в бизнесе недействительна. Она также не применима к патентам. Незнание о существовании патента не отменяет факт его нарушения. Поэтому прежде чем приступить к маркетингу нового продукта или внедрению нового производственного процесса, необходимо провести мониторинг действующих патентов, способных воспрепятствовать этому. Более того, желательно, чтобы подобный мониторинг предварял любые крупные инвестиции в проекты по разработке новых товаров.

Проблемам маркетинга и маркетинговых исследований посвящено большое число работ зарубежных и отечественных авторов. Интерес к проблемам в России не случаен, так как ее территория уже стала ареной конкурентной борьбы отечественных и иностранных производителей товаров, причем в большинстве случаев отечественные производители терпят поражение в этой борьбе.

Дело в том, что многие руководители, ответственные за разработку и производство промышленной продукции, не знают, как анализировать и прогнозировать этот рынок с использованием различных источников информации, какие факторы следует использовать, чтобы:

- 1) обеспечить конкурентоспособность разрабатываемой продукции,
- 2) правильно выбрать рыночную нишу,
- 3) выявить реальные требования потребителей к данной продукции и т.п.

Ответы на эти вопросы можно найти в работах по маркетингу и маркетинговым исследованиям, однако в большинстве работ отсутствует упоминание о патентной информации как об источнике информации, привлекаемой при проведении маркетинговых исследований.

Хотя сами патенты являются инструментом маркетинга и служат мощным оружием в конкурентной борьбе, патентная информация ранее не рассматривалась специалистами – маркетингологами как эффективный инструмент анализа рынка.

2. Понятие Интеллектуальной Собственности (ИС). Понятие *интеллектуальной собственности* тесно связано с умственной деятельностью человека, потому что изначально именно человек является владельцем и распорядителем тех идей, которые родились в процессе этой деятельности.

Данные результаты умственной деятельности могут реализовываться в следующих объектах, которые перечислены в Международной конвенции об учреждении Всемирной организации интеллектуальной собственности:

- литературные, художественные и научные произведения;
- исполнительская деятельность артистов, звукозапись, радио- и телевизионные передачи;
- изобретения во всех областях человеческой деятельности;
- научные открытия;
- промышленные образцы;
- товарные знаки, знаки обслуживания, фирменные наименования и коммерческие обозначения;
- иные объекты, возникшие в процессе умственной деятельности.

Все эти объекты, созданные человеком, могут активно использоваться в процессе деятельности организаций при производстве товаров, услуг, в рекламе и в иной деятельности. Поэтому, интеллектуальной собственностью обладают не только физические лица, но и юридические.

В соответствии с вышесказанным, Гражданский кодекс РФ дает следующее определение *интеллектуальной собственности*: «интеллектуальная собственность - исключительное право гражданина или юридического лица на результаты интеллектуальной (в первую очередь, творческой - Авт.) деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации юридического лица, индивидуализации продукции, выполняемых работ или услуг (фирменное наименование, товарный знак, знак обслуживания и т. п.) При этом исключительное право означает, что использование результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации может осуществляться третьими лицами только с согласия правообладателя».

Но возникает вопрос - кого считать правообладателем, если, например, один и тот же объект используют несколько лиц? По общему правилу, правообладателем будет то лицо,

у которого впервые появился результат умственной деятельности. Но для тех объектов, которые наиболее активно используются в коммерческой деятельности, законодательство устанавливает особое условие возникновения исключительных прав - это их регистрация. При этом мировая практика исходит из того, что в отношениях между лицами, использующими в коммерческой деятельности результаты творчества, необходимо наличие государственного органа, который закрепляет права в отношении охраноспособного объекта, обладает полученными в процессе регистрации сведениями о владельцах, является гарантом исключительных прав и который способен выступать арбитром в спорах. Патентным ведомством России регистрируются в целях предоставления исключительных прав следующие объекты: изобретения, промышленные образцы, полезные модели, товарные знаки, знаки обслуживания, наименования.

Институтом гражданского права, который регулирует отношения, связанные с использованием результатов умственной деятельности, является право интеллектуальной собственности. Нормы права ИС содержатся в следующих актах: Конституции РФ, Гражданском кодексе, Уголовном кодексе, Законе «Об авторском праве и смежных правах», Законе «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров», Патентном законе РФ и в иных источниках.

Таким образом, Закон предоставляет возможность получения исключительных прав на интеллектуальную собственность. Необходимо лишь продуманное отношение владельца к ее охране и забота о ней. И поверьте, если используемые Вами результаты умственной деятельности действительно оригинальны, они будут всегда востребованы третьими лицами и конкурентами.

3. Объект авторского права. Объектом права является то, на что распространяют свое действие правовые нормы. Авторское право распространяется на произведения науки, литературы и искусства, являющиеся результатом творческой деятельности, независимо от назначения и достоинства произведения, а также от способа его выражения (ст. 6 ЗоАП).

Несмотря на то, что законодательство РФ не содержит определения произведения, указанная статья приводит признаки и черты, ко-

торыми должно обладать и обладает любое произведение, которому предоставляется авторско-правовая охрана.

1. Прежде всего, следует отметить, что произведение является благом нематериальным, поскольку результатом творческой деятельности может быть только совокупность идей, мыслей и образов, а не материальные объекты. Поэтому следует отличать само произведение, имеющее нематериальную сущность, от формы его воплощения, а иначе – от материального носителя. П. 5 ст. 6 прямо указывает на то, что авторское право на произведение не связано с правом собственности на материальный объект, в котором произведение выражено. Однако следует отметить, что иногда само произведение и его материальный носитель являются одним целым. Примером тому является картина. Но все равно, право собственности (вещное право) распространяется на полномочия по владению, пользованию и распоряжению самой картиной (единичным экземпляром), а авторское право защищает от ее использования в форме воспроизведения, заимствования, распространения, публичного показа и других формах без разрешения правообладателя.

Передача права собственности на материальный объект или права владения материальным объектом сама по себе не влечет передачи авторских прав. Поэтому, например, купив рукопись, нельзя без разрешения автора опубликовать ее.

2. Произведение должно быть творческим результатом. Строго говоря, в Законе речь идет о творческой деятельности, но все-таки, более важен аналогичный признак результата. И вот почему.

По мнению большинства ученых, о творческом характере произведения говорит его новизна. При этом новизна рассматривается как синоним оригинальности. Хотя оригинальность характеризуется тем, что указывает на уникальность объекта вообще, а новизна – о неизвестности в какой-либо момент.

Многие объективно новые творческие результаты могут быть достигнуты, получены разными лицами, работающими параллельно, независимо друг от друга. Авторское право не охраняет те творческие результаты, которые могут создаваться параллельно. Этот вывод следует из того обстоятельства, что понятия

приоритета в авторском праве нет, т.е. право-обладатель не определяется исходя из первенства во времени и более ранней даты представления произведения какому-либо органу или структуре. Также лица, создавшие результат при независимой друг от друга работе не признаются соавторами, поскольку соавторство – это совместное участие. Отсюда следует вывод – авторское право охраняет лишь те творческие результаты, которые являются уникальными, неповторяющимися при параллельном творчестве, т.е. оригинальными. Фактически, это означает, следующее если будет доказано, что все-таки результат (объект) получен при параллельной работе разными лицами, а не заимствован, то он не является объектом авторского права и ему не предоставляется авторско-правовая охрана.

Именно поэтому Закон “Об авторском праве и смежных правах” охраняет лишь форму произведения (т.е. - форму выражения идей, мыслей автора с помощью языка, образов, структуры материала), а не его содержание, потому что предполагается, что элементы содержания не являются оригинальными. При этом не имеет значения, являются ли такие элементы новыми, поскольку новизны не достаточно для возникновения охраны по авторскому праву. Ст. 6 прямо указывает элементы содержания произведения, на которые авторское право не распространяется, идеи, методы, процессы, системы, способы, концепции, принципы, открытия, факты. Некоторым из этих результатов творчества может быть предоставлена охрана нормами патентного права. Например, если в произведении описано изобретение, то авторское право не защитит от его использования, а обеспечит лишь охрану того, как описано техническое решение, с помощью каких терминов и каким образом. Само изобретение может быть запатентовано.

Авторское право распространяется на все произведения, независимо от их назначения и достоинств. Это означает, что охрану получает как высокохудожественное произведение, так и не принимаемое обществом в качестве произведения искусства (в эстетическом смысле слова) и достижения культуры. Такой подход совершенно справедлив, поскольку иное решение обеспечило бы влияние субъективного мнения на вопрос о предоставлении охраны, а критериев определения достоинств

произведения быть не может.

Данная черта тесно связана со вторым признаком. Ведь не смотря на то, что художественные достоинства произведения могут быть не высоки, оно должно быть оригинальным. Поэтому при определении того, является ли результат творческой деятельности объектом авторского права, следует установить, может ли он быть достигнут разными лицами при параллельном творчестве. Этот принцип очень важен, поскольку независимость от достоинств означает, что объектами авторского права являются небольшие рисунки, логотипы, высказывания, а также часть произведения (включая его название), если может использоваться самостоятельно (см. п. 3 ст. 6). И иногда трудно определить, распространяется ли на какое-либо творческое решение нормы авторского права. Например, есть название произведения или строчка. Конечно, невозможно представить, чтобы запрет налагался на использование любого названия произведения (т.е. слова или словосочетания) практически в любой форме и любым способом без разрешения автора. Чтобы быть объектом авторского права, название должно отражать творческую самобытность автора, являться оригинальным и неповторяющимся. Это, в принципе, относится ко всем произведениям, их элементам.

3. Авторское право распространяется как на обнародованные, так и необнародованные произведения, существующие в какой-либо объективной форме. То есть, произведение должно быть доступно для восприятия людьми, а не существовать в виде замысла, идеи в воображении автора.

Можно привести следующие объективные формы выражения произведения:

- а) письменная;
- б) устная (публичное произнесение, исполнение и т.д.);
- в) звуко - или видеозапись;
- г) изображение (рисунок, эскиз, план, чертеж и т.д.);
- д) объемно-пространственная;
- е) другие (перечень не ограничен)

Следует отметить, что в законодательстве не указано на необходимость наличия возможности воспроизведения, которая связана с формой выражения произведения. Таким образом, законодатель признал, что авторским

правом охраняются любые выраженные в произведении, в том числе и те, объективная форма которых не связана с материальным носителем. Конечно, защита произнесенных речей или сыгранной музыки, которые не записаны, вызовет определенные трудности.

Законодательством установлены те объекты, которые не являются объектами авторского права. Прежде всего, это те из них, которые не обладают признаками и чертами произведения, указанными выше. Например, если достигнут не творческий, а именно технический результат (в результате технической работы), то он нормами авторского права не охраняется.

Однако есть и такие произведения, которые обладают всеми признаками, но не являются объектами авторского права в силу прямого указания закона:

1. официальные документы (законы, судебные решения, иные тексты законодательного, административного и судебного характера), а также их официальные переводы;

2. государственные символы и знаки (флаги, гербы, ордена, денежные знаки и иные государственные символы и знаки) следует отметить, что, во-первых, речь идет именно о государственных символах и знаках, а, во-вторых, таковыми они становятся с момента официального утверждения;

3. произведения народного творчества, их отнесли к неохраняемым произведениям, поскольку они основаны на повторяемости образов, символов, автором которых является сам народ;

4. сообщения о событиях и фактах, имеющие информационный характер и не включающие в себя элементы творчества. Снабжение их комментариями или предоставление в оригинальной форме обеспечивает охрану формы представления сообщений.

Примеры конкретных объектов авторского права можно привести следующие:

- литературные произведения;
- программы для ЭВМ и базы данных;
- произведения сценарного искусства;
- хореографические произведения и пантомимы;
- музыкальные произведения с текстом и без текста;
- фильмы и другие аудиовизуальные произведения;
- произведения живописи, скульптуры, гра-

фики, дизайна, графические рассказы, комиксы и другие произведения изобразительного искусства;

- произведения декоративно-прикладного и сценографического искусства;
- произведения архитектуры, градостроительства и садово-паркового искусства;
- фотографические произведения и произведения, полученные способом, аналогичными фотографии;
- географические, геологические и другие карты, планы, эскизы и пластические произведения

Этот перечень открытый, и может быть продолжен, что несомненно способствует свободе творчества.

4. Патент. Патент является важнейшим инструментом маркетинга, так как одним из самых необходимых шагов выхода на рынок продукции конкретного вида – это патентование новинок, используемых в продукции с целью исключения их безвозмездного копирования конкурентами.

Особенную ценность в маркетинговых исследованиях представляет полное описание изобретения. Патент содержит:

Во-первых, информацию технического характера, которая позволяет ответить на следующие вопросы, представляющие интерес для исследователя - маркетолога:

- какой вид продукции является объектом совершенствования в данном изобретении;
- какие технико-экономические показатели могут быть улучшены при использовании данного изобретения;
- насколько широко может быть использовано изобретение с учетом области техники, к которым оно относится, и возможных сфер применения, которые охарактеризованы в патентном описании.

Во-вторых, описание содержит информацию правового характера, сосредоточенную в формуле изобретения, в патентных притязаниях, которые определяют границы действия патента.

В-третьих, описание изобретения содержит информацию о патентовладельце и авторе (авторах) изобретения, которая содержится на титульном листе описания, и используется для анализа условий конкуренции на рынке продукции.

Описание изобретения можно во всех случаях рассматривать как анкету, в которой изобретатель отвечает на ряд обязательных вопросов, сформулированных патентным ведомством. В настоящее время в большинстве стран требования, предъявляемые к описанию изобретения, унифицированы, что облегчает их анализ, обработку и систематизацию при проведении маркетинговых исследований на основе патентной информации.

К числу вопросов, на которые должен ответить изобретатель относятся:

1) к какой области техники относиться изобретение, и каковы возможные области его применения;

2) какие технические решения (аналоги) были известны до подачи заявки на выдачу патента и какие недостатки им были присущи, при этом изобретатель должен указать какие недостатки устраняются данным изобретением;

3) изобретатель, формулируя цель изобретения, должен указать на преимущества, которые могут быть получены при использовании изобретения, а формулируя задачу изобретения, указать на технический результат от использования технического новшества в сравнении с аналогами;

4) изобретатель указывает объект изобретения (устройство, способ или вещество) и охарактеризовать его совокупность существенных признаков с выделением новых в сравнении с ближайшими аналогами;

5) возможные варианты реализации новшества, описать конкретные примеры осуществления изобретения.

Патентное ведомство на стадии формальной экспертизы анализирует описание изобретения к заявке на выдачу патента, для установления наличия в описании ответа на каждый из указанных вопросов. Поэтому все публикуемые патентными ведомствами описания изобретений содержат полные ответы на указанные вопросы.

5. Защита прав на патент и товарный знак (торговой марки, бренда), а также полезную модель и промышленный образец. Защита интеллектуальной собственности осуществляется в соответствии с законодательством. В соответствии с Законом Российской

Федерации «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров» от 23 сентября 1992 года № 3520—1, а также Патентным Законом Российской Федерации от 23 сентября 1992 года № 3517—1 по окончании государственной регистрации товарного знака (торговой марки или бренда) правообладателю уполномоченным органом выдается Свидетельство на товарный знак, а по регистрации изобретения, полезной модели или промышленного образца автору (иному правообладателю) выдается патент на соответствующий объект промышленной собственности. Указанные документы подтверждают исключительные права обладателя патента (лица указанного в качестве обладателя) в отношении соответствующих объектов промышленной собственности.

На основании Свидетельства на товарный знак и Патента правообладатель может обращаться в суд за защитой своих нарушенных прав, предъявлять претензии нарушителям о прекращении нарушения исключительных прав на определенные объекты промышленной интеллектуальной собственности, а также заключать договоры о передаче исключительных (неисключительных) прав на товарный знак, изобретение, полезную модель или промышленный образец.

При осуществлении защиты нарушенных прав на товарный знак правообладатель уполномочен Законом Российской Федерации «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров» помимо требований о прекращении нарушения или взыскания причиненных убытков может просить суд о:

1) публикации судебного решения в целях восстановления деловой репутации потерпевшего;

2) удаления за счет нарушителя с контрафактных товаров, этикеток, упаковок незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения либо уничтожения за счет нарушителя контрафактных товаров, этикеток, упаковок в случае невозможности удаления с них незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения, за исключением случаев обращения этих контрафактных товаров, этикеток, упаковок в доход государства или их передачи правообла-

телю по его заявлению в счет возмещения убытков или в целях их последующего уничтожения.

Правообладателями могут быть использованы при защите прав в суде, предъявлении претензии об устранении нарушения прав интеллектуальной собственности, все положения Гражданского Кодекса Российской Федерации, включая статью 395, согласно которой «За пользование чужими денежными средствами вследствие их неправомерного удержания, уклонения от их возврата, иной просрочки в их уплате либо неосновательного получения или сбережения за счет другого лица подлежат уплате проценты на сумму этих средств. Размер процентов определяется существующей в месте жительства кредитора, а если кредитором является юридическое лицо, в месте его нахождения учетной ставкой банковского процента на день исполнения денежного обязательства или его соответствующей части», если иное не установлено соответствующим авторским договором.

6. Ответственность за нарушение авторских прав, прав на товарный знак, патенты. За совершенное правонарушение, в том числе в авторско-правовой сфере, в отношении нарушителя может наступать ответственность трех видов, согласно действующему законодательству:

- гражданско-правовая ответственность,
- административная
- уголовная.

Гражданско-правовая ответственность.

Согласно статье 49 Закона Российской Федерации «Об авторском праве и смежных правах» от 23 июля 1993 г. № 5351—1 (далее Закон) «автор, обладатель смежных прав или иной обладатель исключительных прав вправе защищать свои права способами, предусмотренными Гражданским кодексом Российской Федерации». В следующей части этой же статьи законодатель предусмотрел конкретные размеры возможного возмещения убытков, причиненных автору нарушителем. Такой подход в российском законодательстве встречается достаточно редко, однако делает указанный «отраслевой» Закон практически применимым и эффективным средством, предоставленным автору, по защите авторских прав. Обладатели исключительных прав вправе требовать по

своему выбору от нарушителя вместо возмещения убытков выплаты компенсации:

- в размере от 10 тысяч рублей до 5 миллионов рублей, определяемом по усмотрению суда, арбитражного суда или третейского суда исходя из характера нарушения;

- в двукратном размере стоимости экземпляров произведений или объектов смежных прав либо в двукратном размере стоимости прав на использование произведений или объектов смежных прав, определяемой исходя из цены, которая при сравнимых обстоятельствах обычно взимается за правомерное использование произведений или объектов смежных прав.

В статье 46 Закона Российской Федерации «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров» от 23 сентября 1992 года № 3520—1 «Защита гражданских прав от незаконного использования товарного знака помимо требований о прекращении нарушения или взыскания причиненных убытков осуществляется также путем:

- публикации судебного решения в целях восстановления деловой репутации потерпевшего;

- удаления за счет нарушителя с контрафактных товаров, этикеток, упаковок незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения либо уничтожения за счет нарушителя контрафактных товаров, этикеток, упаковок в случае невозможности удаления с них незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения, за исключением случаев обращения этих контрафактных товаров, этикеток, упаковок в доход государства или их передачи правообладателю по его заявлению в счет возмещения убытков или в целях их последующего уничтожения.

Выше указанное правило статьи 395 и иные положения о возмещении ущерба и ответственности Гражданского Кодекса Российской Федерации распространяется также и на нарушения прав на товарный знак, изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

Из положения, указанного Закона следует, что „Лицо, производящее предупредительную маркировку по отношению к незарегистрированному в Российской Федерации товарному знаку или наименованию места происхождения товара, несет ответственность в порядке,

предусмотренном законодательством Российской Федерации», в частности Законом РСФСР «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» от 22.03.1991 № 948—1.

Административная ответственность.

Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (далее КоАП), как и УК РФ, установил 2 состава административных правонарушений:

Нарушение авторских и смежных прав, изобретательских и патентных прав (статья 7.12 КоАП):

1. Ввоз, продажа, сдача в прокат или иное незаконное использование экземпляров произведений или фонограмм в целях извлечения дохода в случаях, если экземпляры произведений или фонограмм являются контрафактными в соответствии с законодательством Российской Федерации об авторском праве и смежных правах либо на экземплярах произведений или фонограмм указана ложная информация об их изготовителях, о местах их производства, а также об обладателях авторских и смежных прав, а равно иное нарушение авторских и смежных прав в целях извлечения дохода -

- влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от пятнадцати до двадцати минимальных размеров оплаты труда с конфискацией контрафактных экземпляров произведений и фонограмм, а также материалов и оборудования, используемых для их воспроизведения, и иных орудий совершения административного правонарушения;

- на должностных лиц — от тридцати до сорока минимальных размеров оплаты труда с конфискацией контрафактных экземпляров произведений и фонограмм, а также материалов и оборудования, используемых для их воспроизведения, и иных орудий совершения административного правонарушения;

- на юридических лиц — от трехсот до четырехсот минимальных размеров оплаты труда с конфискацией контрафактных экземпляров произведений и фонограмм, а также материалов и оборудования, используемых для их воспроизведения, и иных орудий совершения административного правонарушения.

2. Незаконное использование изобретения, полезной модели либо промышленного образца, разглашение без согласия автора или заявителя сущности изобретения, полезной модели либо промышленного образца до официального опубликования сведений о них, присвоение авторства или принуждение к соавторству:

- влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от пятнадцати до двадцати минимальных размеров оплаты труда;

- на должностных лиц — от тридцати до сорока минимальных размеров оплаты труда;

- на юридических лиц — от трехсот до четырехсот минимальных размеров оплаты труда».

- Незаконное использование товарного знака (статья 14.10 КоАП):

- «Незаконное использование чужого товарного знака, знака обслуживания, наименования места происхождения товара или сходных с ними обозначений для однородных товаров -

- влечет наложение административного штрафа:

- на граждан в размере от пятнадцати до двадцати минимальных размеров оплаты труда с конфискацией предметов, содержащих незаконное воспроизведение товарного знака, знака обслуживания, наименования места происхождения товара;

- на должностных лиц — от тридцати до сорока минимальных размеров оплаты труда с конфискацией предметов, содержащих незаконное воспроизведение товарного знака, знака обслуживания, наименования места происхождения товара;

- на юридических лиц — от трехсот до четырехсот минимальных размеров оплаты труда с конфискацией предметов, содержащих незаконное воспроизведение товарного знака, знака обслуживания, наименования места происхождения товара».

Уголовная ответственность.

За нарушение прав на объекты интеллектуальной собственности Уголовным Кодексом Российской Федерации (далее УК РФ) предусмотрено два состава преступления: нарушение авторских и смежных прав и нарушение изобретательских и патентных прав.

Нарушение авторских и смежных прав (статья 146 УК РФ):

1. Присвоение авторства (плагиат), если это деяние причинило крупный ущерб автору или иному правообладателю, — наказывается штрафом в размере до двухсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до восемнадцати месяцев, либо обязательными работами на срок от ста восьмидесяти до двухсот сорока часов, либо арестом на срок от трех до шести месяцев. (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ)

2. Незаконное использование объектов авторского права или смежных прав, а равно приобретение, хранение, перевозка контрафактных экземпляров произведений или фонограмм в целях сбыта, совершенные в крупном размере, — наказываются штрафом в размере до двухсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до восемнадцати месяцев, либо обязательными работами на срок от ста восьмидесяти до двухсот сорока часов, либо лишением свободы на срок до двух лет. (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ)

3. Деяния, предусмотренные частью второй настоящей статьи, если они совершены:

а) утратил силу — Федеральный закон от 08.12.2003 N 162-ФЗ;

б) группой лиц по предварительному сговору или организованной группой;

в) в особо крупном размере;

г) лицом с использованием своего служебного положения, — наказываются лишением свободы на срок до пяти лет со штрафом в размере до пятисот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех лет либо без такового. (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ).

Деяния, предусмотренные настоящей статьей, признаются совершенными в крупном размере, если стоимость экземпляров произведений или фонограмм либо стоимость прав на использование объектов авторского права и смежных прав превышают пятьдесят тысяч рублей, а в особо крупном размере — двести пятьдесят тысяч рублей. (в редакции Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ).

В целом указанная статья УК РФ не требу-

ет особого комментария, однако, стоит обратить внимание на то, что сформулированный состав преступления является материальным. Это значит, что преступления считается совершенным только в случае наступления общественно-опасных последствий в виде причинения ущерба правообладателю в указанном статьей размере».

Нарушение изобретательских и патентных прав (статья 147 УК РФ):

1. Незаконное использование изобретения, полезной модели или промышленного образца, разглашение без согласия автора или заявителя сущности изобретения, полезной модели или промышленного образца до официальной публикации сведений о них, присвоение авторства или принуждение к соавторству, если эти деяния причинили крупный ущерб, — наказываются штрафом в размере до двухсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до восемнадцати месяцев, либо обязательными работами на срок от ста восьмидесяти до двухсот сорока часов, либо лишением свободы на срок до двух лет. (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ)

2. Те же деяния, совершенные группой лиц по предварительному сговору или организованной группой, — (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ) наказываются штрафом в размере от ста тысяч до трехсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до двух лет, либо арестом на срок от четырех до шести месяцев, либо лишением свободы на срок до пяти лет. (в ред. Федерального закона от 08.12.2003 N 162-ФЗ).

Данный состав преступления также сформулирован законодателем как материальный.

7. Способы защиты нарушенных прав.

Согласно ГК РФ защита гражданских прав осуществляется путем:

- признания права;
- восстановления положения, существовавшего до нарушения права, и пресечения действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения;
- признания оспоримой сделки недействительной и применения последствий ее недействительности, применения последствий недействительности ничтожной сделки;

- признания недействительным акта государственного органа или органа местного самоуправления;

- самозащиты права;
- присуждения к исполнению обязанности в натуре;

- возмещения убытков;
- взыскания неустойки;
- компенсации морального вреда;
- прекращения или изменения правоотношения;

- неприменения судом акта государственного органа или органа местного самоуправления,

- противоречащего закону;
- иными способами, предусмотренными законом.

Почти каждый из указанных способов могут быть использованы при защите собственных прав, однако, на некоторых из них следует остановиться подробнее, как более эффективных.

1. Прежде всего, это второй способ защиты прав, который выражается в *устранении нарушения*, например, можно требовать обязать нарушителя изъять с Интернет – сайта производство, правами на которое обладает законный правообладатель или конфискацию контрафактных экземпляров произведения.

2. Следующим шагом по защите нарушенных прав может стать *требование правообладателя о возмещении убытков*. Так согласно статье 49 Закона Российской Федерации «Об авторском праве и смежных правах» «Обладатели исключительных прав вправе требовать по своему выбору от нарушителя вместо возмещения убытков выплаты компенсации:

- в размере от 10 тысяч рублей до 5 миллионов рублей, определяемом по усмотрению суда, арбитражного суда или третейского суда исходя из характера нарушения;

- в двукратном размере стоимости экземпляров произведений или объектов смежных прав либо в двукратном размере стоимости прав на использование произведений или объектов смежных прав, определяемой исходя из цены, которая при сравнимых обстоятельствах обычно взимается за правомерное использование произведений или объектов смежных прав.

А Закон РФ «О товарных знаках, знаках об-

служивания и наименованиях мест происхождения товаров» уполномочивает правообладателя помимо требований о прекращении нарушения или взыскания причиненных убытков просить суд о:

- публикации судебного решения в целях восстановления деловой репутации потерпевшего;

- удаления за счет нарушителя с контрафактных товаров, этикеток, упаковок незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения либо уничтожения за счет нарушителя контрафактных товаров, этикеток, упаковок в случае невозможности удаления с них незаконно используемого товарного знака или сходного с ним до степени смешения обозначения, за исключением случаев обращения этих контрафактных товаров, этикеток, упаковок в доход государства или их передачи правообладателю по его заявлению в счет возмещения убытков или в целях их последующего уничтожения.

Отдельно следует сказать о 395 статье ГК РФ, согласно которой «За пользование чужими денежными средствами вследствие их неправомерного удержания, уклонения от их возврата, иной просрочки в их уплате либо неосновательного получения или сбережения за счет другого лица подлежат уплате проценты на сумму этих средств».

Указанные требования могут быть предъявлены правообладателем нарушителю как в судебном, так и досудебном, т.е. претензионном порядке.

8. Патентная информация – эффективный инструмент маркетинга. Патентная информация – это информация обо всех видах объектов промышленной собственности, не только изобретений, но и полезных моделей, промышленных образцов, товарных знаках и знаках обслуживания, которая публикуется в изданиях патентных ведомств различных стран, региональных патентных ведомств (Европейское патентное ведомство), международных организаций Всемирная организация интеллектуальной собственности – ВОИС) и информационных центрах (Derwent – Великобритания, РЖ ВИНТИ – Россия и т.д.).

Патентная информация публикуется в виде:

- полных описаний к заявкам и выданным

патентам,

- рефератов и
- библиографических данных.

Наибольшую ценность представляют полные описания изобретений.

Патентная информация имеет ряд преимуществ перед другими видами информации, что делает ее незаменимой при проведении патентно-информационных исследований. Основными преимуществами патентной информации являются:

- патентная информация содержит сведения о научно-технических достижениях разработчиков ведущих стран мира. Сведения об этих достижениях дублируются в других видах информации (научной, рекламной) только на 20-30%;

- полное описание изобретений имеет стандартную структуру, что облегчает доступ к тем или иным сведениям;

- патентная информация имеет хорошо разработанную классификацию, единую для большинства стран мира (МПК), что облегчает проведение поиска;

- наличие в описаниях изобретений сведений о заявителе, патентообладателе, изобретателе дает дополнительную информацию о научно-технических достижениях;

- патентные ведомства ведущих стран мира, ЕПВ и ВОИС представили свои патентные фонды в базах данных Интернета, что сокращает трудоемкость патентного поиска.

Маркетинговые исследования немислимы без формирования баз данных на основе патентной информации. На основе проработки описаний изобретений формируется своего рода «досье» на каждое новшество. «Досье» должно содержать основные разделы:

- название изобретения,
- библиографические данные (номер патента, страна патентования, номер заявки, дата приоритета, дата публикации и т.д.),
- данные о заявителе,
- автор, данные о нем,
- область применения изобретения,
- цель и задачи изобретения,
- улучшаемый с помощью изобретения технико-экономический показатель,
- техническая сущность изобретения (отличительные признаки),
- чертеж, принципиальная схема,
- формула изобретения (главные и незави-

симые пункты),

- степень готовности изобретения к использованию, уровень разработки: идея, НИР, ОКР, промышленное освоение,

- правовой статус патента (действует или нет),
- источники информации, принятые во внимание при подаче заявки и ее экспертизе,

- наличие патентов – аналогов (номера патентов, страны патентования),

- сведения о переуступке прав на патент или продажи лицензии,

- недостатки изобретения,

- данные о не патентных источниках информации, содержащих ссылку на изобретение,

- количество пунктов формулы изобретения
- примеры осуществления изобретения.

Библиографические данные изобретения вместе с названием могут быть использованы для проведения ряда исследований, связанных с анализом рынка.

Например, распределение патентов на изобретения, относящихся к конкретному виду продукции, по *фирмам – патентовладельцам* позволяет сформировать эти фирмы по степени активности на рынке данной продукции.

Распределение патентов, выданных отдельным фирмам, *по годам приоритета* позволяет выявить тенденции в развитии этих фирм.

Распределение патентов, выданных отдельным фирмам, *по странам патентования* позволяет выявить интересы этих фирм в отношении рынков конкретных стран и т.п.

Патентные исследования – это исследования проводимые в процессе создания, освоения и реализации промышленной продукции с целью обеспечения высокого технического уровня и конкурентоспособности этой продукции, а также сокращение затрат на создание продукции за счет исключения дублирования исследований и разработок. Патентные исследования проводятся на основе анализа источников патентной информации с привлечением других видов научно-технической и рекламной информации, содержащих сведения о последних научных достижениях, связанных с разработкой промышленной продукции, о состоянии и перспективах развития рынка продукции данного вида.

Патентные исследования проводятся с целью:

- отбора наиболее коммерчески значимых

научных достижений из числа последних достижений, связанных с совершенствованием продукции;

- оценки технического уровня продукции на различных этапах ее жизненного цикла. Это необходимо для принятия решений о постановке продукции на производство и снятии ее с производства;

- определения патентоспособности изобретения, в процессе создания новой продукции, целесообразности патентования в одной или нескольких странах;

- определения условий беспрепятственной реализации продукции на рынке конкретной страны или ряда стран без нарушения прав третьих лиц, владеющих патентами (экспертиза на патентную чистоту);

- анализа тенденций развития рынка продукции конкретного вида. Это позволяет прогнозировать спад в развитии рынка конкретной продукции или его рост, что необходимо для выработки управленческих решений;

- для анализа условий конкуренции на рынке продукции конкретного вида, включая выявление потенциальных конкурентов, анализ направлений их деятельности, выбор рыночной ниши;

- для стоимостной оценки изобретения при решении вопроса о продаже или покупке лицензии.

Изобретения. *Изобретения* защищаются патентами, выдаваемыми от имени государства Патентным ведомством. Эффективность защиты патентом на изобретение целиком зависит от формулы изобретения, поскольку именно в ее независимые пункты определяют весь объем юридической защиты.

Основные признаки изобретения, отвечающие за эффективность патентования:

- мировая новизна,
- изобретательский уровень,
- возможность неоднократного применения в промышленности заявленного технического устройства или способа.

Патент на изобретение действует в течение 20 лет. Международное патентование осуществляется не позднее 1 года с даты национального приоритета изобретения (на основании Договора о патентной кооперации или путем подачи отдельных заявок в каждой соответствующей стране).

Полезные модели. *Полезные модели* называют «малыми изобретениями». По своей сути они сходны с изобретениями, однако «проигрывают» им по признаку изобретательского уровня. Кроме того, в отличие от изобретения, полезной моделью может быть только техническое устройство, но не технология или промышленный способ.

Преимущество патента на полезную модель — максимально упрощенная процедура выдачи патента: патент на полезную модель выдается лишь при выполнении формальных требований, касающихся представления документации в Патентное ведомство.

Никакой экспертизы на патентоспособность не проводится. Но риск аннулирования патента на полезную модель несколько выше, чем в случае с патентом на изобретение, поскольку если было заявлено устройство, не обладающее мировой новизной, любое лицо вправе аннулировать патент на полезную модель по этому критерию.

Патент на полезную модель действует в течение 5 лет с возможным продлением не более, чем на 3 года.

Промышленные образцы. *Промышленный образец* — это дизайнерское решение изделия, получаемого промышленным способом. Именно оригинальный внешний вид продукции или упаковки привлекает покупателей, позволяет им отдать предпочтение товарам того или иного производителя.

Назначение патента на промышленный образец — обеспечить защиту прав законных владельцев подобных художественно-конструкторских решений от несанкционированного использования /копирования/ другими лицами.

Патент на промышленный образец, изданный от имени государства, гарантирует более весомую правовую защиту, нежели авторское право, охраняющее произведения дизайна без какого-либо государственного удостоверения.

Основные требования к промышленному образцу:

- мировая новизна,
- оригинальность.

Промышленный образец — художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного про-

изводства, определяющее его внешний вид.

Промышленный образец как художественно-конструкторское решение внешнего вида изделий является средством, придающим изделию эстетическую привлекательность и повышающим потребительский спрос на изделие на рынке. В связи с этим Европейским парламентом и Советом Европейского союза в 1998 г. рекомендовано странам ЕС использовать следующее определение понятия «промышленный образец»:

Промышленный образец — внешний вид всего или части изделия, получаемый, в частности, из линий, контуров, цветов, формы, текстуры и/или материалов самого изделия и/или его орнаментации.

Не все промышленные образцы могут получить охрану патентом. Существует несколько условий:

1) Само изделие, к которому относится промышленный образец, должно быть изделием промышленного или кустарно-ремесленного производства.

2) Не признаются патентоспособными промышленные образцы:

- обусловленные исключительно технической функцией;
- касающиеся объектов архитектуры;
- промышленных, гидротехнических и других стационарных сооружений,
- относящиеся к «изделиям» неустойчивой формы из жидких, газообразных, сыпучих или им подобных веществ;
- противоречащие принципам гуманности и морали.

3) Патентным законом РФ установлены два условия патентоспособности промышленного образца:

- новизна

Промышленный образец признается новым, если совокупность его существенных признаков, нашедших отражение на изображениях изделия и приведенных в перечне существенных признаков промышленного образца, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца;

- оригинальность

Промышленный образец признается *оригинальным*, если его существенные признаки определяют творческий характер изделия.

Авторские права — совокупность правомочий автора (правообладателя), закрепленных действующим законодательством и направленных на использование произведения, а также на осуществление и защиту личных неимущественных прав автора.

Возникновение авторских прав непосредственно связано с фактом создания произведения. При этом не требуется специального оформления или регистрации, но для обеспечения дополнительной защиты существует регистрация авторских прав. Произведение считается существующим с момента его фактического создания.

Права автора представляют собой совокупность исключительного права на использование и распоряжение произведением, а также личных неимущественных прав.

При соавторстве авторские права принадлежат каждому из авторов.

Личные неимущественные права — это права связанные с личностью автора, которые включают право:

- признаваться автором произведения,
- право использовать или разрешать использовать произведение под подлинным именем автора, псевдонимом либо без обозначения имени, то есть анонимно,
- право обнародовать или разрешать обнародовать произведение в любой форме, включая право на отзыв,
- право на неприкосновенность защиту и охрану произведения, включая его название, от всякого изменения, сокращения, дополнения и искажения.

Исключительное право на произведение — это право автора, связанное с использованием произведения автором либо третьими лицами и распоряжением им. Использование произведения включает:

- воспроизведение произведения,
- его распространение,
- импорт,
- перевод,
- переработку,
- сообщение в эфир и по кабелю,
- доведение до всеобщего сведения,
- прокат,
- публичное исполнение и показ.

Так, одно или совокупность указанных правомочий автора определяют вид использования произведения в повседневной жизни.

Например, для изготовления экземпляров произведения и их продажи необходимо обладать имущественными авторскими правами на воспроизведение и распространение произведения.

Изначально, при создании произведения автор обладает исключительным авторским правом, т.е. вправе запрещать использовать произведение третьим лицам.

Исключительное право может быть передано любому третьему лицу только обладателем исключительных прав либо, уполномоченным им на это (автором либо иным правообладателем) неограниченное количество раз. Для этого обычно составляется лицензионный договор.

Правообладатель в целях оповещения третьих лиц о своих правах уполномочен ставить знак ©, собственное имя (наименование) и год первого опубликования работы на каждом экземпляре произведения.

Закон, определяя общее правило, устанавливает срок охраны произведения в течение всей жизни автора и 70 лет после его смерти (последнего из авторов при соавторстве).

Авторское право на произведение, обнародованное анонимно или под псевдонимом, а также впервые выпущенное в свет после смерти автора действует в течение 70 лет после даты его правомерного обнародования (выпуска в свет). При раскрытии личности автора сроки авторско-правовой охраны исчисляются согласно общему правилу.

Однако в любом случае исчисление сроков, предусмотренных законом, начинается с 1 января года, следующего за годом, в котором имел место юридический факт, являющийся основанием для начала течения срока.

Неимущественные права автора охраняются бессрочно.

9. Систематизация сведений об изобретениях. Существуют различные способы систематизации информации об изобретениях в зависимости от целей патентных исследований.

Одним из наиболее распространенных методов систематизации информации об изобретениях, широко используемых в отечественной и зарубежной практике для определения тенденций развития отраслей техники и технологии, является метод составления динамических рядов патентования, при котором отобранные в процессе поиска патентные

документы распределяются по годам приоритета или годам выдачи патентов.

Распределение патентов по годам: $n_1, n_2, n_3 \dots n_{10}$ (с 1993 – 2002г)

Рост кол-ва патентов во времени: $n_1, n_1+n_2, n_1+n_2+n_3, n_1+ \dots +n_{10}$.

На основе динамических рядов патентования строятся графики изобретательской активности, отражающие тенденции развития объекта исследования. Для составления динамических рядов и построения на их основе соответствующих графиков используются автоматизированные базы данных с соответствующим обеспечением.

10. Мадридское соглашение как форма международной регистрации товарных знаков. Многие тысячи отечественных производителей вышли на рынок и начали активно участвовать в процессе продвижения товаров. Выделиться, закрепить свое лидерство, можно лишь одним способом - придав черты уникальности своей продукции.

Товарный знак - это прежде всего способ индивидуализации выпускаемой продукции. Это - мощное оружие, которым можно защищаться и атаковать.

Не имеющий статуса товарного знака логотип или обозначение серии выпускаемой продукции многолетние труды по продвижению бизнеса и затраты на рекламную кампанию сводят на нет.

Регистрация товарного знака в России производится в соответствии с Законом "О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров".

Широкий обмен товарами между государствами обусловил необходимость для производителя товаров или их продавца регистрации своих товарных знаков в целом ряде государств, которые предъявляют различные требования к процедуре регистрации и поддержания товарных знаков в силе.

Естественно, подача заявки на регистрацию товарного знака в национальные ведомства требует перевода заявки на официальный язык государства, выплаты гонораров патентным поверенным и уплаты пошлины в каждом из государств в соответствии с конкретными требованиями Законодательства каждой страны.

С целью преодоления трудностей международной регистрации товарных знаков было

разработано специальное Соглашение, подписанное 14 апреля 1891 года в Мадриде и получившее название “Мадридское соглашение о международной регистрации знаков”.

Российская Федерация является участницей Соглашения с 1 июля 1976г. В рамках его рассматриваются заявки на товарные знаки зарубежных заявителей, поступающие из Международного Бюро ВОИС, и подаются на регистрацию за рубеж заявки по товарным знакам отечественных заявителей.

Подача заявки от имени отечественного заявителя может осуществляться по условиям рассматриваемого соглашения только на базе национальной регистрации.

Требования к содержанию заявки, называемой международной, изложены в ст. 3 Мадридского соглашения. Они предусматривают обязательность подтверждения ведомством страны происхождения, что данные, приводимые в международной заявке, соответствуют данным национального реестра.

Другое ограничительное условие, которое необходимо учитывать отечественному заявителю - это список стран, участвующих в Соглашении.

На сегодняшний день странами-членами союза являются 52 страны мира. Участниками Соглашения явились следующие государства: Австрия, Азербайджан, Албания, Алжир, Армения, Беларусь, Бельгия, Болгария, Босния и Герцеговина, Венгрия, Вьетнам, Германия, Египет, Италия, Испания, Казахстан, Кения, Китай, КНДР, Куба, Кыргызстан, Латвия, Лесото, Либерия, Лихтенштейн, Люксембург, Марокко, Мозамбик, Молдова, Монако, Монголия, Нидерланды, Польша, Португалия, Россия, Румыния, Сан-Марино, Словакия, Словения, Судан, Сьерра-Леоне, Таджикистан, Узбекистан, Украина, Франция, Хорватия, Чехия, Швейцария, Югославия, Югославская республика Македония, Австрия, Бельгия, Венгрия, Германия, Грузия, Дания, Исландия, Испания, Кения, Китай, КНДР, Куба, Лесото, Литва, Лихтенштейн, Люксембург, Мозамбик, Молдова, Монако, Нидерланды, Норвегия, Польша, Португалия, Россия, Румыния, Словакия, Словения, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Турция, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция, Эстония, Югославия - страны, участвующие в Протоколе.

Вместе с тем такие индустриально развитые государства, как США, Япония и Великобритания не подписали Мадридское соглашение.

Преимущества международной регистрации знаков по Мадридскому соглашению сводятся к следующим моментам.

Во-первых, упрощается процедура подачи заявок на регистрацию товарного знака. Заявитель подает только одну заявку в Международное бюро ВОИС на французском языке, указывая страны, в которых он испрашивает охрану. В случае необходимости увеличения числа стран, в которых обеспечивается охрана знака, например, в случае экспорта в эти страны товаров, он может сделать заявление о “территориальном расширении”.

Другим преимуществом является то, что заявка оформляется через национальное Патентное ведомство, т.е. отпадает необходимость в услугах патентных поверенных в каждой из стран. Стоимость международной регистрации существенно уменьшается по сравнению со стоимостью национальных регистраций за счет исключения из расходов заявителя гонораров патентных поверенных. Исключается необходимость в соблюдении правил оформления документов заявки, отписок знаков и т.д. в каждой из стран, в которой испрашивается охрана товарного знака.

Срок экспертизы ограничен 12 месяцами, в течение которых заявитель получает информацию о защите своих прав во всех указанных им странах либо решение об отказе в регистрации международного товарного знака.

Если ведомство не укладывается в указанный срок, МБ ВОИС решения об отказе в регистрации товарного знака не принимает. Это несомненное преимущество, если учитывать, что процедура экспертизы во многих странах тянется годами.

Следует также отметить, что правом на отказ в признании международного знака (он может быть полным и частичным - по отдельным группам товаров и услуг) национальные ведомства пользуются весьма часто.

В качестве даты международной регистрации считается дата подачи заявки на международную регистрацию в стране происхождения. Однако, если заявка поступает в Международное бюро позднее, чем через два месяца с даты подачи в национальное ведомство, то в этом случае датой международной

регистрации будет дата поступления заявки в международное бюро.

Все зарегистрированные знаки публикуются на французском языке в журнале "Les Marques Internationales", который выходит ежемесячно.

Таким образом, национальным ведомствам нет необходимости производить специальную публикацию о действующих на их территории знаках, зарегистрированных в соответствии с Мадридским соглашением.

Срок охраны - 20 лет - является одинаковым для всех стран, в которых испрашивается охрана знаков. Международная регистрация может быть продлена на период в двадцать лет, считая с момента истечения предшествующего периода. Для этого достаточно уплатить основную и при необходимости дополнительную и добавочную пошлины. Чтобы заявитель не пропустил срока уплаты пошлины за продление, Международное бюро ВОИС за шесть месяцев до указанной даты истечения срока направляет заявителю соответствующее уведомление.

Наряду с безусловными преимуществами российским предпринимателям необходимо учитывать особенности международной регистрации по Мадридскому соглашению.

Действие международного знака может быть прекращено досрочно, поскольку правомерность его регистрации может быть оспорена любым лицом на общих с национальным товарным знаком основаниях (в патентном ведомстве, Апелляционной палате или Патентном суде).

Следует учитывать также, что международная регистрация товарного знака утрачивает силу, если в течение пяти лет, считая с даты международной регистрации, национальный товарный знак, ранее зарегистрированный в стране происхождения, аннулируется. В случае исключения товарного знака из национального реестра ведомство страны происхождения обращается в МБ ВОИС с требованием исключения знака из Международного реестра. Таким образом, в течение пяти лет, считая с даты международной регистрации, статус международной регистрации, статус международного товарного знака зависит от его статуса в национальном ведомстве. По истечении этого срока его международная регистрация становится независимой от на-

циональной. В целом преимущества Мадридского соглашения и повышающийся интерес отечественных предприятий к зарубежным рынкам во многом определяет рост числа заявок, подаваемых Российскими заявителями в страны Мадридского соглашения в последние годы.

11. Заключение. *Факторы, определяющие конкурентоспособность продукции, их связь с патентными исследованиями.*

Рассмотрим факторы, определяющие конкурентоспособность продукции, их связь с патентными исследованиями.

Конкурентоспособность продукции проявляется тогда, когда она выступает в качестве товара на рынке. Конкурентоспособность – это совокупность характеристик продукта, отличающих его от продукта-аналога по степени удовлетворения потребностей потребителя, по уровню затрат на его приобретение и эксплуатацию. В данном определении не охвачена вся совокупность факторов, определяющая конкурентоспособность продукции.

Тем не менее, можно выделить основные группы факторов, влияющих на конкурентоспособность товара на рынке, а именно:

- Факторы, характеризующие соответствие технического уровня продукции последним достижениям науки и техники;
- Факторы, характеризующие соответствие качества продукции требованиям потребителей;
- Факторы, характеризующие тенденции развития рынка продукции данного вида (аналогичного назначения);
- Факторы, характеризующие условия конкуренции на данном рынке;
- Патентно-правовые факторы;
- Производственные факторы;
- Факторы, характеризующие условия поставки и сбыта продукции потребителю;
- Стоимостные факторы.

Рассмотрим каждый из факторов конкурентоспособности объектов техники и связь между их обеспечением и патентными исследованиями.

1. Факторы, характеризующие соответствие технического уровня продукции последним достижениям науки и техники;

Основной фактор этой группы это показатель уровня техники объекта, который опре-

деляется путем сравнения совокупности технико-экономических параметров объекта с совокупностью соответствующих параметров объектов – аналогов, информация о которых содержится в описании изобретения.

2. Факторы, характеризующие соответствие качества продукции требованиям потребителей;

Обеспечение факторов этой группы связано с изучением требований потребителя к продукции аналогичного назначения. Основной метод выявления потребностей и требований к продукции промышленного назначения – это анкетирование ведущих организаций широко использующих аналогичную продукцию.

Следует сказать о другом чрезвычайно эффективном способе выявления недостатков известных объектов аналогичного назначения – это изучение источников патентной информации. Применение этого способа при проведении патентных исследований удобно тем, что в описании изобретения, как правило, имеется раздел, в котором содержится анализ недостатков существующих технических решений.

3. Факторы, характеризующие тенденции развития рынка продукции данного вида (аналогичного назначения);

Успешный выход на рынок с какой-либо продукцией и устойчивое положение на нем во многом определяются перспективами развития рынка в отношении данной продукции. Одним из способов определения тенденции развития отдельных видов продукции в конкретной стране является исследование динамики изобретательской активности в данной отрасли техники, основанное на построении динамических рядов патентования изобретения, относящихся к данной продукции, в стране намечаемого экспорта. Стабильность изобретательской активности или ее возрастание в изучаемый временной интервал могут свидетельствовать о стабильности и перспективах расширения рынка данной продукции.

Например, информация о том, что в данной стране из года в год возрастают капиталовложения в охрану окружающей среды (это связано с контролем загрязнений воздуха и воды), свидетельствуют о расширении потребностей в портативных переносных газовых и жидкостных хроматографах.

4. Факторы, характеризующие условия

конкуренции на данном рынке;

Учет факторов этой группы предполагает выявление фирм-конкурентов на рынке данной страны. Это может быть сделано путем анализа библиографических частей рефератов или описаний изобретений к патентам, выданным в стране, где приводятся сведения о фирме – патентовладельце.

Необходимо изучить тенденции в разработке новых изделий конкурирующими фирмами, что проделывается путем анализа всех изобретений этих фирм. Для этого изучаются описания изобретений к патентам, выданы данным фирмам в различных странах.

Необходимо выявить основные направления научных исследований конкурирующих фирм, на основе изучения научных публикаций сотрудников фирм в отраслевых журналах, монографиях, по докладам на конференциях, совещаниях.

Оптимальным результатом подобных исследований является выбор такого сегмента рынка, который еще не занят конкурирующими фирмами. Это может быть достигнуто путем создания такого изделия, которое будет иметь потребительские качества, не достигнутые в изделиях фирм-конкурентов.

5. Патентно-правовые факторы;

Одним из основных условий обеспечения конкурентоспособности продукции является ее патентная чистота. Это означает, что продукция не должна подпадать под действие охраняемых документов исключительного права (патентов на изобретение, промышленные образцы, полезные модели), выданных в стране, где она реализуется как товар.

Проверка изделий на патентную чистоту осуществляется в РФ при проведении патентных исследований в процессе разработки, и результаты фиксируются в отчетах о патентных исследованиях.

6. Производственные факторы

К числу производственных факторов, определяющих возможности создания конкурентоспособной продукции и характеризующих конкурентоспособность предприятия, относятся:

- овладение передовой технологией;
- модернизация технологического оборудования;
- величина расходов на НИОКР; и др.

Здесь следует отметить, что расходы на

НИОКР включают расходы на проведение патентных исследований, а расходы на маркетинг включают расходы на патентование изобретений.

Анализ факторов, определяющих конкурентоспособность продукции, позволяет выделить основные виды патентных исследований, связанных с обеспечением конкурентоспособности. К ним относятся:

- определение требований потребителей к продукции данного вида;
- отбор наиболее эффективных научно-технических достижений для использования при разработке новых или модернизированных образцов продукции;
- оценка технического уровня продукции на различных этапах ее разработки;
- анализ тенденций развития рынка продукции;
- анализ условий беспрепятственной реализации продукции на рынке конкретной страны (экспертиза на патентную чистоту)

Все перечисленные виды патентных исследований по существу являются маркетинговыми исследованиями, так как они связаны с продвижением на рынок как продуктов, использующих объекты промышленной собственности (изобретения, полезные модели, промышленные образцы), так и самих объектов промышленной собственности. Перечисленные виды исследований не исчерпывают список всех возможных маркетинговых исследований рынка продукции. Названы лишь те виды маркетинговых исследований, при проведении которых может быть использована маркетинговая информация.

Анализ тенденций развития рынка продукции является составной частью прогнозных исследований, направленных на определение перспектив развития рынка данной продукции. В своих первых работах по прогнозированию один из основоположников этой науки профессор Чикагского университета Огберн подчеркивал значение патентной информации для целей предвидения будущего:

«В эпоху великих преобразований предвидение того, что, возможно может произойти, является необходимым для людей, стоящих у руля государственного корабля. Анализ изобретений служит отличным ключом к пониманию будущих условий жизни общества и проблем, стоящих перед нацией, так как из

четырёх материальных факторов, которые определяют благосостояние нации, а именно: изобретения, население, естественные ресурсы и организация экономики, - первый фактор более склонен к изменениям и поэтому зачастую служит причиной изменения других».

Выходя на рынок конкретного вида продукции, необходимо предвидеть, как во времени будут развиваться каждое из возможных технических направлений совершенствования данной продукции. Такой анализ позволит ответить на вопрос, относится ли продукция формы к перспективному техническому направлению, интерес к которому со стороны изобретателей постоянно возрастает, либо данная продукция относится к такому техническому направлению, интерес к которому со стороны изобретателей убывает.

Одним из наиболее эффективным методов анализа тенденций развития отдельных технических направлений, связанных с совершенствованием продукции конкретного вида, является метод анализа изобретательской активности. При анализе развития отдельных технических направлений, исходя из того, что чем выше затраты на НИР и ОКР, связанные с развитием данного технического направления, тем выше уровень изобретательской активности. Появлению на рынке промышленно освоенного образца продукции предшествует достаточно длительный период времени, охватывающий различные стадии исследований и разработки образца.

Заявки на выдачу патентов на изобретения, созданные в процессе разработки конкретного образца подаются на ранних стадиях НИР и ОКР, обычно 1-2 года после начала исследований, за исключением некоторых отраслей техники, где обновление продукции осуществляется быстрыми темпами (электронная промышленность) информация об изобретениях по совершенствованию изделия становится доступной до момента ее появления на рынке.

В настоящее время действует ГОСТ Р 15.011 96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» введенный в действие 30.01.1996г. В соответствии с ГОСТом «Патентные исследования – исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособ-

ности, патентной чистоты, конкурентоспособности на основе патентной и другой информации».

В связи с переходом на рыночные отношения возникла настоятельная необходимость в изменении общей направленности патентных исследований с ориентацией их на анализ рынка продукции, являющейся объектом патентных исследований, с целью обеспечения конкурентоспособности этой продукции.

Используемая литература:

1. Закон Российской Федерации «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров» от 23 сентября 1992 года № 3520—1.
2. Патентный Закон Российской Федерации от 23 сентября 1992 года № 3517—1.
3. Закон Российской Федерации «Об авторском праве и смежных правах» от 23 июля

1993 года № 5351—1.

4. Гражданский Кодекс Российской Федерации.
5. Основной Закон - Конституция Российской Федерации.
6. Уголовный Кодекс Российской Федерации (УК РФ).
7. Закон РСФСР «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» от 22.03.1991г. № 948—1.
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП).
9. Федеральный закон от 08.12.2003г. № 162-ФЗ. «О внесении изменений и дополнений в уголовный кодекс Российской Федерации» (принят ГД 21.11.2003)
10. «Мадридское соглашение о международной регистрации знаков» от 14 апреля 1891 года.
11. ГОСТ Р 15.011 96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения» от 30.01.1996г.

ACTUAL PROBLEMS OF SAFETY OF ACTIVITY OF THE PERSON IN THE FIELD OF INTELLECTUAL PROPERTY. THE PATENT INFORMATION AND RESEARCHES

SUFTIN S.G.

(Saint Petersburg, Russia).

Summary

In given clause concepts, terms and definitions in the field of protection of intellectual property, the copyright, patents and the patent information are resulted. The analysis of substantive provisions of the law, the analysis of a condition of the legislation in the field of protection of copyrights is resulted. The analysis of causes and effects of infringements of the requirement of the legislation in the field of protection of copyrights, the responsibility for infringements of the legislation is resulted. Problems existing at present are considered at patent both marketing researches, and a way of their decision.

Keywords: intellectual property, the patent information, safety of the person

Статья поступила 15.04.2008

Рекомендована к печати 20.08.2008

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Казрагис А. П.
(г. Вильнюс, Литва)

Abstract

Main physical – technical parameters of thermal insulation materials are the heat conductivity coefficient λ and density ζ . Related to λ are these thermal characters and density of a material. In its turn, density depends on the geometrical factor – porosity. The mathematical – graphical processing that we had carried out with the interrelation $\lambda = f(\zeta)$ showed the existence of correlation between these two values.

The porosity level of thermal insulation materials has a great influence on their ζ values. Correlation between λ of one type materials and their porosity may be expressed by equations of the correlational sector. Therefore, during the production of thermal insulation materials it would be reasonable to enrich the raw stuff with pore generators which release gas when heated. When nonporous thermal insulation materials are replaced by porous ones, less raw stuff is utilized to obtain the same amount of substance and the materials thus produced have lower λ values. As a consequence, the manufacture of porous thermal insulation materials enables to achieve a positive economic effect.

1. Введение

В холодный период года очень часто в жизнедеятельности человека возникают осложнения здоровья в виде простуды.

Простуда – общее влияние холода, сырости и сквозняка на организм человека. Благодаря ей, создаются условия для возникновения заболевания.

В результате простуды часто происходят заболевания, вызванные инфекцией – обычно вирусной – верхних дыхательных путей. Наряду с этим происходят изменения общих иммунных свойств организма, вследствие чего уменьшается сопротивляемость его инфекции. Под действием мороза на кожу происходит рефлективное усиление образования чистамина (гормона тканей организма, медиатора нервной системы). Впоследствии расширяются легкие, кровеносные сосуды дыхательных путей, в результате чего в эту область тела натекает больше крови. В итоге ослабляется образование уничтожающих бактерии серума веществ, производство лизинов крови, а так же способность лейкоцитов к фагоцитированию. Все это гарантирует благоприятные условия для развития попавших в организм микробов.

Простуде способствует и нахождение длительное время человека дома или на работе

при пониженных температурах в помещениях и, тем более, на дворе. Нередко простуда приводит людей и к летальному исходу.

С целью защиты человека от простуды и, впоследствии, от заболеваний, необходимо проводить покрытие внутренних поверхностей жилого дома или рабочих помещений теплоизоляционными материалами.

Теплоизоляционные материалы производятся из разного вида сырья неорганического или органического (полимерного и целлюлозного) происхождения. Основное свойство этих материалов – низкое значение коэффициента теплопроводности λ – от 0,02 до 0,2 Вт/(м·К).

Для удобства вычислений принято оперировать значениями $10^2 \lambda$. Значения λ , как правило, пропорциональны значениям плотности ζ (кг/м³) материала.

Изоляционная способность теплоизоляционных материалов обусловлена особенностями не только химического состава этих веществ, но и физическими характеристиками, приводящих к различным значениям пористости П% материала.

Данный показатель для веществ, предвиденных использовать их в качестве сырья для производства теплоизоляционных материалов должен быть, как правило, не меньше 60 %.

Так как состав веществ и их пористость определяют плотность теплоизоляционных материалов, при исследованиях сырья, подходящего для производства теплоизоляционных материалов, следует заранее обратить внимание на его способности образовывать высокопористые композиты, особенно в их сочетании с остальными компонентами.

Таким образом, в производстве теплоизоляционных материалов, обладающих наиболее низкой теплопроводностью, следует учесть следующие факторы:

- 1) состав, λ , ζ , пористость компонентов;
- 2) технологию производства, учитывающая процесс порообразования;
- 3) состав, ζ , λ композита.

Применение данной схемы создания композиционного теплоизоляционного материала привело автора с сотрудниками к созданию ряда таких теплоизоляционных материалов [1-3], причем для них получены патенты изобретений (указываются в [1]).

Ниже приводятся результаты графической корреляционной связи между значениями коэффициента теплопроводности и плотности между значениями пористости, а также пористости и плотности наиболее популярных теплоизоляционных материалов.

2. Корреляционная связь между коэффициентом теплопроводности и плотностью теплоизоляционных материалов

Коэффициент теплопроводности λ материалов является одним из наиболее важным тепловых показателей веществ. Со значением λ связаны основные тепловые показатели – специфическая теплота, плотность теплового потока и температура, а также оператор Лапласа. Единственным не тепловым, однако в определенной степени и зависящим от температуры и определяющим значения λ , фактором является плотность ζ . Своим чередом ζ зависит от состава вещества и геометрического параметра – пористости P .

Поэтому взаимосвязь между параметрами вещества λ , ζ и P имеет большое научное, техническое и практическое значение.

На рис. 1 показывается корреляционная связь между величинами $10^2 \lambda$ (λ – в Вт/(м·К)) и ζ (в кг/м³) различных теплоизоляционных и звукопоглощающих, а также конструкционных материалов. Область рисунка 1, которой свойственна наибольшая плотность точек, показана в увеличенном масштабе на рис. 2.

Значения λ и ζ для большинства материалов в справочных изданиях, как правило, приводятся с указанием пределов значений параметров, например, (10-13), (1400-1600) и т. д. Поэтому на корреляционных графиках такого типа пришлось бы вместо точек приводить разного вида прямоугольники. С целью избежания этого неудобства на рисунках указываются точки, которые отвечают центрам оговоренных прямоугольников.

Область приведенной корреляционной полосы ограничивается крайними в смысле практического применения рассматриваемых материалов значениями $10^2 \lambda$, порядка 30, и значениями ζ , порядка 1400.

Анализ зависимости λ – ζ показал, что корреляционная площадь (рис. 1 и рис. 2) ограничивается нижним и верхним пределами корреляционной полосы, которые можно описать следующими степенными корреляционными уравнениями:

$$\text{случай нижнего предела} \quad 10^2 \lambda = 0.35 \zeta^{0.50} \quad ; \quad (1)$$

$$\text{случай верхнего предела} \quad 10^2 \lambda = 2.80 \zeta^{0.33} \quad . \quad (2)$$

Средняя кривая корреляционной полосы может быть описана таким уравнением

$$10^2 \lambda = 1.25 \zeta^{0.40} \quad . \quad (3)$$

Обозначенные на рисунках 1 и 2 номера точек отвечают следующим неорганическим, полимерным и целлюлозным теплоизоляционным и звукопоглощающим, а также конструкционным композиционным материалам.

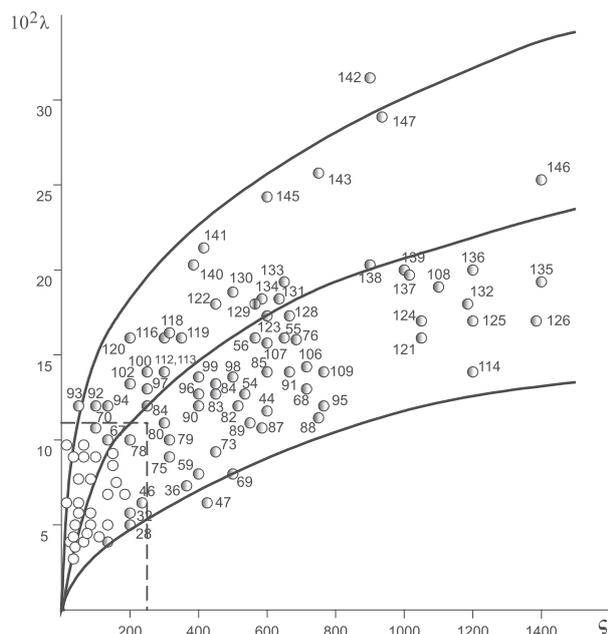


Рис. 1.

Корреляционная полоса зависимости $\lambda = f(\zeta)$ для теплоизоляционных и звукопоглощающих материалов

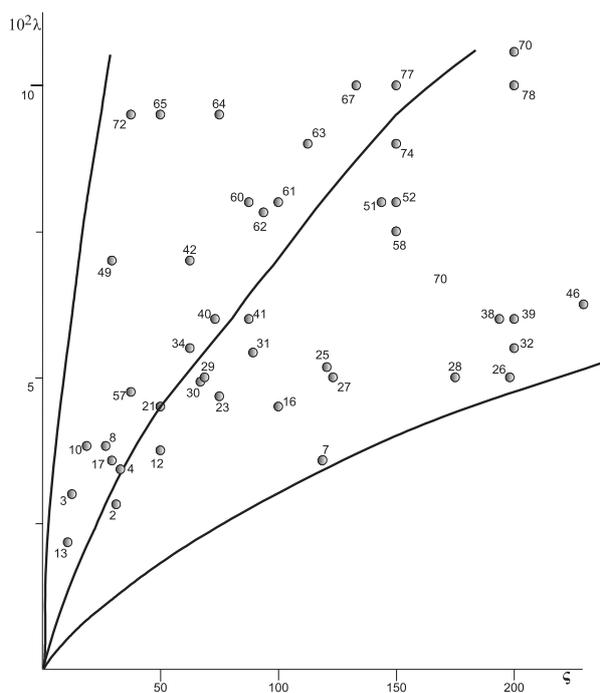


Рис. 2.

Часть корреляционной полосы для зависимости $\lambda = f(\zeta)$, в которой имеет место максимальная «заселенность» графика точками теплоизоляционных и звукопоглощающих материалов

2.1. Неорганические материалы

1 – вакуум; 13 – стекловата; 17 – минеральная вата; 25 – пеностекло; 31 – вспученный перлит; 46 – композит, состоящий из ангидритного цемента, костры и карбоксиметилцеллюлозы; 51 – изделия из стекловаты; 59 – натуральная пемза; 67 – смесь вспученного перлитового щебня и песка; 68 – композит, состоящий из портландцемента, сомола и карбоксиметилцеллюлозы; 72 – сыпучая стекловата; 82 – керамзит; 88 – композит состоящий из портландцемента, тростника и карбоксиметилцеллюлозы; 90 – газосиликат; 92 – сыпучий вермикулит; 94 – композит, состоящий из алюминатного цемента, костры и поливинилацетата; 95 – силиконовая пена; 96 – природная пемза; 100 – перлито-фосфогелиевые изделия; 108 – вспученная глина; 109 – композит, состоящий из портландцемента, тростника и поливинилацетата; 116 – пеностекло, газостекло; 118 – пористые бетоны и силикаты; 122 – ячеистогипсовые и перлитовые штукатурки; 133 – гипсовые изделия; 134 – изоляционная гипсоштукатурка; 142 – опилковый бетон; 143 – гипсоцементные блоки; 145 – известковый фибролит; 146 – сухой песок; 147 – композит, состоящий из портландцемента, сомола и поливинилацетата.

Материалы, отмеченные номерами 46, 68,

88, 94, 109 и 147 созданы автором совместно с сотрудниками на Вильнюсском техническом университете им. Гедиминаса, и описаны в соответствующих изобретениях [2].

2.2. Полимерные материалы

2 – пенополиуретан; 4 – экструзионный полистирен; 8 – экспандерный полистирен; 29 – эластомерные пенопласты; 30 – полиуретановые пенопласты; 40 – пенорезина; 41 – плиты из экструзионного пенополистирена; 42 – пенополиуретан; 49 – гранулы из вспученного полистирена; 55 – древесностружечные полимерные плиты; 61 – плиты из перхлорвинилового пенопласта; 62 – плиты из вспученного полистерена; 63 – пористая резина; 64 – плиты из фенолформальдегидных и карбамидформальдегидных пенопластов; 79 – пористая резина – пластик; 95 – силиконовый пенопласт; 114 – поливинилхлорид с мягчителем; 121 – полистирен; 124 – битум; 125 – резина, эбонит, линолеум; 126 – поливинилхлорид; 132 – полиметилметакрилат; 135 – полиэфирная смола; 136 – эпоксидные и поликарбонатные пластики; 137 – акриловые пластики; 138 – полиизобутелен; 139 – пластиковая черепица.

2.3. Целлюлозные материалы

7 – пробковый агломерат; 10 – лен; 16 – пробковая крошка; 21 – целлюлозное волокно; 23 – кокосовое волокно; 26 – изоляционные древесноволокнистые плиты; 28 – пробковая основа половое покрытие; 32 – древесная фибра и волокно; 33 – изоляционные торфяные плиты; 34 – древесная стружка; 36 – хлопок; 39 – текстильное половое покрытие; 44 – арболит; 47 – пробковое половое покрытие; 52 – антисептифицированная стружка или солома; 54 – древесноволокнистые плиты; 56 – древесностружечные плиты; 57 – эковата; 58 – пакля; 60 – пробковые плиты; 65 – сыпучая целлюлозная вата; 69 – соломенные плиты; 70 – антисептифицированные опилки; 73 – древесноволокнистые плиты; 74 – солома; 75 – фанера; 76 – термoporит; 77 – древесная стружка; 78 – чостра; 80 – термоизоляционные фибролиты; 81 – торфяные плиты; 83 – термоизоляционные конструкционные фибролиты; 84 – известково-трепельные фибролиты; 85 – древесноопилковые плиты; 87 – веллюкс; 89 – дюризоль; 91 – термоизоляционный термиз; 97 – тростиковые плиты; 98 – уплотненная древесная стружка; 99 –

корковые бетоны; 102 – измельченный торф; 105 – ориентированные древеснощепковые плиты; 106 – диатомитовый опилкобетон; 107 – древесина; 112 – портландцементные фибролитовые или арболитовые плиты; 113 – льностебельные плиты; 119 – солома спрессованная с жилким стеклом; 123 – пергамин, руберойд; 128 – картон; 129 – клеенная фанера; 130 – сосновая или еловая древесина; 131 – слоистый строительный картон; 141 – дубовые доски.

3. Корреляционная связь между плотностью и пористостью термоизоляционных материалов

Некоторые теплоизоляционные материалы обладают положительным свойством - высокой пористостью, которая, как правило, находится в пределах (15-60) % объема теплоизоляционных материалов. Размеры пор в некоторых теплоизоляционных материалах составляют от 0,4 μm до 0,4 mm.

Пористые теплоизоляционные материалы получают двумя основными способами:

1) путем введения в сырьевую смесь добавок, выделяющих газы при взаимодействии некоторых компонентов сырья. Так, в случае применения такой спецдобавки, как алюминиевая пудра, в результате взаимодействия с щелочной средой с образующимися ингредиентами, выделяются газовые пузырьки водорода. В случае введения в сырьевую смесь перекиси водорода образуется газообразный кислород. В результате такого процесса в материале происходит порообразование. В итоге образуются теплоизоляционные материалы типа ячеистых бетонов или поропластиков;

2) путем введения в смесь сырья производства теплоизоляционных материалов добавок пенообразующих материалов, в смеси образуются закрытые поры. В итоге образуются материалы типа пенобетонов, пористых пластиков, пенопластиков.

Взаимосвязь между пористостью Π (%) и плотностью ζ (кг/м³) для ряда теплоизоляционных материалов показана на рис. 3. Названия теплоизоляционных материалов, приведенных в нем, приводятся в таблице 1.

Корреляционный сектор для зависимости $\zeta = f(\Pi)$ может быть охарактеризован следующими уравнениями:

1) уравнение нижней границы сектора

$$\zeta = 13(100 - \Pi); \quad (4)$$

2) уравнение верхней границы сектора

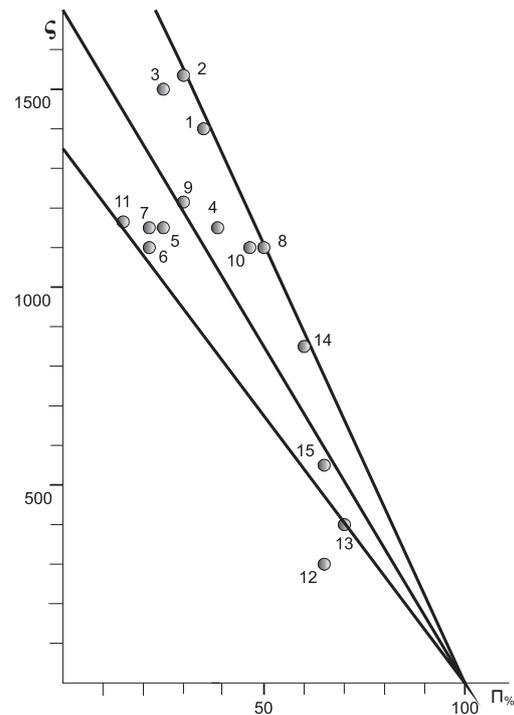


Рис. 3.

Корреляционная взаимосвязь между пористостью Π (%) и плотностью ζ (кг/м³) некоторых полимеров

$$\zeta = 23(100 - \Pi), \quad (5)$$

3) уравнение оси сектора

$$\zeta = 18(100 - \Pi). \quad (6)$$

В итоге находим общее выражение корреляционной взаимосвязи между плотностью и пористостью теплоизоляционных материалов:

$$\zeta = (18 \pm) (100 - \Pi) \quad (7)$$

Замена непористых теплоизоляционных материалов пористыми имеет два важных преимущества:

1) для получения того же самого объема пористых материалов расходуется меньше сырья;

2) λ получаемого материала меньше, чем в случае непористого.

Вследствие всего этого производство пористых теплоизоляционных материалов даст положительный экономический эффект.

Исходя из экономических соображений целесообразно для отепления поверхностей зданий и помещений использовать целлюлозные теплоизоляционные материалы, которым свойственны достаточно высокие значения λ , небольшая плотность и увеличенная пористость.

Притом себестоимость таких теплоизоляционных материалов невысока, так как в производстве их используются отходы сельскохозяйственного производства (напр., солома) или некультурная растительность (напр., тростник).

4. Акустические материалы

Звук – колебательные движения упругой среды (газов, жидкостей, твердых телов), которые распространяются в виде волн и которые человек принимают с помощью слуховых органов. Влияние звука на человека разнообразно – от приятных и необходимых для человека речи и музыки, до отрицательно влияющего на человеческий организм сильного шума, звука взрывов и т. п. В случае отрицательного влияния сильного шума на организм человека применяются акустические звукопоглощающие и звукоизолирующие материалы.

В качестве звукопоглощающих материалов применяются двухслойные конструкции, созданные из пористых или волокнистых звукопоглощающих материалов. При их изготовлении применяется: минеральная вата или ее гранулы; стекловолно, связанное крахмалом (акмигран, травертон) или синтетическими вяжущими (акустин); древесное волокно, связанное синтетическими смолами или це-

ментом (акустический фибролит); пористые бетоны (силакпор); пористые пластики (поропласты); штукатурный раствор с легким заполнителем (акустическая штукатурка).

В качестве звукоизолирующих материалов применяются конструкции, созданные из органических или минеральных волокон (маты и пластины из минеральной ваты или стекловаты), пористых пластиков и пористой резины.

Как видно из перечня основных вариантов акустических материалов, они по своему первоначальному составу и свойствам сходны с теплоизоляционными материалами. Это наводит на мысль о практичности сочетания совместного производства теплоизоляционных и акустических материалов.

Расширение производства и распространение изготовленных акустических материалов в жилых зданиях, производственных помещениях и шумных территориях массового пребывания транспортных средств, могут выполнять роль защитника жизнедеятельности человека от отрицательного влияния агрес-

Таблица 1.

Названия и характеристики теплоизоляционных материалов, приведенных на рис. 3

Номера точек	Материалы	ζ , кг/м ³		П, (%)	
		Пределы	Среднее значение	Пределы	Среднее значение
А	Пористые помообменные смолы				
1	КУ-23	1300-1500	1400	15-60	37
2	Амберлист-15		1530	32-36	34
3	Катекс КР-1		1500		25
4	АВ-17 П		1150	20-60	40
5	АВ-29-12 П		1150	20-30	25
6	АН-18-10 П		1080	15-30	22
7	Амберлист А-26		1140		22
8	Амберлист А-27		1110		50
9	Амберлист А-29		1204		32
10	Амберлист А-21		1100		48
11	Анекс АР-1		1180		13
Б	Другие полимеры				
12	Пенополиэтилен ФЭП-1	300-320	310		65
13	Термоизоляционный ячеистый бетон	300-500	400	60-80	70
14	Пенокерамика	400-1300	850	30-90	60
15	Пемза	500-600	550	50-80	65

сивной окружающей среды.

Выводы

1. Основные физико-химические показатели теплоизоляционных материалов – коэффициент теплопроводности λ и плотности ζ – связаны между собой корреляционными степенными закономерностями вида

$$10^2 \lambda = \alpha \cdot \zeta^c.$$

2. Чем больше пористость Π материала, тем меньше у него значения λ и ζ , т. е. тем выше теплоизоляционные свойства материала. Корреляционная связь между ζ и Π выражается уравнением вида

$$\zeta = (a \pm b) (100 - \Pi).$$

3. При замене малопористых теплоизоляционных материалов высокопористыми, для получения того самого объема теплоизоляционных материалов требуется меньше соответствующего сырья, полученный продукт обладает более низкими значениями λ и ζ , а затраты для получения таких теплоизоляционных материалов становятся меньше.

4. Перечисленные закономерности относятся как к теплоизоляционным материалам, так и к звукопоглощающим (акустическим) материалам.

5. Снижение себестоимости теплоизоляционных материалов способствует более интенсивному применению теплоизоляционных материалов при защите как жилых, так и рабочих строений от холода, а людей – от простуды и заболеваний.

Используемая литература:

1. Kazragis, Algimantas; Gailius, Albinas. Ослабление парникового эффекта путем утилизации содержащих целлюлозу отходов // Вестник МАНЭБ. ISSN 1605-4369. Т. 12, № 1 (2007). p. 39–48. <<http://www.maneb.spb.su/>>.

2. Kazragis, Algimantas; Gailius, Albinas. Kompozicinės medžiagos ir dirbiniai su gamtiniais organiniais užpildais [Композиционные материалы и изделия содержащие природные органические наполнители] monografija // Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 2006. 255 p. ISBN 9986-05-969-0.

3. Kazragis, Algimantas. Minimization of atmosphere pollution by utilizing cellulose waste [Уменьшение загрязненности атмосферы путем

утилизации содержащих целлюлозу отходов] // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. ISSN 1648-6897. Vol. 13, no. 2 (2005). p. 81–90. <<http://www.jeelm.vgtu.lt/>>.

4. Kazragis, Algimantas; Gailius, Albinas; Juknevičiūtė, Aušra. Thermal and acoustical insulating materials containing mineral and polymeric binders with celluloses fillers [Тепло и звуко изоляционные материалы, содержащие минеральные и полимерные вяжущие материалы и целлюлозные волокна] // Medžiagotyra. ISSN 1392-1320. 2002, Vol. 8 no. 2. p. 193–195. <http://www.vgt.lt/lt/index2_3.html>.

5. Kazragis, A.; Gailius, A.; Nickus, I. Statybinių medžiagų gamybos technologija, panaudojant organinius užpildus [Технология производства конструкционных материалов, содержащих органические волокнистые материалы] Iš: Naujos statyb. medž., konstr. ir technol. (IV tarpt. konf. darbai). Vilnius: Technika, 1995, p. 234–238

6. Kazragis, Algimantas; Milčiūnienė, Violeta; Kulinič, Halina; Gailius, Albinas; Nickus, I. Organinių gamybos atliekų panaudojimo statybinėms medžiagoms gaminti tyrimai [Исследования применения органических отходов производства в получении строительных материалов] // Aplinkos inžinerija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslo žurnalas. ISSN 1392-1622. 1996, nr. 2(6). p. 18–24. <<http://www.jeelm.vgtu.lt/>>.

7. Kazragis, A.; Kulinič, H.; Gailius, A.; Nickus, I. Šiaudaplytės, turinčios savo sudėtyje KMC [Соломенные мяты, содержащие карбоксилцеллюлозу]. Iš: Silikatų technologija, tarpt. konf. (1999 04 21–23) praneš. medž. Kaunas: Technologija, 1999, p. 142–147.

8. Kazragis, Algimantas; Gailius, Albinas; Kulinič, Halina. Kompozicijų sudėties įtaka statybinių dirbinių savybėms gamybai naudojant plaušinės struktūros žemės ūkio atliekas [Влияние состава композитов свойствам строительных изделий, путем использования в их производстве волокнистые отходы сельского хозяйства] // Aplinkos inžinerija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslo žurnalas. ISSN 1392-1622. 2000, T. VIII, n. 4. p. 223–227. <<http://www.vtu.lt/leidiniai>>.

9. Kazragis, Algimantas; Juknevičiūtė, Aušra; Gailius, Albinas. Lengvos statybinės medžiagos iš žemės ūkio gamybos atliekų [Лег-

кие строительные материалы на основе отходов производства сельского хозяйства] // Silikatų technologija: tarptautinės konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 2003. ISBN 9955-09-403-6. p. 75-80.

10. Kazragis, Algimantas; Juknevičiūtė, Aušra; Gailius, Albinas; Zalieckienė, Elena. Utilization of boon and chaff for manufacturing lightweight walling materials [Использование костры и мякины путем использования их в производстве легких материалов] // Journal of environmental engineering and landscape management: Vilnius Gediminas Technical University. ISSN 1648-6897. 2004, Vol. XII, no. 1. p. 12-21. <<http://www.irbdirekt.de/iconda/>>.

11. Kazragis, Algimantas; Gailius, Albinas;

Tamulaitienė, Birutė; Kulinič, Halina. Šiaudų ir nendrių utilizavimas bei panaudojimas statybinių dirbinių gamyboje [Утилизация соломы и тростника в производстве строительных конструкций] // Environmental engineering: Vilnius Gediminas Technical University. ISSN 1392-1622. 1996, Vol. 10, no. 2. p. 77-83.

12. Gailius, Albinas; Kazragis, Algimantas; Kulinič, Halina. Investigation the properties of composite materials containing agricultural residues [Исследование свойств композитных материалов, содержащих отходы сельского хозяйства] // Silikatų technologija: konferencijos pranešimų medžiaga. 2004, Kaunas, Lietuva. Kaunas: Technologija, 2004. ISBN 9955-09-628-4. p. 107-112.

THERMAL INSULATION MATERIALS AND SECURITY OF VITAL ACTIVITY

Kazragis A.
(Vilnius, Lithuania)

Аннотация

Основными физико-техническими параметрами теплоизоляционных материалов (ТМ) являются коэффициент теплопроводности λ и плотность ζ .

Со значением λ связаны тепловые показатели – специфическая теплота, плотность теплового потока и температура t , а также оператор Лапласа. Единственным не тепловым (однако в определенной степени и зависящим от t) и определяющим значения λ фактором является ζ . Своим чередом ζ зависит от геометрического показателя – пористости.

Математическая – графическая обработка связи $\lambda = f(\zeta)$ показала, что между этими двумя величинами имеет место корреляция вида $102 \lambda = \alpha \cdot \zeta^{1/3} \pm \Delta 1$, где $\alpha = 102 \lambda / \zeta^{1/3} \pm \Delta 2$.

Зоны неорганических полимерных и целлюлозных материалов ограничиваются той же самой нижней и различными верхними кривыми, причем среднее значение λ для всех этих зон равно $102 \lambda = 2 \zeta^{1/3}$.

Степень пористости $\Delta\%$ имеет большое значение для величин ζ . Корреляция между λ и $\Delta\%$ для одного типа материалов может быть выражена уравнениями корреляционных секторов. Так в случае ионитных смол имеем уравнения $\zeta = 13(100 - \Delta\%)$ (нижний предел) и $\zeta = 23(100 - \Delta\%)$ (верхний предел).

Таким образом, при изготовлении ТМ целесообразно вводить в сырьевые смеси порообразующих материалов, которые при повышенных t выделяют газы. При замене монолитных ТМ пористыми, для получения того же самого объема материала расходуется меньше сырья, а получаемые материалы обладают меньшими значениями λ . Впоследствии производство пористых ТМ представляет возможность достигнуть положительный экономический эффект.

Все это имеет большое значение для гарантирования безопасности жизнедеятельности человека.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, коэффициент теплопроводности, плотность, пористость.

Статья поступила 12.05.2008

Рекомендована к печати 10.01.2009

УДК:504.75

ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ РАБОЧЕГО МЕСТА

Кузими́на Т. И.
(Россия)

В методической литературе, статистической отчетности и экономической литературе приводится свыше пяти десятков определений РМ [32]. Наличие такого количества дефиниций свидетельствует о недостаточном познании наукой категории «рабочее место».

Изучению рабочих мест посвящены исследования ряда ученых: Ю.Н. Барышникова [7], В.Г. Бойко [6], Э. Волошина [8], Л.С. Дороховой [10], И. Литвака [15], А.П. Леошкина [14], И. Малмыгина [16], К.С. Ремезова [30], В.Н. Петрова [24], Д. Сайдлера [31], М. Тиль [32], В.П. Черевань [34], О.Н. Чернышовой и др. В этих работах даны определения категории «РМ», изучены характеристики элементов организации труда на рабочих местах, показатели оценки основных направлений научной организации труда (НОТ), даны рекомендации по совершенствованию трудового процесса, эргономике и т.д.

Так, согласно статье 209 Трудового кодекса РФ [1] и статье 3 Конвенции МОТ №155 [2], под РМ следует понимать «место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя». В этом определении подчеркивается юридический аспект рабочего места, взаимоотношения работника и работодателя.

В Межгосударственном стандарте «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» ГОСТ 12.1.005-88 «рабочее место определяется как «место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности». Здесь рабочее место определяется как место «пребывания работника» [3], этот акцент важен при определении уровня безопасности конкретного РМ для работника.

В отечественных изданиях по эргономике рабочее место чаще всего определяют по ГОСТ 19065-74. «Организация труда. Основные понятия. Термины и определения» как

«оснащенную необходимыми технологическими средствами зону, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию» [4]. Из определения можно заключить, что рабочее место, это, прежде всего пространство, обладающее определенными свойствами и характеристиками, которое тесно связано с непосредственным выполнением рабочим технологического процесса, «зона трудовых действий рабочего».

На наш взгляд, эти определения, встречающиеся в официальных документах, не полностью отражают сущность рабочего места и требования, предъявляемые к РМ, поскольку в них недостаточно конкретно показана качественная и количественная взаимосвязь между живым и овеществленным трудом.

Встречаются и другие определения РМ. Так, Н. Горелов, Ю. Лавриков, В. Колесников отмечают: «...рабочее место представляет собой диалектическое единство количественной и качественной сторон определенной формы первичного звена производственно-технологической структуры предприятия (организации), для приведения, в действие которого в течение рабочего дня необходимо приложение труда одного или группы работников соответствующей профессии и квалификации. РМ имеет определенную, ограниченную в пространстве, зону приложения труда [9].

И. Малмыгин под «рабочим местом» понимает зону, оснащенную необходимыми техническими средствами, предназначенными для трудовой деятельности одного исполнителя с целью выполнения им работ или операций [16]. Л. Дорохова, Р. Колосова определяют рабочее место как «место приложения индивидуального труда, форму организации вещественных элементов производства, для приведения в действие которых, в течение рабочего дня, необходимо приложение труда одного работника определенной профессии и

квалификации [10]. Г. Михеев понимает «рабочее место» как единицу производительной силы, характеризуемую определенной совокупностью средств производства и рабочей силы, необходимую для осуществления организационной и технически обоснованной части производственного процесса с нормативной эффективностью» [23].

Решению задач эргономики соответствует определение РМ, данное в «Эргономических требованиях к организации рабочих мест»: «рабочее место есть система, включающая в себя функционально и пространственно организованную предметную среду и рабочее пространство, обеспечивающие профессионалу условия для успешного и безопасного решения поставленной перед ним трудовой задачи» [17].

Приведенные определения рабочего места не обладают достаточной общностью и, по нашему мнению, не отражают его экономической сущности, не дают четкого представления о количественном и качественном содержании понятия РМ. Такой же недостаток присущ определению рабочего места в работах [5, 17-22, 25-27, 28, 29 и др.].

Прежде, чем сформулировать определение понятия «рабочего места» следует отметить, что РМ играет ведущую роль в экономике как предприятия и его структурных подразделений, так и государства в целом. Эта роль обусловлена функциями рабочего места:

1) произведенный общественный продукт государства, прибыль предприятия складываются из совокупности финансово-экономических результатов, полученных на отдельных рабочих местах;

2) количественные и качественные характеристики рабочих мест определяют спрос и предложение на рынках рабочих мест и рабочей силы;

3) рабочее место выступает первичным звеном в цепи разделения и кооперации труда, координации и взаимосогласования элементов производственного, технологического и трудового процессов;

4) все производственное помещение предприятия, организации состоит из отдельных рабочих мест, а все оборудование и оснастка для производства товаров и услуг размещены на РМ в соответствии с их местом в производственном, технологическом и трудовом процессах;

5) персонал предприятия, организации распределен по рабочим местам, структура, ос-

нащенность, функционально-технологические, психологические и другие характеристики рабочих мест формируют требования к персоналу и определяют его количественные и качественные параметры;

б) управление производством, экономикой и персоналом предприятия осуществляется через управление рабочими местами.

Такая значительная и многоаспектная роль рабочего места приводит к необходимости изучения различных аспектов его сущности.

Традиционным и наиболее разработанным, на наш взгляд, является организационно-технологический подход, рассматривающий РМ, с одной стороны, как первичное звено структуры предприятия (организации), которое наряду с более крупными подразделениями (участок, цех, сектор, отдел, управление) является объектом организации труда. С другой стороны, рабочее место – это часть производственной площади (территории, пространства) структурного подразделения предприятия, организации, оснащенная необходимыми материально-техническими средствами, закрепленными для выполнения отдельных производственных операций в соответствии с единым технологическим процессом. Такой подход характеризует рабочее место как первичное звено (пункт) производственного и трудового процессов.

С экономической точки зрения РМ – это первичный пункт и источник получения прибыли, обусловленной превышением дохода от его эксплуатации над затратами на его создание и поддержание в функционирующем состоянии. Таким образом, в рамках экономического подхода ставится вопрос об окупаемости и прибыльности рабочего места. Для этого необходимо сопоставить потенциальную доходность труда на РМ с затратами на его эксплуатацию, включая амортизацию оборудования, расходы топливно-энергетических и материальных ресурсов, на оплату труда работников, занятых на данном рабочем месте.

Социологический подход к рассмотрению сущности рабочего места связан с содержанием и привлекательностью выполняемых на РМ функций, степенью монотонности и тяжести труда, долей физического и умственного, творческого труда, уровнем механизации и автоматизации труда, наличием на рабочем месте определенных условий труда, степенью их безопасности и комфортности.

В эргономическом аспекте РМ изучается с позиций его соответствия антропометрическим, биологическим, психофизиологическим и другим характеристикам организма человека. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование предлагает создание номенклатуры средств труда как с позиций технологического процесса, так и с позиций человеческого фактора, уделяя главное внимание не функционированию того или иного типа оборудования, а созданию предметно-пространственных условий деятельности человека. Такой подход предполагает детальную проработку эргономических свойств средств труда. В этом случае работающий человек рассматривается в первую очередь как пользователь средств труда, а затем уже производитель готовой продукции (работ, услуг).

Рабочее место может быть рассмотрено в юридическом аспекте, так как при устройстве на работу (на определенное рабочее место) будущий сотрудник заключает договор с работодателем, который регламентирует взаимоотношения между ними.

В последнее время в рамках организационно-технологического подхода развивается еще один аспект рассмотрения РМ, называемый «управленческим». Рабочее место в данном случае рассматривается как элемент системы управления предприятием, организацией. В качестве одного из объектов управленческого воздействия посредством организации, проектирования, рационализации рассматривалось и ранее. Однако изменилось содержание процесса управления: ранее у нас в стране и за рубежом при управлении рабочими местами основное внимание уделялось его технической оснащенности, включенности в передовые, «высокие» технологии. Сейчас современная техника требует столь же современных форм и методов управления производством, рабочими местами. Чем технически и технологически сложнее производство, тем сильнее зависимость результатов хозяйственной деятельности предприятия, его конкурентоспособность от степени соответствия управления, в том числе РМ, технико-технологическому состоянию предприятия, организации.

Все перечисленные выше аспекты рассматривают сущность, особенности и значение рабочего места в пределах одного предприятия и в своей совокупности формируют микроуровневый подход к данной категории. В отличие от него, с точки зрения макроуровневого

подхода рабочее место – это первичный уровень сложной иерархической структуры общественного производства, и, следовательно, первичный объект в организации труда в процессе организации общественного производства. Именно при данном подходе рабочее место рассматривается первичным звеном в получении совокупного общественного продукта и как важнейший элемент механизма регулирования рынка труда и занятости населения.

Исходя из рассмотренных аспектов сущности РМ, определение данной категории должно объединять эти аспекты и отражать ее многогранность.

«Рабочее место» по-нашему мнению, это часть производственно-технологической и социально-экономической системы и системы управления предприятия (организации), система, включающая в себя функционально и пространственно организованную предметную среду и рабочее пространство работника (группы работников) определенной квалификации, в которой происходит соединение предмета труда, средств труда и целенаправленной деятельности человека (труда) для выпуска продукции (выполнения работ, оказания услуг), обладающей высокими потребительскими свойствами и качеством при минимальных затратах. РМ определяет взаимоотношения работника и работодателя.

В данном определении РМ – это, прежде всего, часть производственно-технологической системы предприятия. Это положение присутствует в работах ряда авторов [34, 12, 22, 33 и др.], которые ограничиваются этой характеристикой при определении РМ. Действительно, на рабочем месте реализуется производственный процесс (часть производственного процесса), обусловленный технологией производства.

Рабочее место является частью социально-экономической системы предприятия, так как по определению К.Маркса «приложение живого труда на рабочем месте позволяет получить прибавочный продукт» [35]. Присутствие работника на РМ позволяет говорить о нем как о части социальной системы предприятия, а создание прибавочного продукта на РМ, характеризует рабочее место как часть экономической системы предприятия (организации).

Можно утверждать, что РМ является частью управленческой системы предприятия,

это соответствует современному принципу менеджмента – гуманизации управления. В соответствии с этим принципом работник рассматривается не просто как средство производства, а как личность с определенными физическими, психофизиологическими, творческими способностями. Известный менеджер Дуглас Макгрегор утверждал: «Человек будет работать хорошо, если удовлетворен не только своим заработком, но и своим местом и ролью в трудовом процессе. Преданный целям своей организации, он готов активно сотрудничать, проявляя при этом инициативу и творчество. Важно поддерживать и развивать эту инициативу исполнителя, а если организация не смогла получить желаемые результаты, то в этом виноваты не исполнители, а низкая организация работ и плохой менеджер. Мудрый менеджер обязан заботиться о своих сотрудниках и верить им. Тогда цели личности и самой организации совпадут, сотрудникам будут созданы условия для удовлетворения своих высоких потребностей в свободе выбора, доверии и уважении»[36].

Предлагая свою рабочую силу на рынке труда, работник претендует на определенное рабочее место, которое соответствует его уровню образования, профессиональным знаниям, опыту, позволяющее реализовать его потенциал. Заключая договор о найме с работодателем, он соглашается на определенные условия труда и заработную плату. Договор

(контракт) является юридическим документом, регламентирующим отношения работника и работодателя.

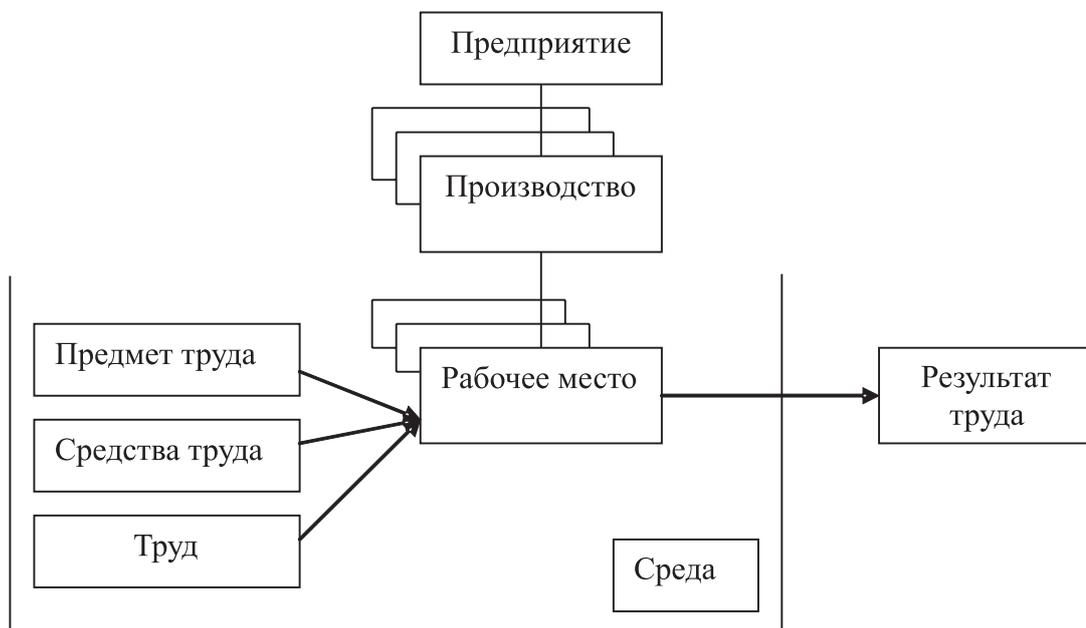
На рабочем месте происходит не просто механическое соединение предмета труда, средств труда и живого труда, а осуществляется объединение их в систему.

Соединение предмета, средств труда, живого труда на РМ не является самоцелью. Главное – результат этого взаимодействия (результат труда), т.е. производство качественной продукции (выполнение работ, оказание услуг), обладающей потребительскими свойствами при минимальных затратах.

Опираясь на основные положения системного подхода, изложенные в работах [11, 13], считаем возможным рассматривать РМ как систему. Рабочему месту, как системе, присуще наличие интегрированных качеств (свойств), т.е. при взаимодействии свойств основных ее элементов проявляется новое свойство (качество) – возможность осуществления процесса производства. Для рабочего места характерно наличие существенных связей между элементами, превосходящих по силе связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему. Взаимодействие предмета труда, средств труда и рабочей силы позволяет осуществить качественное, экономичное и своевременное изготовление продукции или выполнение объема работ. Эффективность функционирования системы «ра-

Схема 1.

Рабочее место в системе предприятия



бочее место» зависит от эффективного использования каждого ее элемента и оптимального их сочетания и взаимодействия, а также от внешних факторов – оснащения и обслуживания РМ.

РМ, как система, является элементом более крупной системы – предприятия. Место РМ в системе предприятия может быть представлено следующим образом (см. схема 1).

Рабочие места характеризуются уровнем автоматизации и механизации, техническим состоянием средств труда; нормами расхода сырья, материалов, топливно-энергетических и др. ресурсов, прогрессивностью форм организации труда; санитарно-гигиеническими условиями; количеством и качеством результата труда.

В зависимости от типа производства, характера трудовых функций, форм организации труда и других факторов автор предлагает классифицировать рабочие места по следующему ряду признаков:

1) уровню автоматизации и механизации: автоматические, автоматизированные, механизированные, ручного труда;

2) специализации: универсальные, специализированные, специальные;

3) количеству имеющегося оборудования: одноаппаратурное (-станочное), многоаппаратурное (-станочное);

4) признаку разделения труда и кооперации: индивидуального обслуживания, коллективного (бригадного) обслуживания;

5) роли в производственном процессе: основного производства, вспомогательного производства, обслуживающего производства;

6) степени подвижности: стационарные, передвижные;

7) по степени изоляции: изолированные, не изолированные;

8) по условиям труда: нормальные условия труда, вредные условия труда, особо вредные условия труда, тяжелый физический труд, монотонный труд.

Практически все рабочие места содержат комбинацию большинства признаков. Например, рабочее место литейщика является автоматизированным, многостаночным, индивидуальным, стационарным, основного производства, с монотонным трудом.

Результат труда на рабочих местах предприятия зависит от технического совершенства оборудования и качества работы работника. Внедрение достижений научно-технического

прогресса создает условия для кардинального роста производительности труда, рационального использования сырья, материалов, полуфабрикатов, топливно-энергетических ресурсов. Научная организация труда и умелое использование работником современных машин и оборудования позволяет реализовать возможности новой техники. Поэтому в условиях НТП определяющей характеристикой РМ является уровень автоматизации и механизации. При этом обязательным условием получения высоких результатов на рабочих местах предприятия является оптимальная организация производственного процесса на уровне участка, в цехе, где они расположены, научная организация труда, учет эргономических требований при создании и эксплуатации рабочих мест, а также прогрессивное оснащение и обслуживание рабочих мест.

Организация производства должна удовлетворять требованиям: ритмичности, минимальных затрат времени осуществления производственного процесса; обеспечивать выпуск качественной продукции, обладающей необходимыми потребительскими свойствами; не допускать «узких мест» в процессе производства и др.

НОТ предполагает такую организацию труда на рабочих местах, при которой: наиболее полно используются технические, технологические и др. возможности оборудования; обеспечивается рациональное использование рабочего времени; создаются благоприятные санитарно-гигиенические и психофизиологические, а также безопасные условия труда.

Оснащение рабочих мест должно соответствовать прогрессивной технологии выполнения работ, обеспечивать максимальную экономию трудовых затрат. Организация обслуживания рабочих мест предполагает бесперебойное выполнение всех функций обслуживания: комплектование предметов труда, выдачу техдокументации, обеспечение инструментом и приспособлениями, наладку оборудования и технологическую оснастку, обеспечение РМ всеми видами энергии, доставку к рабочим местам предметов труда и средств труда, уборку производственных помещений.

В соответствии с эргономическими требованиями организация рабочего места должна обеспечивать точность, надежность и стабильность трудовой деятельности работника.

Под эргономичностью понимают свойство техники изменять эффективность трудовой деятельности в зависимости от степени ее соответствия физическим, биологическим и психическим свойствам человека. Следовательно, необходимо соответствие РМ требованиям эргономических норм и нормативов.

Повышение технического уровня совокупности рабочих мест предприятия, научная организация труда, организация производственного процесса, эргономичность и прогрессивное оснащение рабочих мест, и рациональное обслуживание являются условиями повышения эффективности РМ.

Используемая литература:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г., № 197-ФЗ.
109. Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Утв. Постановлением Минтруда России от 14 марта 1997 г., №12.
2. МОТ. Конвенция №155 «О безопасности и гигиене труда в производственной среде»
3. Межгосударственный стандарт «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» ГОСТ 12.1.005-88.
4. ГОСТ 19065-74. «Организация труда. Основные понятия. Термины и определения».
5. Аттестация рабочих мест в строительстве. Общие положения и рекомендации. – Днепропетровск.- 1985, 24 с.
6. Бойко В. Г. Экономический механизм аттестации рабочих мест //Вопр. Экон., 1986, №9, с. 90-98.
7. Барышников Ю. Н., Березин В. Ф., Евлохин Ю. Я., Аттестация и рационализация рабочих мест. – М.: Экономика, 1987. - 112 с.
8. Волошин Э. Эргономика должна быть эргономичной. - М., 1999.
9. Горелов Н., Лавриков Ю., Колесников В. Организация учета рабочих мест и трудовых ресурсов //План. Хозяйство, 1984, №3, с.82-83.
10. Дорохова Л. С., Колосова Р. Н. Использование трудовых ресурсов на современном этапе //Известия АН СССР: Сер. экономическая, 1984, №2, с.106.
11. Денисов А. А., Колесников Д. Н. Теория больших систем управления. – Л.: Энергоиздат, 1982. - 288 с.
12. Кардашевский В. В., Соллогуб А. А. Аттестация рабочих мест на предприятиях химической промышленности. - М.: Химия, 1987. - 76 с.
13. Крушевский А. В., Шевцов К. И. Математическое программирование и моделирование в экономике. – Киев: Вища школа, 1979. – 453 с.
14. Леошкин А. П. Лейтман Б. В. Организация труда и управления химическим предприятием. - М.: Химия, 1984. - 223 с.
15. Литвак И. Эргономика – заботливая наука. - М., 1999.
16. Малмыгин И. Сбалансированность рабочих мест и трудовых ресурсов //Плановое хоз-во, 1987, №8, с. 58-62.
17. «Эргономические требования к организации рабочих мест». - М.: МГУ, 1986.
18. Межотраслевые методические рекомендации по учету, аттестации, рационализации рабочих мест в народном хозяйстве области. - Днепропетровск, 1986. - 30 с.
19. Межотраслевые методические рекомендации по учету, аттестации, рационализации и планированию рабочих мест. - Л., 1984. - 116 с.
20. Методические рекомендации по аттестации и рационализации рабочих мест в промышленности химических волокон. - Мытищи, 1985. - 90 с.
21. Методические основы нормирования труда рабочих в народном хозяйстве. - М.: Экономика, 1987.
22. Методические указания по аттестации рабочих мест на соответствие требованиям научной организации труда. - Шостка, 1984. - 88 с.
23. Михеев Г. Существенная предпосылка рационального использования рабочей силы //Коммунист, 1983, №13, с.55-58.
24. Петров В.Н. Эффективное использование рабочих мест на предприятии. - Барнаул, 1988. - 96 с.
25. Положение об аттестации, рационализации, учете и планировании рабочих мест. (РД 6-30-1-86). - М.: ЦНОТХИМ, 1986. - 207 с.
26. Положение об аттестации, рационализации, учете и планировании рабочих мест в машиностроении. – М.: Экономика, 1988. - 71 с.
27. Проект методических указаний по учету, аттестации и рационализации рабочих мест. – Л.: Ротапринт НПО «Пигмент», 1986.
28. Рекомендации по аттестации рабочих мест на предприятиях Минлесбумпрома СССР. – М., 1984. - 78 с.
29. Рекомендации по повышению уровня гласности работы по аттестации и рационализации рабочих мест на предприятиях подгот-

расли бытовой химии. – М.: Ротапринт м.ф. ВНИИХИМПРОЕКТа, 1987. - 6 с.

30. Ремезов К.С. Основы экономики труда: Учебник - М., Изд-во МГУ, 1990. - 208 с.

31. Сейдер Д., Бономо П. Руководство по эргономике. - М., 2000.

32. Тиль М. Знакомьтесь: Ваше рабочее место. - М.: Кристина и К., 1996.

33. Хейнрис В. Тип воспроизводства и эффективность как социально-экономическая

категория //Интенсификация и эффективность социалистического воспроизводства. – М.: Политиздат, 1986, с.87-107.

34. Черевань В. Сбалансированность рабочих мест и трудовых ресурсов. - М.: Экономика, 1988. - 199с.

35. Маркс К., Энгельс Ф. Капитал //Соч.-2-е изд.-Т.23.

36. Кнорринг В.И. Искусство управления: Учебник. - М.: Изд-во БЕК, 1997. – 288 с.

CONCEPT AND ESSENCE OF THE WORKPLACE

Kuzimina T.I.

Статья поступила 12.03.2008

Рекомендована к печати 25.11.2008

УДК:504.75

ВЕЧНАЯ ПРИРОДА И РАСТУЩИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Хелви Хейнонен-Тански
(Куопия, Финляндия)*

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация

Рассматриваются проблемы взаимосвязей человека и природы в современном мире.

Ключевые слова: человек, природа, взаимосвязь

Несколько десятилетий назад почтенная мать одного саамского семейства из Инари, получала медаль в честь праздника Дня Матери из рук самого президента Кекконена. Для неё, приехавшей на церемонию вручения и остановившейся у моих родителей в Вантаа, это была единственная за всю жизнь поездка в Хельсинки. Во время своего визита она несколько раз посещала центр столицы. Она никак не могла понять, чем живут все жители этого города, так как не было в окружающем достаточно самой жизни, не было в должном

количестве ни водоемов, полных рыбы, ни охотничьих угодий, ни оленей (если не принимать во внимание несколько жалких экземпляров в зоопарке Коркеасаари). В её глазах природа Хельсинки могла удовлетворить потребности человека явно хуже, чем в Инари – количество населения намного превышало производительную способность природы.

Понять значение природы в качестве кормилицы человека достаточно просто. Общие факты из области естествознания свидетельствуют о том, что за исключением соли, почти

все прочие продукты питания происходят в процессе фотосинтеза: продукты растительного происхождения напрямую, а продукты животного происхождения и грибы опосредованно. В процессе фотосинтеза, из углекислого газа образуется органический углерод. Солнце по-прежнему является необходимым источником энергии. Чтобы растения, водоросли и бактерии могли её использовать в подходящем климате должно быть достаточно земли. Суша занимает примерно 30% поверхности земного шара и море 70%, но по производительности фотосинтеза доли суши и воды почти противоположны. Это происходит из-за того, что у многих земляных растений эффективность процесса фотосинтеза выше, чем у морской растительности. Для зерновых она может составлять 1 кг на квадратный метр в год, для сахарного тростника 9.4 кг/м² в год и даже в зонах тундры 0.1-0.2 кг/м² в год, а на уровне наших лесов 1 кг/м² в год. В океанских водах достигаемая эффективность составляет только 0.1 кг/м² в год. (Paul & Klark, 1989).

В настоящее время достаточное количество продуктов питания в нашей стране может показаться гарантированным, но последний в Европе обширный голод, при котором значительное количество населения погибло, пришелся в Финляндии на конец 60-х годов девятнадцатого века. В Финляндии еще в конце 1930-х годов хлеба было не много, деликатесов тем более. И по сей день, запасов зерна в мире только на несколько месяцев. Следовательно, урожаи и северного и южного полушарий после сбора достаточно быстро переходят в потребление. Мы, благополучные люди нашей планеты, несомненно, обеспечены снабжением продовольствия, по крайней мере, на данный момент. Но в Латинской Америке, Азии и особенно в Африке многие все ещё голодают. (Millenium Project 2003).

Мы можем задуматься о том, обеспечивает ли свободная конкуренция гарантированное питание во всех ситуациях и всем людям, в том числе тем, чьи религиозные или политические убеждения с точки зрения продовольственных магнатов неправильные. Есть также причины опасаться, что часть хороших пахотных земель более прибыльна в качестве полей для гольфа, аэропортов и дорог. Некоторые действия человека могут нанести вред производительности природы, её способности прокормить. Человек иногда настолько загрязняет

почву, что хотя урожай и собирают, но продукты содержат в больших количествах тяжелые металлы или даже являются радиоактивными. Об обеспечении продовольствием необходимо заботиться, так как при большом количестве голодных людей, политическая ситуация становится похожей на пороховую бочку. При революциях в России и Франции, недостаток хлеба и страх голода являлись значительной движущей силой. Это следует помнить.

Прочие традиционные продукты первой необходимости, получаемые от природы

Помимо питания, природа влияет на нашу жизнь и во многих других отношениях. Нелегко понять, что наша питьевая вода – это та влага, которая в природном круговороте воды пролилась дождем на землю несколько дней или несколько тысячелетий раньше. Если в результате деятельности человека или вследствие естественных причин, меняется характер дождя, во многом меняются и формы человеческой жизни. В худшем случае, из-за значительных и постоянных изменений количества осадков в регионе, старинные и большие города превращались в маленькие деревни. Во время наших ледников, на территории нынешней Сахары выпадало больше дождей, и там выращивали зерно для Древнего Рима. Человек, трансформируя климат, возможно, влияет на характер дождя, или, по крайней мере, на его распределение по земной поверхности. Но об этом еще так мало информации, что её трудно использовать на практике. Изменение климата, которое уже происходит на наших глазах и является предметом обсуждения, может увеличить количество дождя в одном месте и уменьшить в другом. В годовом ритме эти изменения могут иметь временный характер. Есть опасения, что если на Гималаях изменится количество дождя или таяющего снега, в нижнем устье Ганга во время сухого периода будет падать уровень воды. (Mondal & Wasimi, 2004).

Строение почвы также влияет на использование дождевой воды. В совершенно сухой и голой земле вода не обязательно впитается про запас, а приведет к образованию луж, и грунтовые породы могут при оползне сойти. Напротив, если почва постоянно покрыта растительностью, то располагающиеся в корневой системе растений микроорганизмы и сами растения, делают её значительно более устойчивой к эрозии, а оползни менее вероятными.

Земля, в которой мало влажности, впитывает воду намного быстрее. Если почва обильна органикой, оставшейся, например, от растений, она может удерживать больше воды. Действия человека тысячи раз приводили к эрозии и уничтожали этим плодородность почвы, о чем в истории есть множество примеров. Изменения в характере дождя и эрозия являются фактическими угрозами, поскольку они могут превратить определенные регионы планеты в непригодные для проживания и сельского хозяйства. И даже занятие скотоводством может оказаться под вопросом, хотя оно и расходует меньше воды. Люди во избежание этих невыгодных условий, вынуждены мигрировать в какие-нибудь другие места, но крайне сложно найти новые территории, где многочисленные беженцы могли бы без затруднений поселиться. Очень часто следствием этих вынужденных переселений являются политические конфликты, из которых многие являются заметными, например, проявления насилия и беспорядки в Африке.

Проблема ограниченного количества воды стоит уже не только перед развивающимися странами, а распространяется и на северный берег Средиземного моря. В Испании, например, регионы обсуждают свои права на использование вод некоторых рек. Испания готова поставлять воду для нужд своего сельского хозяйства из Франции. При градостроительном проектировании в Испании приходится всерьез принимать во внимание наличие запасов воды.

В ближайшие годы нам нужно ввести в эксплуатацию более бережливые способы потребления воды. Повторное использование очищенной сточной воды вполне осуществимо и станет необходимым. (Al-Mogrin, 1999; Heinonen-Tanski et al., 2003). Возможно, что ради экономии воды и энергии, произойдет переход с ватерклозетов на распределяющие туалеты, в которых моча будет отделяться и использоваться потом в качестве удобрения, для чего она хорошо подходит. (Heinonen-Tanski et al., 200x). Вода в распределяющих туалетах будет нужна, возможно, лишь для мытья рук или же потребность в ней будет очень незначительной.

Воздух, которым мы дышим

К жизненно необходимым природным продуктам относится молекулярный кислород, без которого нам долго не прожить. Этот кис-

лород образуется в ходе фотосинтеза растений, водорослей и цианобактерий. В развитии жизни до нынешних форм стала необходимой т. н. кислородная революция, произошедшая миллиарды лет назад и вызванная только тогда развившимся, производящим кислород, фотосинтезом. (В эволюции более ранний фотосинтез не является производителем кислорода). Только после этого могли возникнуть те формы жизни, в которых кислород нужен для производства энергии. В том числе и мы – дети этой кислородной революции. В воздухе на этот день немногим больше 20% кислорода. Это настолько большое количество, что его изменения едва ли заметны.

Но ощутимы изменения в химии атмосферы. Самые большие изменения происходят у малочисленных соединений. Важными из них являются углекислый газ, метан и закись азота. Их называют парниковыми газами. Солнечное излучение проникает сквозь них на поверхность земли, но одновременно они уменьшают утечку тепла в космос, в результате чего температура земного шара повышается.

Атмосфера всегда содержала углекислый газ. Мы – люди, животные и многие микробы, производя энергию, преобразовываем в углекислый газ соединения углерода. Растения, водоросли и некоторые бактерии в свою очередь потребляют этот углерод в процессе биосинтеза. В природе производство и потребление углерода было достаточно сбалансированным, однако, таким образом, что летом потребление больше производства, а зимой наоборот, т. е. концентрацию изображает пилообразная кривая. Наш образ жизни за последние неполные двести лет увеличил концентрацию углекислого газа в воздухе. На заре индустриализации, в 1850-м году, концентрация углекислого газа в воздухе составляла 260 ppm, а сейчас концентрация составляет 360 ppm, т. е. изменение является существенным. Самая важная причина этого заключается в сжигании ископаемого топлива, но уменьшение количества потребителей углекислого газа – вырубка лесов и прочие изменения в землепользовании также являются значительными причинами (Paul & Klark, 1989).

Болота являются одним из мест образования метана. Есть опасения, что в случае стаивания вечной мерзлоты, в атмосферу поднимется большое количества углекислого газа и метана. Метан образуется также в желудочно-кишечном тракте жвачных животных, но как можно было бы уменьшить количество обра-

зования метана, при выращивании домашних животных, еще не достаточно исследовано. В почве образуется некоторое количество метана, который исчезает, если земляные микробы окисляют его, но есть данные, что обильное использование удобрений, содержащих азот, по крайней мере, в аммиачной форме, могло бы уменьшить окисление метана и, следовательно, способствовать увеличению его концентрации в атмосфере (Saari, 2003).

Человек несет ответственность также и за увеличение атмосферной концентрации закиси азота, т. е. веселящего газа. Известно, что закись азота образуется в земле при окислении азота в форме аммиака до нитратов – особенно если окисляющие микробы не могут довести свою работу до конца. Закись азота образуется как побочный продукт при окислении натрия во влажной и богатой органикой почве. Исходя из этого, обильное употребление азотных удобрений является окончательной причиной роста количества окиси азота в атмосфере. Что касается обильного употребления азотных удобрений, оно было бы невозможным без индустрии азотных удобрений, которая так же потребляет много энергии и влияет на содержание окиси азота в атмосфере. Индустрия азотных удобрений является детищем двадцатого века, до неё все азотные удобрения производились микробиологическим способом.

Увеличение содержания в атмосфере углекислого газа, метана и окиси азота не представляют прямого риска для здоровья людей, но оно имеет косвенное отношение к здоровью, и именно к нашему здоровью. Окись азота изнашивает озоновый слой в стратосфере, вследствие чего ультрафиолетовое излучение легче прежнего попадает на поверхность земли и, обжигая нашу светлую кожу, увеличивает число заболеваний раком.

Чтобы наш климат оставался приемлимым, нам следовало бы оберегать воздух, которым мы дышим. Здесь нам пригодились бы знания о том, как обеспечивать себя продуктами так, чтобы не производить вышеупомянутого лишнего метана на рисовых полях или выращивая домашних животных, или окиси азота в связи с использованием азотных удобрений, или лишнего углекислого газа ради производства и использования энергии.

Новые потребности и желания

В результате развития науки, индустриализации

и колониальной торговли уровень жизни в Европе понемногу рос уже в конце девятнадцатого века, хотя это и не сказывалось в значительной мере на большинстве населения. После Второй мировой войны рост уровня жизни стал явным для многих. В настоящее время мы живем намного менее компактно, чем наши прадеды. В наших просторных жилищах мы потребляем энергию на отопление, освещение, бытовую электронику и на многие прочие нужды. Некоторые из нас выбрали себе жилье настолько отдаленное, что могут проживать на лоне природы. В этом случае до работы уже не дойти пешком и транспорт, особенно частные автомобили и необходимые для них дороги, потребляют в возрастающем количестве топливо, территориальное пространство и сырье, которые на нашей планете являются невозобновляемыми природными ресурсами. Жилищное хозяйство и сопутствующий ему транспорт потребляют природные ресурсы в огромных количествах. Это нелепо, но во многих больших городах скорость движения уличного транспорта такая же, как во времена гужевого транспорта. Если бы все люди жили как мы, потребление энергии в мире и загрязнение атмосферы были бы столь велики, что потребовалось бы четыре земных шара. В больших городах выхлопные газы вызвали бы многочисленные заболевания. Поэтому транспорт пришлось бы ограничивать, что мы и вынуждены делать уже сейчас.

Хотя наша работа может быть и утомительной, затрачиваемое на неё время все же меньше рабочего времени большинства людей живших прежде нас. У многих из нас также длительные отпуска и долгие годы активной жизни на пенсии. Это время совершенно новых возможностей и потребностей.

Под кровом природы

Некоторым из нас недостаточно большого и удобного жилья в населенном центре. Некоторым необходима дача для проведения досуга, а требования и потребности в этом случае чрезвычайно разнообразны. Одни стремятся к былой роскоши царского двора, а другие живут на даче без электричества или даже без транспортного сообщения. Соответственно и потребление природных ресурсов очень сильно отличается.

Свою дачу каждый хочет построить в красивом месте, располагающем к отдыху. Одних удовлетворяет покой, витающий над ровными

просторами полей или лугов. Другие хотят любоваться горами, или, по крайней мере, холмистой местностью. Кого-то радует шум леса или воды. Уже сейчас самые популярные территории настолько застроены дачами, что строительство новых затруднительно. В Финляндии это относится в первую очередь к берегам. На некоторых участках дачи стоят так тесно, что люди уже не получают от природы желаемого ощущения покоя. Кроме людей и природа может быть в опасности. Из-за стремления человека к природе, под угрозой исчезновения находится сайменская нерпа, символ и талисман Финского общества охраны природы. Покой нерпы, ухаживающей зимой за детенышем, может быть нарушен, если ей придется делить побережье с людьми, и особенно с их снегоходами. В некоторых случаях это испытание для материнской любви становилось слишком тяжким, и детеныш погибал. К отдыху на берегах водоемов относится также и рыбная ловля. В сетях рыбаков-любителей ежегодно умирает несколько нерп, а когда популяция очень немногочисленная, каждая потеря является для природы значительной.

Дачники часто действительно ценят окружающую их среду и красоту её природы. Изменения в ландшафте приводят многих из них в ужас. Ко мне, как к председателю областного отдела общества охраны природы, часто обращаются люди, когда рядом с их дачами вырубали много леса или когда они опасаются, что рядом с домом планируется что-то новое, например дорога, захват земли горнодобывающим предприятием или большие сельскохозяйственные постройки.

Конечно, природой можно наслаждаться, не обладая ни клочком земли. Пользуясь «Правом свободного доступа», в лесах Финляндии может гулять кто угодно, и красивый пейзаж будет радовать любого, способного его увидеть.

Охота, значительно отличающаяся от охоты наших прадедов, тоже является одним из видов отдыха. В прошлом, несмотря на примитивное оружие и неразвитость путей сообщения, охотники полностью истребили некоторые виды животных, либо полагая их вредоносными, или ради считавшихся ценными продуктов животного мира, чаще всего меха. Конечно, мясо лося в Финляндии по-прежнему имеет большое значение для некоторых семей, а вот птицеводство в экономике производства продуктов питания большой роли не играет, и, с моей точки зрения, его можно подвергнуть переоценке.

У нас в Финляндии ягод и грибов собирают так мало, что обычный сбор не создает риска их исчезновения, хотя во многих других странах ситуация совершенно иная. В случае рыб и раков, сезонные и локальные ограничения на рыболовство, а также требование о минимальных размерах рыбы, являются уместными.

В Финляндии сейчас взволнованно обсуждают волков. Действительно ли волк является частью нашей природы, или все еще есть причины опасаться, что волки едят людей – и насколько сильно следует бояться волков? Представляют ли волки большую опасность, чем домашние собаки (которые в Финляндии ежегодно кусают нескольких человек) или прочие факторы риска? Популяция волка сокращает популяцию лося, а большая популяция лося в свою очередь порождает автомобильные аварии со смертельным исходом. Следовательно, охотящиеся на лосей волки сберегают человеческие жизни.

Некоторые люди готовы заплатить за то, чтобы в природных условиях увидеть волка, медведя, рысь или даже лося. Подобный природный туризм появился в последние годы в Финляндии на приграничной с Россией территории.

Путешествия расширяют кругозор

Ранее, во времена, предшествующие железным дорогам и судоходству, многие люди всю свою жизнь не покидали родных мест, так как малоимущие ходили пешком. Массовый туризм не возник сразу после возникновения железных дорог – путешествия требовали денег и времени. Естественно, промышленное рыболовство население приморских районов с относительной легкостью пересекало Финский и Ботнический заливы на маленьких лодках, а зимой по льду, ради посещения ярмарок или по другим делам.

Массовый туризм, в современном своем виде, образовался за несколько последних десятилетий. Он уже успел превратить многие самобытные рыбацкие деревушки Средиземноморья в деревни для туристов, где продают финские хрустящие хлебцы и прочие необходимые вещи. Потребление износило эти места, сделало их уже пройденным этапом, потерявшими свою подлинность. Очарование пропало, но в свое время туризм принес некоторым их жителям деньги и благосостояние. Многим из обветшалых туристических курортов будет сложно вернуть свое былое сияние, даже если их пляжи, источники воды и мусорные свалки

привести в порядок, а дома отреставрировать.

К туризму на дальние расстояния имеет отношение и громадный рост объема воздушных перевозок, потребляющих много энергии. Те финны, которые ежегодно совершают туристическую поездку на Средиземноморье, большую часть своей доли потребляемой энергии расходуют в связи с этой поездкой. Нагрузка на атмосферу была бы намного меньше, если бы самолет заменили цивилизованным путешествием на поезде. Мне лично хотелось бы, чтобы из Финляндии снова можно было без затруднений доехать на поезде до Центральной Европы, через Россию или страны Балтии.

Туризм и амбициозные проекты

У нас в Финляндии рассматривают туризм как источник будущих доходов. По разным причинам не все делающие ставки на туризм отдают должное финской природе, такой, какая она есть. Они не верят, что дикая природа устроит туристов. Мы уже построили большое количество купален, полей для гольфа, горнолыжных спусков, снегоходных трасс и прочего. Полагаю, что у консультантов в планах развития еще есть нечто подобное.

Кроме того, у нас в Финляндии люди готовы ради туризма сильно губить природу. Даже снегоходные трассы прокладывают во имя экологического туризма. В связи с работой в организации по защите природы, у меня в настоящий момент на критическом рассмотрении два консалтинговых проекта.

В качестве первого примера приведу т. н. саволакский канал, который соединял бы водные системы Вуоксы и Кюмийоки. Идея подразумевает новый, большой канал между Леппявирта и Суоненйоки, точнее, между озерами Сорсавеси и Суонтее, а также канал соединяющий Сорсавеси и Уннукка, так как из-за порогов Сорсакоски лодки приходится поднимать. Если количество судоходства на этой территории возрастет, заповедной природе Сорсакоски будет нанесен урон. Обоснование стройки транспортной необходимостью сложно поддержать, принимая во внимание, что канал эксплуатировался бы только часть года, а между Суоненйоки и Леппявирта нет даже автобусного сообщения. В качестве аргумента выдвигалось также желание путешественников перемещаться между водоемами. Эти водоемы уже сейчас соединены представляющим историческую ценность каналом, по которому можно пройти на лодке или на бай-

дарке. Пропускная способность этого канала используется меньше, чем на один процент. Тогда как из водоема Кюмийоки в водоем Кокемяенйоки есть природное сообщение, позволяющее перемещаться между водными системами. Многие ли из вас по этой причине путешествовали по этим водоемам? Стоимость канала составила бы десятки миллионов евро, но более мудрым было бы использовать эти средства, к примеру, на воспитание бережного отношения к окружающей среде.

В качестве второго примера т. н. планирования туристических аттракционов приведу проект по увеличению высоты горы Тахко. По предположению авторов проекта, состоятельные россияне всегда будут приезжать в Финляндию кататься на лыжах. Поэтому высоту горы Тахко в Нильсии хотят увеличить с нынешних 250 метров до 650 метров, используя в качестве строительного материала отходы расположенного в Сиилинярви горнодобывающего предприятия. У основания горы планируется вырыть яму, благодаря которой станет возможной постройка трассы, необходимой для бобслея и прыжков с трамплина. Следовательно, проект требовал бы годы колоссальных земляных работ. Объем этих работ можно сравнить со всеми грузовыми перевозками финских железных дорог на данный момент. Нет никаких гарантий, что насыпь будет держаться при дожде и ветре. Не ясно также, каким образом содержащийся в отходах фосфор может повлиять на воду. Явным является то, что большая искусственная гора была бы некрасивой и видна издали, к примеру, с острова Ахолансаари, на котором некогда жил лидер движения за религиозное возрождение Пааво Руотсалайнен. Гора затеняла бы большие участки земли, особенно зимой, когда солнце светит низко. Итак, проект весьма широкого размаха. Он может основательно опустошить общественный кошелек, так ему необходимо государственное поручительство. Все проведенные консультации были оплачены в основном из налоговых поступлений. Оценочную стоимость проекта не сообщили, вероятно, даже политикам, чтобы они не сообщали закрыть кошелек.

В связи с этим мне хотелось бы, чтобы у принимающих решения политиков было чувство реальности, чтобы они не бросали общественные деньги на безумные проекты, даже под эгидой туризма. Хотелось бы также, чтобы, и уполномоченные лица и обычные люди,

уважали природу, не изменяли её с легкостью и не допускали методов, безвозвратно уничтожающих природные ресурсы. И политикам, и обычным людям было бы полезно обучение экологической этике.

Заключение

У нас есть и могут быть потребности, на которые природа отвечает своими средствами. Однако необходимо помнить, что в свое время природа останется в наследство нашим детям. Кроме того, та природа, которую мы им оставим, будет их единственной природой. Они зависимы от неё в той же мере, что и мы. От природы и только от неё им предстоит, так же как и нам, получать свою пищу, воду, воздух и энергию, и природа может оказаться в этом плане уязвимой и ранимой. Наличие достаточного количества пищи, воды и чистого воздуха, а также энергоснабжение, не являются самоочевидными. Природа может принести много радости и эстетических переживаний, делающих жизнь жизнью. Переживания, связанные с природой, менялись с поколениями, и у наших детей они, вероятно, будут другими, чем у нас. И все же мы должны осознавать значение природы. Если мы будем легкомысленно, сильно и постоянно изменять её, это будет неправильным поступком по отношению к будущим поколениям. Мы должны также знать природу, чтобы понимать, что в ней есть ценного и заслуживающего защиты. Просвещенность в сфере естественных наук является составляющей частью культурного наследия.

Используемая литература:

1. Al-Mogrin, S. M. . Ultraviolet disinfection of filtered effluents for reuse in irrigation. A possibility to increase water resources in Saudi Arabia. University of Kuopio, 1999, C. 103, p. 145.
2. Heinonen-Tanski, H., Juntunen, P., Rajala, R., Haume, E. & Niemelä, A. Costs of Tertiary Treatment of Municipal Wastewater by Rapid Sand Filter with Coagulants and UV Water Science and Technology Water Supply, 2003, v. 3 (4), pp. 145-152.
3. Heinonen-Tanski, H. Sjöblom, A., Fabritius, H. & Karinen, P. Pure human urine is a good fertiliser for cucumbers. In press Bio-resource Technology available online at www.sciencedirect.com
4. Millenium Project 2003. Background paper of the task force on improving the lives of slum dwellers. UN Development Group.
5. Mondal, M.S. & Wasimim S. A. Impact of climate change on dry season water demand in the Ganges Delta of Bangladesh. Kirjassa Contemporary Environmental Challenges. Rahman, Md. M., Alam, Md. J. B., Ali, M. A., Ali, M. & Vairavamoorthy, K. (Edt.), 2004, pp. 63-83.
6. Paul, E. A. & Clark, F. E. Soil microbiology and biochemistry. Academic Press. San Diego, California, 1989, p. 273.
7. Saari, A. Methane oxidation in forest soils as affected by environmental changes. University of Kuopio, 2003, C 160, p. 44.

THE ETERNAL NATURE AND GROWING NEEDS OF THE PERSON

Helvi Heinonen-Tanski
(Kuopija, Finland)

Problems of interrelations of the person and the nature in the modern world are considered.

Keywords: the person, the nature, interrelation

Статья поступила 10.11.2008

Рекомендована к печати 15.01.2009

УДК 577.4(575.1)+631.6.02

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПЕСКОВ АРАЛА

Агзамходжаев А. А.
(Ташкент, Узбекистан)

Аннотация

Показана возможность образования водопрочной структуры в дисперсиях засоленных песков осушенного дна Арала с помощью композиций-закрепителей водорастворимого полимера МПК-1 с древесными опилками. Изучены процессы фитомелиорации на закрепленных песках путем посева семян солейстойких растений (*Agropyron cristatum* и *Artemisia ferganensis*). Проведены опытно-полевые испытания по закреплению засоленных песков Казахдарьи осушенного дна Арала. Комплексный закрепитель МПК-1 с древесными опилками в сочетании с фитомелиорацией рекомендован для практической реализации.

Ключевые слова: ветровая эрозия, засоленность почвы, засоленные пески, методы экологии

Известно, что одним из серьезных факторов ухудшения экологической обстановки в республиках Центральной Азии является вынос в результате ветровой эрозии солей и пыли (ежегодно свыше 100 млн. тонн) с осушенных территорий Арала. Падение уровня воды Аральского моря составляет 22,5 м, уменьшение площади – с 66000 до 15000 км², объема воды – с 1060 до 100 км³, глубины до 3-4 м, всё это в комплексе неминуемо приводит к исчезновению моря. Миллиарды тонн солей и сотни кубокилометров рыхлых отложений могут обрушиться на населенные пункты, пастбища, плодородные земли, разрушая всю экосистему региона в целом. Этот процесс, безусловно, будет иметь общепланетарное влияние [1].

В настоящей статье указаны пути и разработаны методы некоторого улучшения данной экологической ситуации путем создания и подбора эффективных реагентов для закрепления засоленных песков осушенного дна Арала с одновременным посевом солейстойких семян растений. Представлены результаты исследования по созданию прочной водостойкой структуры (корки) на поверхности песка с использованием комплексных добавок закрепителей (водорастворимый полимер в комплексе с отходом производства – древесными опилками) в сочетании с фитомелиорацией. Закрепители созданы на основе дешевых, нетоксичных и доступных реагентов. Работа по закреплению проведена с засоленными пес-

ками побережья Казахдарья Аральского региона, создана на небольших поверхностных толщах песков прочная водостойкая структура (корка), способная удерживать корневую систему солейстойких растений. Это позволит эффективно использовать эти площади, а также резко сократить запесочивание и засоление соседних плодородных земель вследствие ветровой эрозии.

Ранее [2-5] были предложены дешевые промышленные полимеры и отходы производства для создания водопрочной структуры в засоленных почвогрунтах и песках. В данной работе химическое закрепление частиц песка осуществлено добавками также доступного водорастворимого полимера МПК-1 [6-8] и его композиции с древесными опилками. Результаты исследований минералогического и химического составов, а также физико-химических свойств показали, что образцы засоленных песков Казахдарья осушенного дна Арала более минерализованы. Преобладающими из водорастворимых солей являются хлориды и сульфаты натрия. Содержание SiO₂ в песке составляет 89,24 %, а CaO, MgO, K₂O и Na₂O – 1,11; 0,95; 1,85 и 1,35 %, соответственно. По гранулометрическому составу в образце песка преимущественно содержатся частицы 0,1-0,05 мм.

Эксперименты по закреплению засоленных песков Казахдарья комплексными добавками с помощью песок-связующего водорастворимого полимера МПК-1 без и с композицией с

опилками проводились при концентрациях растворов равных 0,1; 0,3; 0,5 и 0,7%. Закрепление песка проводилось путем опрыскивания ее поверхности водным раствором МПК-1 после внесения в песок измельченных и просеянных через сито в 0,5мм древесных опилок (ДО)

в количестве 0,26кг/м² при тщательном перемешивании смеси. Результаты исследований влияния композиций добавок-закрепителей на формирование водопрочных агрегатов (ВПА) и на механическую прочность поверхностной корки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние концентрации раствора полимера МПК-1 и его композиций с древесными опилками на количество водопрочных агрегатов (ВПА) и механическую прочность) поверхностной корки в засалённом песке побережья Казахдарьи Арала*

№ п/п	Концентрация раствора МПК-1, %	Количество ВПА (%) по фракциям, мм				Сумма ВПА, %	Прочность корки, МПа
		> 2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25		
1	Не обработанный	-	-	1,14	5,14	6,28	-
2	0,1	0,82	0,85	3,13	23,59	28,38	0,62
3	0,3	13,98	8,01	6,95	15,80	45,00	1,30
4	0,5	35,05	10,06	10,00	9,16	64,24	2,16
5	0,7	42,13	11,92	10,96	7,08	71,41	2,98
6	0,1 + ДО	0,95	1,01	3,24	24,16	29,36	0,79
7	0,3 + ДО	15,75	8,67	7,17	16,87	48,46	1,46
8	0,5 + ДО	38,50	11,21	10,46	10,31	70,65	2,59
9	0,7 + ДО	45,95	14,32	10,66	7,10	78,03	3,19

*) Здесь приведены средние значения количества ВПА и механической прочности, найденные из 3-х определений.

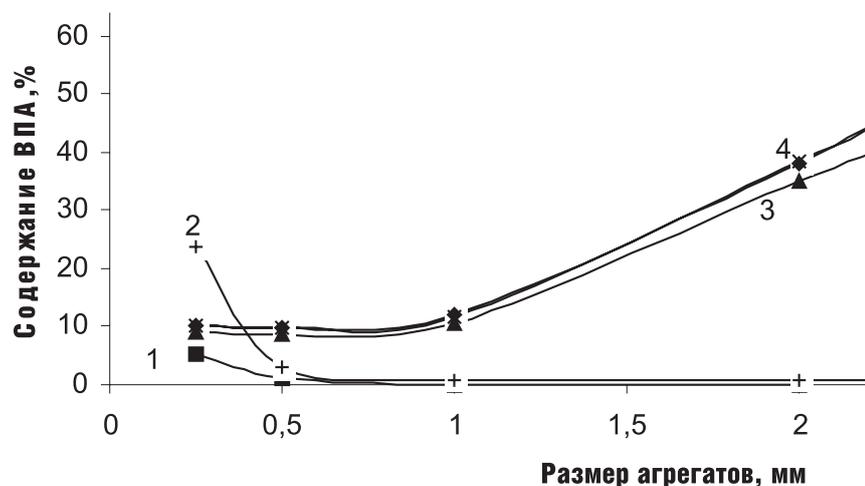


Рис. 1.

Распределение водопрочных агрегатов по размерам в засоленном песке Казахдарьи от концентрации полимера МПК-1 и его композиций с добавками: исходный песок (1); песок обработанный раствором МПК-1: 0,1 %-ным (2); 0,5 %-ным (3); 0,5 %-ным и древесными опилками (4)

Как видно из данных табл. 1, содержание ВПА в исходном песке низкое и составляет всего 6,28%. Обработка поверхности песка водным раствором полимера МПК-1 концентрации 0,1 и 0,3 %, а также их смесью с древесными опилками незначительно способствует повышению прочности структуры и числа ВПА. При этом прочность созданной 0,1%-ным раствором полимера структуры и количество ВПА, соответственно, составляют 0,62-0,79 МПа и 28,38-29,39%, 0,3%-ным раствором полимера – 1,30-1,46 МПа и 45,00-48,44%. При закреплении песка водным раствором полимера МПК-1 при концентрации 0,5 и 0,7% и их композицией с древесными опилками, прочность возникшей структуры удалось повысить до 2,16-2,59 МПа для концентрации полимера 0,5% и до 2,98-3,19 МПа для концентрации полимера 0,7%, а число ВПА возрастало до 64,24-70,65% и 71,41-78,03%, соответственно.

Следует отметить, что наряду с увеличением общего количества водопрочных агрегатов, происходит также перераспределение их по размерам (рис.1). Если для песка закрепленного 0,1 %-ным раствором полимера характерно преимущественное содержание агрегатов размером 0,25-0,5 мм (кривая 2), то для песка закрепленного 0,5 и 0,7%-ным раствором полимера и его композицией с древесными опилками, наоборот, преобладают крупные агрегаты размером >2,0 мм (кривые 3 и 4). Это свидетельствует о том, что при закреплении засоленных песков комплексными добавками поверхностные слои песка переходят из свободно-дисперсного состояния в связно-дисперсное путем формирования структуры корки, состоящей из водопрочных макроагрегатов частиц.

При рассмотрении адсорбционных свойств

исходных и обработанных закрепителем образцов песка важны сведения о сорбционных свойствах солей, а также адсорбции паров воды самими полимерами. Изучены изотермы адсорбции паров воды на исходном песке, а также на образцах песка модифицированных 0,1, 0,3, 0,5 и 0,7 %-ными растворами полимера. Результаты представлены на рис. 2. Видно, что изотермы имеют S-образную форму с отчетливыми петлями гистерезиса. Особенностью этих изотерм является их необратимость, причем область необратимости простирается до очень малых давлений. Расширение петли гистерезиса в сторону очень малых относительных давлений объясняется хемосорбцией. Из-за хорошей смачиваемости образцов при $P/P_s > 0,8$ адсорбционные и десорбционные кривые совпадают. Начальная крутизна изотерм различна. Наименьшая выпуклость к оси P/P_s наблюдается для исходного образца песка. Увеличение концентрации полимера в образце песка сопровождается ростом адсорбции воды во всем интервале P/P_s (табл. 2). С ростом количества закрепляющего полимера МПК-1 ширина петли гистерезиса также растет.

Были проведены исследования по выяснению механизма закрепления песка комплексными добавками, состоящими из водорастворимого полимера и древесных опилок. Согласно литературным данным [8], образование структуры и, соответственно, приобретение ею водопрочных свойств в почвенных и глинистых дисперсиях, обусловлено флокуляционными процессами, при которых вследствие возникновения между агрегируемыми частицами полимерных мостиков, состоящих из макро-молекул либо их ассоциатов – фибрилл и молекулярных пачек, про

Таблица 2

Адсорбция паров воды на исходном и закрепленном образце засоленного песка побережья Казахдарьи

Образцы песка, закрепленные раствором полимера МПК-1, %	Предельная адсорбция a_s , моль/кг	Предельный адсорбционный объем V_s , см ³ /г	Емкость монослоя a_m , моль/кг	Удельная поверхность S , м ² /г
Исходный	1,1	0,020	0,18	12
0,1	4,0	0,072	0,97	64
0,3	5,1	0,088	1,30	86
0,5	5,9	0,106	1,60	106
0,7	8,0	0,126	1,98	129

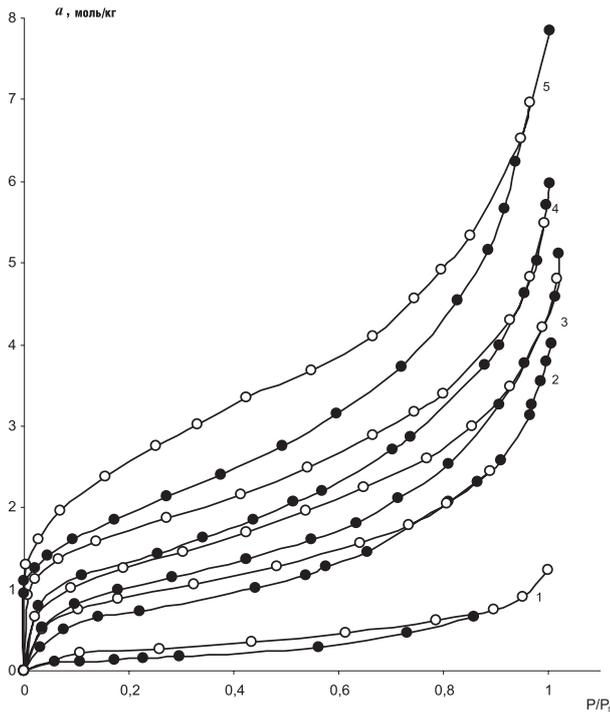


Рис. 2.

Изотермы адсорбции паров воды на образцах песка побережья Казахдарьи: исходный песок (1), образец, закрепленный раствором полимера МПК-1 концентрации, %: 0,1 (2); 0,3 (3); 0,5 (4) и 0,7 (5)

исходит их объединение; закрепление полимерных мостиков на частицах осуществляется посредством формирования водородных связей между гидроксилами дисперсных частиц и функциональными группами полимера. С увеличением относительного содержания полимера в смеси число мостиков растет, а следовательно степень оструктурирования почв возрастает. Нами проведено микроскопическое исследование механизма закрепления песков Казахдарьи с помощью комплексной добавки МПК-1 в сочетании с диспергированными древесными опилками. Закрепление 20г песка проводилось внесением $0,26 \text{ кг/м}^2$ опилки с последующей обработкой 12 мл раствора полимера МПК-1 0,5 % -ной концентрации. Это соотношение взято по той причине, что в проведенных ранее исследованиях в этих условиях на поверхности песка была создана структура в виде поверхностной корки, обеспечивающей хорошее его закрепление за счет возникающих достаточно прочных контактных связей частиц. Например, при обработке песка древесными опилками из расчета $0,26 \text{ кг/м}^2$ с последующей обработкой 12 мл

0,5%-ного раствора МПК-1 образуется структура, состоящая из 70,65% водопрочных макроагрегатов, её прочность на сжатие составляет порядка 2,60 МПа против 0,62 МПа при концентрации раствора МПК-1 равной 0,1% (сам песок рассыпчатый).

Микроскопическое наблюдение за созданной структурной коркой в указанных выше условиях позволило выявить, что свободно-дисперсная система песка под воздействием комплексной добавки МПК-1 + древесные опилки переходит в связно-дисперсную оструктурированную систему вследствие выделения полимера на поверхности частиц в виде двумерной плёнки, представляющей собой новую фазу, обеспечивающей обволакивание агрегатов частиц и, вместе с тем, прочные контакты между частицами по всей структуре в целом. Прочность структуры относительно больше возрастает при сочетании действия полимера с древесными опилками из-за того, что частицы опилки играют как бы роль «арматуры» в выделившейся полимерной фазе включаясь в неё не в качестве простой механической взвеси, а адгезивно взаимодействуя с полимером. Об этом свидетельствуют данные ИК-спектров созданной структуры. В ИК-спектрах поглощения обработанного песка появляется полоса поглощения при 1660 см^{-1} , относящаяся к карбонилу амидной группы, что свидетельствует об адсорбции полимера на поверхности частиц песка.

Проведенные на основе лабораторных исследований полевые испытания на опытном участке (площадью в 1 га) побережья Казахдарьи осушенного дна Арала показали, что использование вышеуказанной композиции для закрепления привело к повышению прочности поверхностной корки песков (механическая прочность до 2,66–2,70 МПа) и увеличению числа водопрочных агрегатов частиц песка до 69–71 %. При этом обработка песка данного участка вышеуказанными композициями в сочетании с фитомелиорацией привела к существенному улучшению всхожести и прорастанию семян таких культур, как *Agropyron cristatum*, *Artemisia ferganensis*, *Callygonum aralensis*, *Kochia prostrate*, *Salsola Pishteri* и др.

Таким образом, под воздействием комплексного закрепителя (0,5%-ный раствор полимера МПК-1 в сочетании с древесными опилками) связность системы, состоящая из засоленных песков, возрастала, а прочность структуры усиливалась, что приводило к удов-

летворительному закреплению песка и к защите его от дефляции. Закрепление песка таким способом положительно повлияло на произрастание семян солестойких растений и способствовало дальнейшему сохранению семян растений. Это объясняется тем, что композиция полимера с добавками опилок сохраняет влагу под новообразованной коркой песка, как мульча, от иссушения, одновременно закрепляя его поверхность, что служит также защитой от ветровой эрозии.

Используемая литература:

1. Голаева О. С. О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушенной части дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь, Ашгабад, 1998, т. 3-4, с. 17-21.
2. Арипов Э. А., Нуриев Б. Н. Физико-химическая механика подвижных песков. – Ташкент: Фан, 1989. - 117 с.
3. Кулдашева Ш. А. Химическое закрепление засоленных почвогрунтов комплексными добавками, как способ решения некоторых экологических проблем Арала // Дисс. на соискание ученой степени канд. хим. наук. - Ташкент. 2001. - 110 с.
4. Агзамходжаев А. А. Исследование закономерностей создания водопрочных агрегатов в засоленных почвогрунтах // Узб. хим. журн., Ташкент, 2003, №1, с. 81-87.
5. Агзамходжаев А. А., Кулдашева Ш. А., Кучкарова М. Н., Дусмухамедов А. Подбор добавок для создания структуры песчаных дисперсий // Узб. хим. журн., Ташкент, 2000, № 1, с. 41-44.
6. Агзамходжаев А. А., Жумабаев Б. А., Кучкарова М. М., Ахмедова М. А. Химическое закрепление засоленных песков побережья Казакдарьи Аральского региона с применением композиции на основе местного сырья // Журн. «Композиционные материалы», Ташкент, 2005, № 4, с. 63-64.
7. Агзамходжаев А. А., Хамраев С. С., Жумабаев Б. А. О механизме химического закрепления засоленных песков Арала комплексными добавками // Узб. хим. журн., Ташкент, 2007, №5, с. 9-12.
8. Агзамходжаев А. А., Шомуродов Х. Ф. Химическое закрепление и фитомелиорация засоленных песков Арала // Экологические системы и приборы, Москва, 2008, №9, с. 40-44.
9. Хамраев С. С., Арипов Э. А., Ахмедов К. С. Электронно-микроскопическое исследование структурообразования в дисперсиях бен-тонитов под влиянием препарата К-4 // Доклады АН УзССР, Ташкент, 1962, № 8, с. 38-40.

CHEMICAL FASTENING OF SALTED SAND OF ARAL

A. A. Agzamhodzhaev

Summary

*The opportunity of water-strong structure in dispersions of the salted sand of the drained bottom of Aral Sea based on fixers made of water-soluble polymer МРК-1 with wood sawdust composition formation is shown. Processes of phito-melioration at the fixed sand are investigated by means seeds crop of salt-proof plants (*Agropyron cristatum* u *Artemisia ferganensis*). Skilled-field tests on fastening of salted sands of Kazakhdarya of the drained bottom of Aral Sea are carried out. Complex fixer МРК-1 with wood sawdust in a combination with phito-melioration is recommended for practical introduction.*

Keywords: wind erosion, salinity of the ground, the salted sand, methods of ecology

Статья поступила 15.02.2008

Рекомендована к печати 15.09.2008

УДК: 504.75

СТЕПНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Байшагиров Х. Ж.
(Алма-Ата, Казахстан)

Аннотация

В статье рассматриваются перспективы использования ветроустановок для обеспечения электроэнергией населения.

Ключевые слова: энергетика, ветроустановки, ветряные двигатели

Потребление энергии является обязательным условием существования человека. Наличие доступной для потребления энергии всегда было необходимо для удовлетворения потребностей человека, увеличения продолжительности и улучшения условий его жизни.

История цивилизаций – история изобретения все новых и новых методов преобразования энергии, освоения ее новых источников и, в итоге, увеличения энергопотребления. Во всех развитых странах темпы развития энергетики опережают темпы развития других отраслей.

Различные цивилизации и этносы, обитая на просторах Евразийской степи, тысячелетиями осваивая ее скудные природные ресурсы, полагались в основном на свои житейские умения и навыки. Основными атрибутами, главными спутниками степняка по жизни были лошадь и ветер.

Хорошим подспорьем для кочевников и их выживания в степных условиях были и остаются до сегодняшнего дня естественные обитатели степей – лошади. Эти неприхотливые в быту домашние животные долгие годы служат для человека универсальным источником энергии. Мясо и молоко позволяют степнякам поддерживать естественный энергетический баланс, заложенный природой в организме. Кожаная одежда служит теплоизолятором, т.е. искусственным стабилизатором обмена тепловой энергии между окружающей средой и человеком. Лошадь является незаменимым транспортным средством, надежной боевой единицей, удобной рабочей силой. Более того, культура казахов вбирала в себя и виртуозное владение приемами использования этого домашнего животного в быту, в военном искус-

стве, искусстве наездников – байге, традиционных обрядах и т.д.

Заметим, что такое отношение к лошади существовало не только у азиатских кочевников. Достаточно вспомнить античных кентавров, упомянутых в мифологии многих европейских народов. История свидетельствует об эффективном применении этого природного энергетического ресурса на протяжении многих столетий во всех сферах жизнедеятельности азиатов, европейцев, аборигенов и т.д. Смеем утверждать, что лошади, в свое время, по своей востребованности не уступали бы мобильным телефонам в наши дни. Однако, мощность энергии этого животного конечна – всего лишь одна лошадиная сила. Поэтому, дальнейший прогресс цивилизаций возможен лишь при использовании более совершенных объектов по переработке энергии.

Пришло время иных технологий, основанных на тех энергетических ресурсах, которые для кочевников издревле служили не подспорьем, а помехой. К числу таких источников можно отнести ветер, неисчерпаемую силу которого степняки нивелировали, интуитивно приспособиваясь к его стихии. При этом изобретения человека на тысячелетия опередили соответствующее научно-техническое обоснование. Примером тому служит жилище казахов – юрта. Она уникальна по форме, поскольку обеспечивает аэродинамическую устойчивость при ветровом потоке и сочетает при этом минимальную поверхность теплоотдачи при достаточном объеме юрты. Отверстие шанырака обеспечивает (вытяжкой) естественную циркуляцию и поступление свежего воздуха. Композиционная структура

материала (войлок и деревянные решетки с оптимальными углами наклона) обладает малой теплопроводностью и достаточными для ветровой нагрузки прочностью и жесткостью. Все это, в совокупности, способствовало защите человека в холодную ветреную погоду, столь естественную для казахстанских степей в различное время года.

Когда пастбища в округе истощались, юрты быстро разбирались и транспортировались со всеми пожитками в другую местность. При этом благодаря мобильности зачастую осваивались огромные пространства, а сами кочевники вступали в непростые взаимоотношения с другими этносами.

Постоянный ветер повлиял и на внешний облик степняка. Стиль одежды: верхняя одежда удлиненная, ниже колен, наглухо застегнута с закрытым отворотом, обязательно подпоясывается кушаком, лацканов нет; головной убор – овальной формы. Теплый трех - защищает человека в холодную сырую погоду и дождь от попадания влаги за шиворот. Теплые кожаные сапоги выше колен (защита суставов от продувания). Характерный разрез глаз – тысячами степняк прищуривался, защищая глаза от переносимой ветром пыли, песка, влаги и т.д.

Огромный ущерб наносят ему степные пожары, снежные бури, суховеи, которым противостать было просто невозможно из-за несравнимого превосходства энергии ветра над энергией человека.

В этом отношении больше повезло этносам, живущим у морей и океанов. Использование парусов способствовало развитию этих стран, сделав многих из них ведущими державами мира. Наличие сильного ветра, постоянно направленного перпендикулярно к береговой линии (с моря, на море), обусловило также создание здесь крыльчатых агрегатов типа мельницы. Например, в Голландии до сих пор сохранились такие ветроэнергомашинны, созданные более 500 лет назад (1450 г.).

Развитие новейших технологий позволяет сегодняшним поколениям народов, проживающим внутри континента, использовать энергию ветра в объеме, не уступающем по масштабам применению ветроагрегатов в прибрежных государствах (Дания, США, Индия, Германия, Испания и т.д.).

На территории бывшего СССР когда-то были возведены различного рода ветроэнер-

гомашинны, однако монопольное положение централизованной энергосистемы вытеснило их в середине прошлого века.

Настало время восстановить историческую справедливость - использовать ветроустановки, обратив ветер на пользу степняку.

Известно, что в Казахстане на 1 января 2005 г. насчитывается 7512 сёл. Это на 148 меньше, чем год назад. Под угрозой упразднения сейчас находится 222 села. Почему? Нет электричества и питьевой воды.

Практически в каждой области имеется определенное количество населенных пунктов, испытывающих с этим большие трудности.

Более чем в тысяче сёл люди пьют воду из открытых водоемов, колодцев. Свыше 13 % сёл Западно-Казахстанской, Жамбылской, Восточно-Казахстанской, Костанайской, Мангыстауской и Алматинской областей пользуются поверхностными источниками воды. 4726 населенных пунктов имеют децентрализованный тип водоснабжения, а в 517 селах жители пользуются привозной водой. В республике существует 309 сел с численностью населения 311 323 человека, потребляющих воду, не соответствующую санитарным нормам.

До сих пор не электрифицированы 255 сел республики.

За последние полвека природа Казахстана подвергается тяжелым изменениям антропогенного характера. Трудно найти такую страну, на территории которой одновременно существовали бы атомные и военные полигоны, космодром и высыхающее море, открытые карьеры и рудники, источники нефти и газа, шахты. Ветер и здесь сыграл отрицательную роль, перенося на тысячи и более километров неблагоприятные продукты издержек технологии на обширные луга и пастбища, населенные пункты и степи. Наверное, не случайно то, что за это время угрожающе развивается опустынивание большей части территории Казахстана.

Дефицита энергии нет. Есть лишь недостаток технологии, времени, инвестиций. Можно добавить, что еще не хватает мудрости и воли цивилизованных стран.

Действительно, указанные проблемы степных жителей можно решить в ближайшие годы с помощью энергии самого ветра – этого неиссякаемого, бесплатного ресурса, данного нам природой. Это возможно при **условии финансирования работ по созданию ветроэнергетических установок.**

Для этого имеются все предпосылки, поскольку Казахстан является мировым лидером по количеству доступной ветровой энергии на душу населения. По нашим расчетам – ее в 30 – 40 раз больше той величины электроэнергии, что вырабатывается в стране (сейчас около 60 млрд. кВт).

К тому же страна уникальна по такому показателю, как малая плотность населения. Сегодня экономически не выгодно восстанавливать и протягивать линии энергопередач всем потребителям.

На совещании с Акимами в сентябре 2002 года Президент страны Н.Назарбаев указал на то, что село потребляет лишь 10 % энергии, вырабатываемой в стране, поэтому необходимо развивать альтернативную энергетику. Соответствующие агрегаты легко доставляются потребителю.

Поправить положение в этом вопросе можно с помощью ветроагрегатов, наиболее адекватно соответствующих образу жизни сельчан. Это, в первую очередь, малые ветроустановки.

И такая установка имеется: в конце 2004 г. после выигрыша гранта Фонда Науки РК ученым Кокшетауского госуниверситета им. Ш. Уалиханова совместно с московскими специалистами удалось создать опытный образец композиционной ветроэнергетической установки с диффузором – ВЭУД. Ее параметры: мощность 1 кВт, масса 95 кг, высота башни – 4 метра, напряжение 220 В, ток 5 А, частота 50 Гц, срок эксплуатации – 20 лет, ориентировочная цена при серийном производстве 1500 долларов США, материал установки – стеклопластик. В настоящее время **требуется создать опытную партию ВЭУД** с тем, чтобы оптимизировать ее параметры и отработать элементы серийного производства.

Напоминая по форме и структуре юрту, ВЭУД легко монтируется за 2-3 часа тремя рабочими без подъемных устройств и может быть перемещена вместе с ней в другую местность.

Представим, что каждый сотый сельчанин, получивший по одной ВЭУД, займется животноводством. Потребность составит на сегодняшний день около 70000 ВЭУД. Для их производства при мощности 1000 изделий в год потребуется 40 цехов (общее число рабочих 2000) и 7 лет работы. Но помимо рабочих мест, и сельчане, и горожане получают очевидную выгоду, так как установка применима со

скважинным насосом для выкачивания подземной воды. Известно, что у крупного рогатого скота, потребляющего воду из скважины, надои и живой вес повышаются на 15-18 %. Ведь это чистая прибыль, которая быстро окупит ветряк. **В доле себестоимости выращивания одной овцы около половины составляет обеспечение ее питьевой водой, поэтому применение здесь ВЭУД (стационарные скважины + переносные насос и ВЭУД) может уменьшить этот показатель, а значит и цены на рынке.** В республике исчезают такие выгодные промыслы, как верблюдоводство и коневодство. Эти животные как раз могут без проблем транспортировать на себе ВЭУД и перемещаться в силу своей неприхотливости в любую местность, доставив туда источник энергии, который в свою очередь послужит и человеку, и животным. По-видимому, развитие именно традиционного животноводства (при кластерном подходе с полной переработкой продукции) может удовлетворить внутренние потребности, а также вывести страну на внешний рынок.



Подготовка к испытаниям ВЭУД, 2004 г.

Проект «Создание партии ВЭУД» направлен на создание первой в истории Казахстана экологически чистой конкурентоспособной энергомашины, изготовленной из композиционных материалов, и носит комплексный характер. Дело в том, что ВЭУД не только отвечает духу **Индустриально-инновационной Стратегии РК**, но может быть эффективно использован при решении вопросов следующих **Государственных программ**:

- «**Чистая вода**» - скважина + насос + ВЭУД (окупается за полгода);

- «**Развитие сельских территорий**» - обеспечение энергией отдаленных, а также труднодоступных пунктов, лишенных централизованного энергоснабжения (обычные электросети восстанавливать нерационально);

- «**Аул**» - обеспечение энергией фермеров, бригадных станов, животноводческих пунктов, малокомплектных школ, лечебниц и т.д;

- «**Агропродовольственная программа**» - создание малых теплиц, инкубаторов, пунктов переработки пищевой и другой продукции, погребов, хранилищ и т.д.

- мероприятия по **КИОТСКОМУ протоколу** – любая ветроустановка или станция, являясь альтернативным источником энергии, не загрязняет атмосферу выбросами газов, т.е. сдерживает парниковый эффект. Сейчас уже ясно, что глобальное потепление приняло необратимый характер, угрожающий всему живому на планете. Поэтому любые шаги по замене или уменьшению доли топливной энергетики крайне актуальны.

Широкое внедрение ветроустановок коренным образом изменит также социальное положение сельчан, так как кроме хозяйственных предметов типа электронасос, сепаратор, доильный аппарат и др., можно подключить к источнику холодильник, телевизор, компьютер, медицинские приборы и десятки других средств, призванных обеспечить инфраструктуру жизнедеятельности человека.

Республика обладает большими запасами топливного сырья, однако надо помнить, что они не возобновляемы и могут закончиться в ближайшие десятилетия. Поэтому сегодня требуется очень бережное, наиболее рациональное использование этих ограниченных ресурсов с тем, чтобы оставить следующему поколению сырье для химической отрасли. Взамен этого можно было бы быстро развивать альтернативную энергетику (ветровую, солнечную и т.д.), так как те государства, которые сделают здесь технологический прорыв, будут действительно независимыми и конкурентоспособными странами.

STEPPE POWER

Bajshagirov H. Z.
(Alma-Ata, Kazakhstan)

Summary

In article prospects of use ветроустановок for maintenance with the electric power of the population are considered.

Keywords: power; wind engines

Статья поступила 11.01.2008

Рекомендована к печати 14.07.2008

Раздел IV

Проблемы безопасности

УДК: 504.75

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Масленникова И. С., Грищенко Т. Ю.
(Санкт-Петербург, Россия)

Аннотация

Рассмотрены проблемы прогнозирования и обеспечения пожарной безопасности одного из важнейших природных ресурсов торфяно-болотных экосистем и задачи прогнозирования торфяных пожаров, решаемые на основе системного анализа. Проведен анализ термохимических процессов поверхностного горения торфа, связанный с образованием горючих газов, что позволяет перейти к изучению механизма самовозгорания глубинного торфа, сопровождающегося спонтанным протеканием катализируемых экзотермических окислительных химических реакций.

Ключевые слова: пожарная безопасность, торф, термохимические процессы, конвективный теплообмен, тепловое излучение.

I. Введение

Торф относится к пожароопасным веществам, а при определенных условиях хранения и при некоторых режимах горения торфяных залежей – к взрывоопасным веществам. Это требует внимательного подхода к проблеме обеспечения пожарной безопасности, а задачи прогнозирования торфяных пожаров, решаемые на основе системного анализа, относятся к числу наиболее актуальных для сохранения одного из важнейших природных ресурсов. Динамичность современного общества, ускоряющееся развитие цивилизации, сопровождающееся увеличением добычи и потребления важнейших невозпроизводимых или слабопроизводимых природных ресурсов, к числу которых относятся торфяные, привели к возникновению новых подходов к решению важных проблем обеспечения экологической безопасности торфяно-болотных экосистем и, прежде всего, пожарной безопасности.

Несмотря на актуальность борьбы с торфяными пожарами, даже исходная информация о пожароопасных свойствах торфа различных месторождений и различного физико-химического состояния носит несистемный харак-

тер и весьма противоречива. Все эти вопросы представляют малоисследованную область и в настоящей статье затрагиваются лишь частично из-за большой емкости необходимых экспериментальных и теоретических исследований.

II. Термохимические процессы горения торфа

Развитие процессов горения торфа при пожаре в значительной степени зависит от теплообменных (на всех стадиях) и аэродинамических (на стадии поверхностного горения) характеристик.

Существует три основных механизма теплообмена: теплопроводность, конвективный теплообмен и тепловое излучение. Во время пожара присутствуют все три вида теплообмена. Однако на каждой фазе развития пожара или на каком-либо его участке может преобладать один вид теплообмена.

Теплопроводность определяет интенсивность тепловых потоков в глубинных пластах горящего торфа, а также связана с воспламенением и распространением пламени в приповерхностных слоях.

Конвективный теплообмен протекает между газовой фазой и поверхностью торфа, связан с движением потоков газов и воздуха.

Этот механизм преобладает на стадии поверхностного горения, когда уровень теплового излучения невысок.

Тепловое излучение (лучистый теплообмен) не требует наличия промежуточной среды между поверхностью горения торфа и приемником теплоты. Перенос энергии осуществляется посредством электромагнитных волн, которые, подобно видимому свету, могут поглощаться или пропускаться окружающей средой. Он становится преимущественным видом теплопереноса, если очаг пожара (или точечный источник опасности пожара) имеет диаметр 0,5 м. Роль лучистого теплообмена должна учитываться при анализе критической влажности приповерхностного слоя торфа, при которой невозможно горение торфа при наличии источника загорания даже очень большого диаметра (невозможно автотермическое горение влажного торфа).

Доля теплоты, отдаваемая окружающей среде лучистым теплообменом от поверхности горения, зависит от температуры пламени. Температура пламени оценивается, пренебрегая в первом приближении теплотерями. Такой процесс описывает адиабатическая модель, которая основана на допущении о том, что вся образовавшаяся теплота от сгорания торфа остается внутри системы, вызывая повышение температуры ее пламени. Адиабатическая температура пламени зависит от состава газообразных продуктов, их теплоемкости, теплоты сгорания, доли инертных компонентов, эндотермических эффектов фазовых переходов (испарение влаги торфа).

Теплопроводность – вид теплообмена, характерный для твердых тел, при котором теплота распространяется из области с высокой температурой в направлении области с низкой температурой. Она определяет скорость распространения очага торфяного пожара в радиальном направлении, а также скорость прогрева торфа в направлении увеличения глубины залежей. Поток теплоты через единицу поверхности, перпендикулярной оси x , вдоль которой передается теплота, определяется соотношением Фурье, формула (1):

$$Q_{\lambda} = -k_{\lambda} \frac{dT}{dx} \quad (\text{Вт/м}^2), \quad (1)$$

где k_{λ} – коэффициент теплопроводности [Вт/(м•К)].

Коэффициент теплопроводности торфа зависит от влажности, плотности, и находится в пределах $0,07 \div 0,15$. Конвективный теплообмен описывается эмпирическим соотношением Ньютона, формула (2):

$$Q_{\beta} = k_{\beta} \cdot \Delta T \quad \text{Вт/(м}^2), \quad (2)$$

где k_{β} – коэффициент конвективной теплоотдачи [Вт/(м²•К)]; k_{β} зависит от структуры торфа, скорости диффузионного потока газообразных продуктов и других характеристик. В условиях торфяного пожара k_{β} для глубинных процессов теплообмена не превышает 5 Вт/(м²•К).

ΔT – разность температур между излучающим веществом и приемником излучения.

При лучистом теплообмене согласно уравнению Стефана-Больцмана суммарная энергия, излучаемая поверхностью горящего торфа, пропорциональна T^4 . Суммарная излучаемая мощность рассчитывается по формуле (3):

$$Q_{\sigma} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4, \quad (3)$$

где σ – константа Стефана-Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²•К⁴),

ε – коэффициент, определяющий эффективность поверхности излучающего тела. Он называется относительной излучательной способностью или степенью черноты. Для поверхности горящего торфа $\varepsilon = 0,7 - 0,85$.

Торфяной пожар является развивающимся во времени явлением. Поэтому для описания динамики распространения очага пожара необходимо использование уравнений нестационарного теплообмена. Основные уравнения нестационарной теплопроводности могут быть получены путем анализа тепловых потоков в бесконечно малом объеме очага горения $dx dy dz$ и соответствующего теплового баланса.

Тепловой поток в направлении x , поступающий в элементарный объем через поверхность A , можно оценить по формуле (4):

$$Q_{\lambda} + dxS = -k_{\lambda} \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot dx \right) \cdot dydz, \quad (4)$$

где $dS = dydz$ – площадь поверхности A .

Аналогичным образом, поток тепла, выхо-

дящий через поверхность V , можно определить по уравнению (5):

$$Q_{\lambda} + dxS = -k_{\lambda} \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot dx \right) \cdot dydz \quad (5)$$

В нестационарном случае величина

$$\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right)^2 \text{ отлична от нуля. Разность равна}$$

скорости изменения количества энергии, содержащейся в элементарном объеме $dx dy dz$. Учитывая теплонакопление и тепловыделение, получим уравнение (6):

$$k_{\lambda} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right) dx dy dz = \rho c \frac{\partial T}{\partial x} dx dy dz - Q_{\tau} dx dy dz \quad (6)$$

где Q_{τ} – интенсивность тепловыделения в единичном объеме, ρ и c – плотность и теплоемкость соответственно.

После упрощения получим уравнение (7):

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{Q_{\tau}}{k_{\lambda}}, \quad (7)$$

где $\alpha = \frac{k_{\lambda}}{\rho c}$ – коэф-т температуропроводности.

Последнее уравнение может применяться при решении любой задачи нестационарного теплообмена, связанной с экзотермическими или эндотермическими изменениями (например, при фазовых переходах и химическом разложении). Если Q_{τ} равно нулю, то соотношение в одномерном случае принимает вид уравнения (8):

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (8)$$

Для трехмерных задач оно записывается в виде равенства (9):

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = V^2 T = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (9)$$

Аналитические решения нестационарных задач теплопроводности, если они существуют, имеют громоздкий вид, хотя и применяются только для тел с простой геометрией и хорошо определенными граничными условиями. Хотя основные уравнения нестационарной теплопроводности могут применяться и в случае сложной геометрии и граничных условий, они оказываются аналитически неразрешимыми и требуют численного решения.

В зависимости от влажности очага самовоспламенения, на предварительный разогрев и сушку требуется разное количество теплоты, что отвечает разной степени превращения топлива, причем большей влажности отвечает большее время индукционного периода и меньшая максимальная температура саморазогрева. При влажности около 25 % теплоты окисления недостаточно для развития процесса полукоксования, т.е. самовозгорание по рассматриваемому механизму невозможно.

При описании процесса полукоксования после начала образования летучих веществ во времени и в пространстве в вертикальном направлении были сделаны следующие упрощающие допущения. По вертикали торфяной пласт рассматривали как многослойное образование. Каждый такой слой характеризуется средними в каждый момент времени параметрами (температура, глубина превращения торфа и т. п.). Между слоями в вертикальном направлении осуществляется перенос вещества и теплоты за счет изменяющегося во времени и по высоте потока газа и пара, представляющего собой продукты процесса полукоксования торфа. Диффузионным переносом вещества и теплоты в радиальном направлении за пределы рассматриваемого слоя пренебрегали. Перечисленные допущения без существенного ущерба для качественного рассмотрения закономерностей процесса и снижения предсказываемых возможностей математической модели позволяют свести задачу к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих процессы переноса вещества и теплоты с учетом протекающих химических превращений. Количество дифференциальных уравнений в системе зависит от числа рассматриваемых слоев, которое может быть разным. Вследствие громоздкости эти уравнения в статье не приводятся.

Рассмотренная модель процесса полукоксования в пластах глубинного залегания хоро-

шо описывает распространение горячего фронта процесса в направлении поверхности, что при определенных условиях вызывает наземный пожар.

Время индукции процесса 250, 385 и 300 часов для трех слоев соответственно. Рост времени обусловлен более низкой начальной температурой слоев по сравнению с очагом самовоспламенения. Далее процесс развивается в течение нескольких часов по схеме теплового взрыва. Так как из-за разных начальных условий в более высоко лежащих сечениях процесс самоокисления запаздывает по времени относительно предыдущих сечений, то существенный дополнительный разогрев в этих сечениях происходит в начальный период за счет горячих газов полукоксования, выходящих из нижележащих сечений. Поэтому чем сечение ближе к поверхности земли, тем выше температура завершения процесса. В данном примере, несмотря на наличие влаги в верхних сечениях, температуры завершения процесса полукоксования составляют 520, 546 и 556 °С соответственно. По мере приближения к поверхности скорость накопления теплоты и, соответственно, скорость распространения горячего фронта возрастает, что обусловлено увеличением объема летучих веществ, приносящих дополнительную теплоту в вышележащие слои.

Развитие процесса в вертикальном направлении может затормозиться в случае высокой влажности вышележащего пласта. Теплоты потока летучих веществ, идущего из нижележащих сечений, недостаточно для испарения влаги и нагрева пласта до температуры более 200 °С. Испарение воды завершится по истечении 320 часов. Скорость процесса понижается и для нового разгона требуется уже значительное время – порядка 500 час. Таким образом, этот верхний пласт торфа становится новым потенциальным очагом возгорания.

Следует отметить, что при увеличении числа рассматриваемых сечений и наличии достоверных исходных данных по скоростям химического превращения, особенно в области низких температур, прогноз распространения процесса самоокисления торфа в вертикальном направлении будет достаточно точным даже при наличии неравномерного распределения температур и влажности по глубине залегающего пласта.

Химический и физический процесс изме-

нения торфа при утере им влаги сопровождается выделением теплоты, которая аккумулируется вследствие плохой теплопроводности торфа, что может привести к самовозгоранию торфяных пластов после мелиоративных работ в условиях пониженной влажности и повышенной температуры атмосферы.

Начальной стадией окисления торфа является возникновение перекисных соединений, которое происходит с низкой энергией активации, поскольку не требует разрыва кислородных связей. Образовавшиеся перекиси разлагаются с выделением теплоты и активно окисляют торф. Особенно высокой активностью в окислительных процессах обладают перекиси, образующиеся при окислении веществ со структурой бензофурана.

Вторым фактором, который способствует процессу быстрого окисления и самовозгорания торфов, является наличие металлов (даже в следовом количестве), в частности железа низкой валентности. Эти соединения реагируют с кислородом, выделяя значительное количество теплоты в микролокальных зонах. Этот процесс можно рассматривать как электрохимический, осуществляемый вследствие переноса электронов от органического вещества к катионам железа, и восстановления его. Не исключается и образование пиррофорного железа. Его окисление проходит с выделением большого количества теплоты, что способствует накоплению и быстрому разложению перекисей с выделением активного кислорода. Это значительно ускоряет процесс окисления органического материала и вызывает самовозгорание. Такие процессы наблюдаются и при самовозгорании других органических топлив, в частности, углей. Для них разработаны способы предотвращения самовозгорания, основанные на обработке пластов растворами органических веществ и аминами различной структуры, выполняющих функции антиоксидантов. Влияние этих веществ на снижение риска самовозгорания обусловлено:

– химическим взаимодействием с перекисными группами, образующимися при окислении;

– прекращением окисления органической массы в результате более легкой окисляемости антиоксидантов;

– избирательной адсорбцией на активных участках поверхности торфа, затрудняющей доступ к ним кислорода.

При разработке модели приняты допущения, которые без существенного ущерба для качественного рассмотрения закономерностей процесса и снижения предсказываемых возможностей математической модели позволили свести задачу к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих процессы переноса вещества и теплоты с учетом протекающих химических превращений. Количество дифференциальных уравнений в системе зависит от числа рассматриваемых слоев, которое может быть разным. Максимальное число рассматриваемых слоев ограничено лишь возможностями применяемых прикладных систем, например MathCAD.

III. Заключение

В работе рассмотрены условия перехода поверхностного горения торфа в глубинное горение с учетом закономерностей кондуктивного, конвективного и лучистого теплообмена. Разработана математическая модель перехода горения и представлены результаты ее анализа.

Проведен анализ термохимических процессов глубинного горения торфа, при котором терморазогрев, деструкция, образование горючих газов происходят в условиях весьма ограниченного доступа воздуха к очагу возгорания. Рассмотрен механизм самовозгорания глубинного торфа, согласно которому первоначальный разогрев до температуры 30-80 °С осуществляется по биохимическим механизмам с последующим образованием перекис-

ных соединений, спонтанным протеканием катализируемых экзотермических окислительных химических реакций.

Рассмотрены упрощенная математическая модель процесса предварительного разогрева пласта для оценки минимального размера будущей зоны самоокисления, и математическая модель, описывающая развитие процесса полукоксования после начала образования летучих веществ во времени и в пространстве в вертикальном направлении. Модели позволяют изучить динамику развития торфяного пожара.

Используемая литература:

1. А.И.Камнева; В.В.Платонов. Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых. - М.: Химия, 1990.
2. С.А. Павлова; И.В. Журавлева; Ю.И. Толчинский. Термический анализ органических и высокомолекулярных соединений. - М.: Химия, 1983.
3. В.С.Альтшулер. Новые процессы газификации твердого топлива. - М.: Недра, 1976.
4. Химическая технология твердых горючих ископаемых /Под. ред. Г.Н.Макарова. - М.: Химия, 1986.
5. А.П.Гаврильчик. Превращения торфа при добыче и переработке. - Минск: Наука и техника, 1992.
6. Справочник по химии и технологии твердых горючих ископаемых. - СПб.: Изд-во Синтез, 1996.
7. В.М.Кнатко. Управление свойствами горных пород в инженерной геологии. - Л.: 1987.

STRATEGY ENSURING FIRE SAFETY OF PEAT-BOG ECOSYSTEMS

Maslennikova I. S., Grishchenko T. Ju.

Summary

The article considers the issues of prognosticating and providing fire safety of one of the most important natural resources – peat-bog ecosystems – and the task of fire prognostication, treated on the basis of systems analysis. The analysis of thermo-chemical processes of peat surface combustion involving generation of combustible gases was made, which makes it possible to explore the mechanism of spontaneous combustion of deep-deposited peat, accompanied by spontaneous course of catalyzed exothermic oxidizing chemical reactions.

Index Terms: fire safety, peat, thermo-chemical processes, convective heat exchange, thermal radiation

Статья поступила 2.12.2007

Рекомендована к печати 5.08.2008

УДК: 504.75

ЗНАЧЕНИЕ ПСИХИЧЕСКОЙ РИГИДНОСТИ В АДАПТАЦИИ К ПРОФЕССИИ ПОЖАРНОГО

*Шевченко Т.И**Аннотация*

Рассматриваются особенности эмоциональных состояний пожарных как представителей экстремальных профессий. Выделены качественные показатели шкал психической ригидности в профессиональных (стажевых) группах, установлено, что их выраженность влияет на формирование напряжения функциональных резервов и на эффективность деятельности в экстремальных ситуациях.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, сотрудники государственной противопожарной службы, экстремальные условия деятельности, психическая ригидность, фиксированные формы поведения.

Анализ развития чрезвычайных ситуаций (ЧС) за последние десятилетия на территории Российской Федерации показывает, что в ближайшие годы сохранится высокая степень риска возникновения крупномасштабных ЧС. Пожары – наиболее распространенные ЧС не только в России, но и во всем мире и составляют до 80 % крупных чрезвычайных ситуаций. Темпы роста пожаров и ущерба от них в России в 2–3 раза превышают аналогичные показатели в развитых странах [1], а по тяжести пожаров (по числу погибших на 100 тыс. населения или по числу погибших на 1 тыс. пожаров) Россия превосходит Германию примерно в 22 раза, США – в 33 раза, Англию – в 38 раз [2]. Ежегодно на пожарах в России погибает 18,5–20,0 тыс. человек гражданского населения, 35–45 пожарных, а около 300 сотрудников государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России получают травмы [3, 4].

Проведенные исследования показывают, что средние показатели профессионального риска у пожарных находятся в пределах: по показателю частоты производственного травматизма $(4,6–5,6) \cdot 10^{-3}$; по показателю трудопотерь $(1,17–1,57) \cdot 10^{-1}$; по производственному травматизму со смертельным исходом $(0,8–1,6) \cdot 10^{-4}$; по частоте временной утраты трудоспособности $(7,3–8,0) \cdot 10^{-1}$; по первичной инвалидности $(1,7–2,4) \cdot 10^{-3}$; по показателю смертности $(2,0–3,0) \cdot 10^{-3}$, что значительно превышает уровень по стране [5]. Профессия

пожарного по степени опасности и вредного воздействия на организм по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) входит в десятку сложнейших профессий и относится к категории опасных (СанПиН Р 2.2.755–99).

Обследование территориальных сотрудников противопожарной службы показало, что 26 % представляют группу риска развития нарушений профессиональной адаптации, а 6,5 % испытывают состояния, которые могут стать причиной неадекватного поведения и снизить эффективность профессиональной деятельности личного состава пожарной охраны [6].

Установлено, что экстремальные условия деятельности (стресс) обуславливают стереотипные способы «аварийного выхода» из экстремальной ситуации, сформировавшиеся в периоде онто- и филогенеза, оправдывающие себя только в типичных биологических условиях, но не в социальных, и, тем более, не в профессиональной деятельности работников МЧС, к которым относятся пожарные. Можно полагать, что в этих условиях специалист начинает действовать исходя из сложившихся «фиксированных форм поведения», которые обуславливает психическая ригидность [7].

Психическая ригидность (ПР) – свойство человека, представляющее собой интегральный, наиболее общий показатель степени открытости психологической системы. Рассмотрение ПР с общепсихологических позиций

(принципа «экономии энергии в рамках рефлексологии человека» В.М. Бехтерева, учения о доминанте А.А. Ухтомского, учения об уставке Д.Н. Узнадзе) показывает на неэкономичность ригидного поведения и его малую адаптивность. ПР характеризуется не только количественно – общей оценкой интенсивности и глубины проявления, но и качественно-интраструктурно: экстенсивностью (широтой охвата структуры личности по вертикали и горизонтали с разной степенью глубины), модальностью (преобладающим проникновением в ту или иную сферу личности) и консистентностью (внутриличностной согласованностью проявлений). Психологическим механизмом ПР выступают нарушения отношений между уровнями цели и средств в структуре действия (деятельности и поведения) [7].

Анализ исследований ПР показывает, что традиционно она рассматривается с точки зрения двух аспектов: в контексте фиксированных форм поведения, где наряду с персеверациями и стереотипиями относится в ряд психопатологических проявлений и формально-динамических свойств личности, которые подчеркивают приспособительный характер ригидности, способствуют закреплению удачных реакций и на некоторое время выполняют адаптивную функцию. Работы М.С. Роговина и Г.В. Залевского объединяют указанные точки зрения с позиций системного (структурно-уровневого) подхода к психике: личности и ее поведения [8].

ПР может проявляться устойчиво и парциально, как характеристика поведения или как черта личности, или тотально как тип личности, в таких случаях следует говорить о «ригидном типе личности» [9]. Наряду с этим, как подчеркивает К. Леонгард (1981, с. 31), при описании педантичных личностей, нередко отмечается, что педантичность распространяется не на все области жизни, не все области психики вовлекаются в соответствующие проявления.

Парциальное проявление ПР может проявляться с любым структурно-личностным акцентом: психодинамическим, практическим, эмотивным, когнитивным и психосоциальным. Выделяют когнитивную (перцептивную) ригидность, которая затрудняет перестройку восприятия и представлений изменившейся ситуации, аффективную (эмоциональную),

которая выражается в косности эмоциональных откликов на изменяющиеся эмоции, мотивационную (поведенческую), проявляющуюся в тугоподвижной перестройке системы мотивов в обстоятельствах, которые требуют от индивида гибкости и изменения в характере поведения [10].

Проявления ригидности могут быть стеническими (активное отстаивание своих позиций, сопротивлением принятия нового, вязкость целей, неадекватное повышение самооценки, экстравертированность) и астеническими (пассивное цепляние, сопротивление в принятии нового, явная тревожность, фобические реакции, неадекватное снижение самооценки, интравертированность) [11, 12].

Установлено, что высокий уровень личностной ригидности не способствует, а скорее блокирует расширение профессионального образа мира исследуемых лиц, оставляя без изменений ценностно-смысловые составляющие. Эти испытуемые чаще всего оказываются неспособными к обогащению своей профессиональной картины мира за счет присвоения новых «мерностей», обретения новых позиций, нового видения ситуации и жизни в целом. Высокие показатели ригидности обеспечивали только устойчивость первоначально сложившихся типов профессиональной установки, в то время как умеренные показатели психической ригидности обуславливали появление динамики профессиональных установок, проявляющихся в смене доминирующего типа профессиональной установки.

Исследование особенностей эмоциональных состояний пожарных проводилось в период с 2004 по 2007 г. Обследовано 97 специалистов ГПС МЧС из пожарных частей № 7 (38 чел.), № 19 (30 чел.) и специализированной части МЧС (29 чел.) в г. Санкт-Петербург, непосредственно участвующих в тушении пожаров и ликвидации других ЧС. Возраст обследуемых составил ($26,6 \pm 0,7$) лет, стаж работы по специальности – ($6,3 \pm 0,6$) лет.

В соответствии с проведенными ранее исследованиями во ВЦЭРМ МЧС России пожарные были разделены на группы: а) по возрасту: 1-я – 18–24 лет (51 чел. или 52 %), 2-я – 25–34 лет (29 чел., 30 %) и 3-я – 35–44 лет (17 чел., 18 %) ; б) по стажу: 1-я – до 2-х лет (26 чел., 27 %), 2-я – 2,5–5,0 лет (32 чел., 33 %)

и 3-я – 5,5–25,0 лет (39 чел., 40 %). Индивидуально-психологические особенности личности сотрудников ГПС изучались при помощи психологических методик: ММРІ, «Тип поведенческой активности» (ТПА), «Томский опросник ригидности Залевского» (ТОРЗ), оценка синдрома эмоционального выгорания (В.В. Бойко). Эффективность деятельности обследованных специалистов ГПС определялась при помощи метода экспертных оценок по 5-балльной системе. В качестве экспертов выступал руководящий состав отряда (начальники пожарных частей и их заместители, начальники караулов).

Средняя оценка психической ригидности по ТОРЗ у пожарных составила ($228,5 \pm 5,1$) балл. Сравнение этой оценки с нормативными данными ($255,1 \pm 0,8$) балл [13] выявили значимые различия ($P < 0,001$). Изучение квартильной нормы степени проявления психической ригидности показало у 3,5 % пожарных низкий уровень, у 80 % средний уровень, а у 16,5 % высокий уровень общей ригидности.

Анализ проявления ПР показывает, что в старших возрастной и профессиональной группах пожарных происходит достоверное увеличение как общих (суммарных) показателей психической ригидности, так и отдельных шкал ТОРЗ. В этих группах выявляются более выраженные и широкие (процент задействования шкал теста) качественные показатели шкал психической ригидности. Например, в младшей стажевой группе пороговая выраженность трех и более шкал отмечались у 15 % пожарных, выраженность двух шкал у 39 %. В старшей стажевой группе количество лиц со значимыми тремя и более шкалами выросло в 2,6 раз.

Рис. 1 показывает, что при стаже работы более пяти лет (старшая профессиональная группа) пожарным свойственно поведение, при котором мало меняются сложившиеся мнения, отношения, установки, мотивы, система ценностей; выражается меньшее эмоциональное отношение к объективной действительности, к ситуациям, которые требуют каких-либо изменений, проявляется большая склонность к широкому спектру фиксированных форм поведения. Корреляционные связи трудового стажа и общей оценки психической ригидности достоверные ($r = 0,41$; $P < 0,01$).

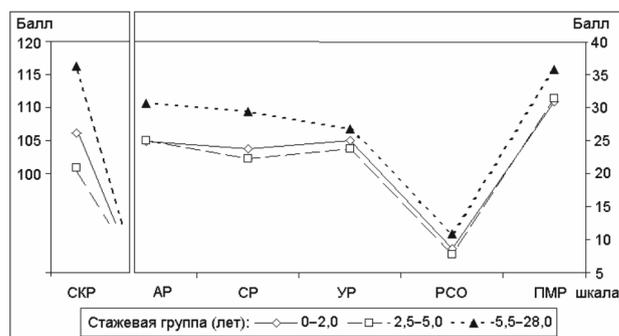


Рис. 1.

Показатели ПР в стажевых группах

Условные обозначения: СКР – симптомокомплекс ригидности; АР – актуальная личностная ригидность; СР – чувствительная ригидность; УР – установочная ригидность; РСО – ригидность как состояние; ПМР – преморбидная ригидность

Аппроксимация опытных данных общих результатов ТОРЗ с помощью сплайнов на недостающие значения экспертных оценок профессиональной эффективности и стажа показывает, что высокая эффективность в работе у обследованных лиц со стажем до 5–10 лет сопровождается низкими показателями ригидности. С увеличением трудового стажа достижение профессиональной эффективности обуславливается большим напряжением функциональных резервов и у пожарных теряется гибкость и пластичность, позволяющая переобучиваться, приспосабливаться организму к экстремальным условиям среды, в результате чего растет психическая ригидность (рис. 2).

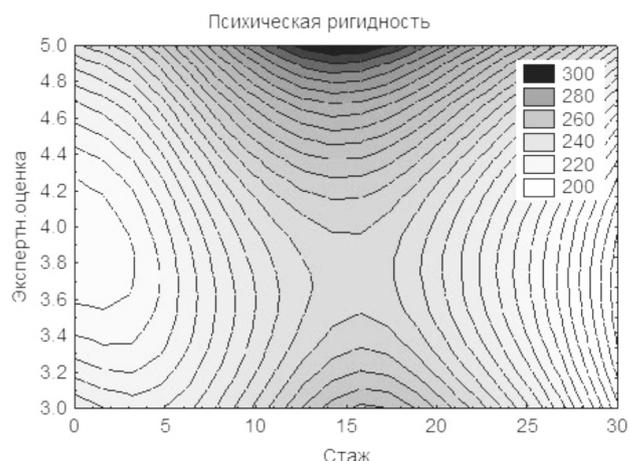


Рис. 2.

Аппроксимация ПР в зависимости от стажа и экспертной оценки профессиональной деятельности

Полученные результаты указывают на целесообразность оценки ПР при профессиональном отборе пожарных и для выявления лиц, нуждающихся в психологической реабилитации.

Используемая литература:

1. Самонов А. П. Психологическая подготовка пожарных. Психологические основы подготовки пожарных к деятельности в экстремальных условиях. /А.П. Самонов. – Пермь: Звезда, 1999. – 599 с.
2. Буканин В. А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность : учеб. пособие /В.А. Буканин, В. Н. Павлов, А. О. Трусов ; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т (ЛЭТИ). – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 2001. – 84 с.
3. Профессиография основных видов деятельности сотрудников государственной противопожарной службы МВД России /М. И. Марин [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны (ВНИИПО). – М.: ВНИИПО, 1998. – 114 с.
4. Состояние заболеваемости и объемы боевой работы сотрудников ГПС МЧС России по субъектам Российской Федерации: информ.-аналит. обзор / А. А. Порошин [и др.] ; Всерос. НИИ противопожар. обороны. – М.: ВНИИПО, 2005. – 50 с.
5. Радионов И. Ю. Обоснование критериев оценки профессиональных рисков пожарных с целью совершенствования системы охраны их здоровья : автореф. дис. канд. мед. наук : спец. 14.00.50 / Радионов И.Ю.; [НИИ мед. труда РАМН]. – М., 2001. – 23 с.
6. Леви М. В. Методы выявления риска стрессовых расстройств у пожарных : автореф. дис. ... канд. психол. наук : спец. 19.00.03 /Леви М. В.; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2000. – 30 с.
7. Залевский Г. В. Психическая ригидность в норме и патологии : автореф. дис. ... д-ра психол. наук : спец. 19.00.04, 14.00.18 /Залевский Г. В.; [Ленингр. науч.-исслед. психоневрол. ин-т им. В.М. Бехтерева]. – Л., 1988. – 41 с.
8. Федорова Е. П. Жизненное самоопределение людей с выраженными различиями в показателях континуума «ригидность – флексибельность»: автореф. дис. канд. психол. наук : спец. 19.00.01 /Федорова Е. П.; [Барнаул. гос. пед. ун-т]. – Чита, 2002. – 22 с.
9. Собчик Л. Н. Стандартизированный многофакторный метод исследования личности. – СПб.: Речь, 2003. – 256 с.
10. Выходцева В. Н. Динамика развития эмоциональной сферы ригидной личности в процессе групповой работы : автореф. дис. канд. психол. наук : спец. 19.00.05 /Выходцева В. Н.; [Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова]. – Ярославль, 2004. – 26 с.
11. Нижарадзе Г. А. Влияние мотивационных факторов на ригидное поведение : автореф. дис. ... канд. психол. наук : спец. 19.00.01 /Нижарадзе Г. А.; [Ин-т психологии им. Д.Н. Узнадзе]. – Тбилиси, 1984. – 23 с.
12. Алимова М. А. Проявление личностной ригидности в динамике становления профессиональных установок: автореф. дис. канд. психол. наук: спец. 19.00.01 / Алимова М. А.; [Барнаул. гос. пед. ун-т]. – Барнаул, 2002. – 24 с.
13. Залевский Г. В. Психическая ригидность в норме и патологии /Г. В. Залевский ; Том. науч. центр, Ин-т образования Сибири, Дал. Востока и Севера. – Томск : ТГУ, 1993. – 270 с.

IMPORTANCE OF MENTAL RIGIDITY FOR ADJUSTMENT TO THE FIRE FIGHTER PROFESSION

Shevchenko T. I.
(Saint-Petersburg, Russia)

Characteristics of the emotional states of fire-fighters as representatives of extreme professions are considered. Qualitative measures for scales of mental rigidity within professional (experience) groups are identified; their intensity was determined to effect formation of functional resource exertion and performance efficiency in extreme situations.

Key-words: emergencies, professionals of the state fire-fighting service, extreme conditions of activity, mental rigidity, fixed behavior patterns.

Статья поступила 05.04.2008

Рекомендована к печати 10.11.2008

УДК: 504.75

ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КУБОВЫХ ОСТАТКОВ АЭС

*Сергиенко В. И., Авраменко В. А., Голуб А. В., Добржанский В. Г.
(Владивосток, Россия)*

Радиационная безопасность АЭС во многом связана с системой обращения с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО), образующимися при работе АЭС. Системы спецводоподготовки АЭС перерабатывают ЖРО на различных стадиях процесса с использованием ионного обмена и дистилляции. В результате переработки чистая вода возвращается в технологический процесс, а высокосолёные кубовые остатки выпарных аппаратов направляются в емкости хранилищ жидких отходов (ХЖО). Объем накапливаемых кубовых остатков составляет от 0.2 до 1.0 м³/МВт мощности АЭС в год, в зависимости от типа реактора АЭС. Значительное количество радиоактивных отходов образуется и в неядерных отраслях – теплоэнергетике, медицине, геологии и др. В настоящее время одним из источников образования большого количества РАО являются угле-, нефте- и газодобыча из-за сопутствующего выноса из недр естественных радионуклидов, а также золоотвалы угольных теплоэлектростанций. Количество радиоактивных отходов (РАО), производимых АЭС, составляет около 0,3% суммарного объема РАО от других источников. При этом ядерная энергетика является единственной отраслью, которая уделяет достаточное внимание своим отходам. Проблема безопасного обращения с РАО является одной из тех проблем, от которых в значительной мере зависят масштабы и динамика развития ядерной энергетике, а также дальнейшее внедрение ядерных и радиационных технологий. Нигде в мире не решены методы окончательного захоронения РАО.

В соответствии с нормативными документами отходы, передаваемые на долговременное хранение, должны быть соответствующим образом кондиционированы. Так, например, жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) должны быть переведены в твёрдые (ТРО), а ос-

новной объем переведен в нерадиоактивные промышленные отходы, не требующие специального хранения.

Стоимость долговременного хранения ТРО весьма высока (до 5000-7000 и более \$ за м³), поэтому такие технологии оправданы только из-за отсутствия лучших методов.

Особую проблему представляет кондиционирование кубовых остатков (КО) выпарных аппаратов систем спецводоочистки АЭС, представляющие собой высокосолёные (содержание до 300 г/л) радиоактивные растворы с удельной активностью более 10⁻⁴ Ки/л. Основными радионуклидами в них являются ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Переработка больших объемов этих остатков, накопленных в хранилищах АЭС, для долговременного хранения представляет одну из важных составляющих повышения безопасности работы АЭС. Глубокое извлечение радионуклидов из жидких кубовых остатков и иммобилизация их в малообъемных ТРО позволила бы решить многие экологические и технические проблемы АЭС.

Традиционными методами переработки кубовых остатков являются глубокое упаривание, цементирование и битумирование. Эти методы позволяют перевести ЖРО в инертную форму, пригодную для захоронения, но не дают значительного сокращения объема конечного радиоактивного продукта. Коэффициенты сокращения объема при использовании различных методов переработки кубовых остатков имеют следующие значения: для цементирования – 0,9...1,3; битумирования – 1,5...2,5; глубокого упаривания – 2...3; остекловывания – 3...4; селективной сорбции – 70...90. Современные селективные технологии имеют существенно более высокие возможности селективной сорбции в сокращении объемов конечного радиоактивного продукта. Однако из кубовых остатков они позволяют выделить только радионуклиды ¹³⁷Cs, переведя их в небольшой объем ра-

диоактивных ТРО. Главная проблема с извлечением кобальта возникает из-за присутствия в кубовых остатках солей этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и щавелевой кислоты, которые образуют очень прочные комплексы с ионами переходных металлов.

Именно поэтому задача извлечения радионуклидов ^{60}Co может быть решена либо селективным извлечением комплекса ЭДТА- Co(III) , либо разрушением этого комплекса и удалением ионов кобальта сорбцией или соосаждением с гидроксидами железа и никеля. В первом случае задача осложняется большим количеством (до нескольких граммов в литре) комплексов ЭДТА-железо и ЭДТА-никель, присутствующих в кубовых остатках, а во втором случае – высокой константой устойчивости комплекса ЭДТА- Co(III) .

Основным приемом разрушения комплекса ЭДТА- Co(III) является окислительная деструкция органических составляющих кубовых остатков с помощью тех или иных методов. Для полного удаления радионуклидов кобальта соосаждением на гидроксидах переходных металлов из растворов, содержащих ЭДТА, как, например, в технологии озонирования кубовых остатков, необходима полная окислительная деструкция ЭДТА. К сожалению, окисление органической составляющей кубовых остатков требует большого расхода окислителя (до 100 и более грамм озона на литр кубового остатка) не только из-за устойчивости ЭДТА к окислительной деструкции, но и в силу прочности комплекса кобальт - ЭДТА.

Именно поэтому была предпринята попытка разработать альтернативную технологию. Среди нескольких технологий, разрабатываемых в Институте химии ДВО РАН, наиболее перспективной была принята технология гидротермального окисления, то есть окисления в жидкой фазе при высоких 200-250 °С температурах и давлении до 10 МПа. Несмотря на необычные для традиционной химической технологии температуры и давления эффект, который дает гидротермальная технология, чрезвычайно велик.

В предложенной технологии кубовый остаток, предварительно очищенный от радионуклидов цезия на ферроцианидных сорбентах (S Ni , НЖС или Термоксид-35 или другие аналогичные сорбенты) окисляется перекисью водорода в проточном реакторе на слое катализатора при температурах от 180 до 250 °С и

давлении 10-15 МПа. Эта технология обеспечивает очистку КО от радионуклидов кобальта, марганца и альфа-излучателей. Охлажденный очищенный кубовый остаток при необходимости дочищается от радионуклидов цезия и подается на узел цементации (узел цементации не требует специального оборудования, так как активность очищенного кубового остатка лежит в пределах 10-100 Бк/л). Полученные таким образом цементные блоки в соответствии с нормативными документами (СПОРО-99, НРБ-99) выводятся из-под контроля Госатомнадзора и могут быть размещены на долговременное хранение на любом полигоне промышленных отходов.

Проведенные лабораторные исследования показали перспективность такого подхода. На результатах исследований был разработан стенд для отработки технологии непосредственно в условиях АЭС.

Технологическая цепочка переработки состоит из трёх стадий.

1. Предварительная чистка кубового остатка от радионуклидов цезия. Производится в фильтрах, обеспечивающих селективную сорбцию радионуклида ^{137}Cs . Основными технологическими проблемами этого этапа является крайне неравномерное распределение радионуклидов в сорбенте. Это приводит к тому, что частичная пептизация ферроцианидных коллоидов при фильтрации ограничивает коэффициент очистки кубового остатка после достижения определенной активности в верхнем слое сорбента. Пептизация характерна для любых композитных ферроцианидных сорбентов и лежит в пределах $10^{-4} \dots 10^{-1} \%$ в зависимости от pH, солесодержания и других свойств растворов и сорбентов.

2. Гидротермальное окисление кубового остатка. На этой стадии происходит очистка кубового остатка от радионуклидов кобальта, марганца и других переходных металлов. Кроме этого в реакторе при гидротермальном окислении происходят превращение гидроксидов переходных металлов в оксиды и совместная кристаллизация оксидов на поверхности шихты (катализатора). Последний процесс позволяет многократно сократить объем образующихся осадков и решить проблемы с их фильтрацией. Высокая скорость протекающих процессов позволяет уменьшить объем фильтра реактора и тем самым повысить безопасность работы.

3. Доочистка после гидротермального процесса.

Одновременно с разрушением комплексов Со-ЭДТА при гидротермальном окислении происходит разрушение выделившихся в первой стадии ферроцианидных коллоидов. Это позволяет провести дополнительную очистку кубового остатка от ^{137}Cs на ферроцианидном фильтре доочистки. В результате ресурс работы ферроцианидных фильтров контейнеров можно повысить многократно, и единственным ограничением его работы является предел активности, при котором фильтр-контейнер будет оставаться среднеактивным ТРО. Естественно, доочистка после гидротермального процесса необходима в случае, когда на первой стадии очистки не удастся добиться необходимого результата. Поскольку после гидротермальной обработки активность очищаемых растворов по ^{137}Cs не превышает 1000 Бк, требуемые коэффициенты очистки лежат в пределах $10 \dots 10^2$. Поэтому на этой стадии можно использовать фильтры без биологической защиты. В этом случае кубовый остаток из нако-

пительной емкости после гидротермального процесса подается насосом на ферроцианидный фильтр, после которого собирается в накопительной емкости для процесса цементации очищенного кубового остатка.

Стендовые испытания разработанной технологии проводились на Нововоронежской АЭС в период с 11 мая по 20 ноября 2006 г. и на Курской АЭС – в августе – сентябре 2007 г.

В результате испытаний гидротермальной технологии окисления кубового остатка при температуре 250 0С были достигнуты следующие уровни остаточной активности.

Ново-Воронежская АЭС.

при исходной активности $4,4 \cdot 10^5$ Бк/дм³ по ^{60}Co и по ^{137}Cs - $8,1 \cdot 10^4$ Бк/дм³ получена остаточная активность по ^{60}Co - < 37 Бк/дм³ и по ^{137}Cs – $6 \dots 150$ Бк/дм³.

Курская АЭС.

при исходной активности $3,7 \cdot 10^5$ Бк/дм³ по ^{60}Co и по ^{137}Cs - $5,9 \cdot 10^6$ Бк/дм³ получена остаточная активность по ^{60}Co - $12 \dots 60$ Бк/дм³ и по ^{137}Cs – $6 \dots 150$ Бк/дм³.



Коэффициенты очистки составили по ^{137}Cs – $10^5 - 10^6$, по ^{60}Co – $10^3 - 10^4$.

Стендовые испытания на реальных кубовых остатках АЭС подтвердили высокую эффективность гидротермальной технологии их переработки.

Гидротермальное окисление кубовых остатков перекисью водорода позволяет производить эффективную очистку от радионуклидов кобальта и радионуклидов других переходных металлов, не требует применения дорогостоящего озонирования. При гидро-

термальном окислении кубовых остатков можно легко получать очень высокие (10^4 и более) степени очистки кубового остатка от радионуклидов кобальта. Технология не требует отдельной фильтрации образующихся гидроксидов металлов, позволяет в 2-3 раза поднять эффективность использования ферроцианидных фильтров и значительно (по сравнению с озонированием) уменьшает общий объем получаемых ТРО.

Без гидротермального окисления такой процесс невозможен.

HYDROTHERMAL PROCESSING KUBOVYKH THE KUB RESTS OF THE ATOMIC POWER STATION

*Sergienko V. I., Avramenko V. A., Golub A. V., Dobrganskiy V. G.
(Vladivostok, Russia)*

Статья поступила 12.10.2008

Рекомендована к печати 5.02.2009

УДК 338.45:669.054.8

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Кудрявский Ю.П., Черный С.А., Рахимова О.В.
(Россия)*

Аннотация:

Статья посвящена проблемам переработки отходов на предприятиях цветной металлургии. На примере редкометалльного производства рассматривается поэтапный процесс разработки усовершенствованной технологической схемы, позволяющей не только сократить количество вторичных радиоактивных отходов, но и обеспечить извлечение из них ценных компонентов за счет частичного рециклинга. Приводится принципиальная схема новой комплексной технологии, а также указываются эффекты, получаемые при внедрении данной разработки.

Ключевые слова: редкометалльное производство, лопаритовый концентрат, дезактивация, нейтрализация, обезвреживание отходов, радиоактивные отходы, солевой оросительный фильтр, цеховые обмывочные воды, эколого-экономическая эффективность

Введение

Редкометалльное производство является одним из важнейших в цветной металлургии. Значительная часть российской редкометаллической продукции экспортируется за рубеж, а реализуемая на внутреннем рынке потребляется различными отраслями отечественной промышленности. В качестве базовой технологии для получения редких металлов сначала в СССР, а затем в России, используется процесс хлорирования металлосодержащих концентратов. При этом основным сырьем для производства тантала и ниобия в нашей стране на сегодня является лопаритовый концентрат, представляющий собой смесь титано-ниобатов редкоземельных металлов. Несмотря на то, что наше государство обладает колоссальными запасами сырья для производства танталовой и ниобиевой продукции – по оценкам специалистов разведанные в России запасы пентаоксида ниобия оцениваются в 23 млн. т (2 место в мире), а прогнозные ресурсы пентаоксида тантала в 800 тыс. т (более 50% мировых запасов), - негативные процессы 90-х годов в отечественной экономике привели к тому, что практически единственным относительно стабильно функционирующим предприятием, производящим лопаритовый концентрат для выпуска редкометаллической продукции в последние годы является Ловозерский ГОК¹. Прочие поставщики сырья – пирохлорового концентрата, Вишневогорское рудоуправление и танталит-колумбитовых концентратов Орловское, Белогорское, Малышевское, Забайкальское предприятия – длительное время не функционировали, или были законсервированы [1,2].

Основные мощности по производству российской редкометаллической продукции сосредоточились также на одном предприятии – Соликамском магниевом заводе, - на котором в процессе переработки лопаритового концентрата выпускается не только тантало-ниобиевая, но и титановая продукция, а также товарные соединения редкоземельных элементов. С учетом прогнозируемого роста спроса на внутреннем и внешнем рынках на указанную продукцию, ОАО «СМЗ» планирует увеличение объемов переработки лопарита на 15-20% в ближайшее время. Однако, для успешной реализации рыночных перспектив

основному отечественному производителю редкометаллической продукции необходимо, прежде всего, решить задачу технико-технологической модернизации для улучшения эколого-экономических характеристик производства [4,5].

I. Недостатки существующей технологии дезактивации и обезвреживания отходов

Одной из острых проблем, стоящих перед предприятием, является высокая вторичная отходоёмкость переработки исходного минерального сырья. Это объясняется не столько спецификой переработки лопаритового концентрата, содержащего естественные радионуклиды, сколько тем, что существующая технология обезвреживания и дезактивации стоков процесса хлорирования лопарита была разработана еще в 70-е годы, когда экологическая проблематика не была так остро обозначена как сегодня, а вопросы рыночной конкурентоспособности для советских предприятий практически не рассматривались.

В соответствии с существующей технологией дезактивация радиоактивных отходов – растворов от гидроразмыва отработанного расплава солевого оросительного фильтра (СОФ) процесса хлорирования лопаритовых концентратов, содержащих до 0,6% тория и цеховых обмывочных вод, образующихся при промывке оборудования и промплощадок, - осуществляется путем их обработки растворами хлорида бария, серной кислоты и известковым молоком до pH 7-9 (см. Патент РФ № 2205461). При определенном соотношении указанных реагентов данная технология стабильно обеспечивает дезактивацию растворов и сточных вод до установленных норм, согласно которым остаточная удельная активность фильтратов должна быть не более 6 Бк/кг. После чего, обезвреженные стоки сливаются в канализацию, а вторичные отходы - радиоактивный осадок от дезактивации – вывозятся на ПЗРО для последующего захоронения.

Существенным экономическим недостатком данной технологии является безвозвратные потери ценных компонентов – соединений Nb, Ta, Ti и РЗЭ с захораниваемыми отходами [6-9].

Техническое несовершенство такого способа дезактивации стоков, содержащих естественные радионуклиды трий-232, уран-238 и дочерние продукты их распада, связано с образованием большого количества вторичных

Предприятие часто меняло в последние годы названия и владельцев, и некоторое время назад было приобретено ОАО «Сильвинит», основным акционером ОАО «СМЗ» [3].

радиоактивных отходов (РАО), – при плановой переработке 12000 т лопарита образуется около 4000 тыс. т вторичных РАО, подлежащих захоронению. При этом спецхранилище таких отходов представляют собой экологически опасные объекты с длительным сроком существования. Поэтому очевидно, что в соответствии с требованиями Концепции Устойчивого Развития, предприятию необходимо внедрение новых экологически и экономически эффективных технологических процессов, позволяющих преодолеть перечисленные проблемы за счет удлинения основного производственного цикла путем утилизации вовлекаемых при рециклировании отходов и соответствующего сокращения массы РАО, подлежащих захоронению.

II. Этапы разработки усовершенствованной технологии обезвреживания и переработки отходов

Задача разработки усовершенствованной технологии обезвреживания и дезактивации РАО редкометаллического производства решалась поэтапно. После проведенного статистического анализа технологических данных, был выяснен вклад цеховых обмывочных вод и растворов СОФ в образование общей массы РАО. Ввиду того, что доля отходов от цеховых обмывочных вод преобладает, на первом этапе работы усилия были направлены на сокращение массы РАО именно от данного вида стоков. Исследования и промышленные испытания этого этапа показали, что обработка цеховых обмывочных вод с исходной удельной активностью $A_{уд}$ до 1000 Бк/кг только раствором NaOH до pH 11-13 при 70-90°C в течении определенного времени обеспечивает требуемую степень дезактивации ($A_{уд} < 6$ Бк/кг), а получаемые при этом радиоактивные оксигидратные осадки, после их сушки, проковки могут быть направлены на передел хлорирования лопарита – поскольку их состав по основным компонентам (Nb, Ta, Ti и PЗЭ) весьма близок к составу лопаритового концентрата. Как свидетельствуют технико-экономические расчеты, использование данной технологии обезвреживания и дезактивации цеховых обмывочных вод, позволяет сократить общую массу РАО, подлежащих захоронению в ХСО в 4 раза, а также получить экономический эффект до ~100 млн. руб. в год за счет 70% - ной экономии ресурсов на обезвреживание отходов и реализации дополнительно извлекаемых из РАО ценных компонентов [10-13].

На втором этапе работы исследования были посвящены проблеме оптимизации процессов дезактивации солевых растворов, образующихся при гидроразмыве отработанного расплава СОФ. В проведенных опытах было изучено влияние различных параметров процессов в широких диапазонах на образование массы осадка. Масса кека оценивалась в зависимости от изменения типа щелочного реагента (CaO, MgO, NaOH, Na₂CO₃ и т.д.), его концентрации (20-200 г/дм³), температуры исходных растворов и пульпы (20-100°C), величины pH нейтрализации (от 6,0 до 13,5), состава и концентрации массы различных коллекторов для радионуклидов (изотопов радия - дочерних продуктов распада тория-232), времени выдержки пульпы и времени старения гидратносulfатных и оксигидратных осадков перед фильтрованием.

Наилучшие технологические показатели - как по степени дезактивации (>99,9%), так и по степени концентрирования радионуклидов, - были получены и на этот раз при обработке растворов СОФ гидроксидом натрия.

Однако, в связи с довольно высокой исходной концентрацией радионуклидов (Th, Ra и др.) в растворах СОФ и их высокой исходной удельной активностью (до 200-250 кБк/кг) в 200-1000 раз превышающей Ауд цеховых обмывочных вод, достичь требуемой степени дезактивации таких растворов до установленных для цеха норм (менее 6 Бк/кг) ни в одном из опытов за одну стадию не удалось: остаточная удельная активность фильтратов после отделения осадков суммы оксигидратов металлов в различных опытах составляла от 100 до 800 Бк/кг, что в 20-130 раз выше установленных норм.

Учитывая указанные результаты опытов, были проведены дополнительные исследования, а также разработаны и испытаны несколько различных вариантов второй стадии дезактивации растворов СОФ - фильтратов после отделения осадков суммы оксигидратов металлов. Эти различные варианты различались между собой типом коллекторов для радия. В частности были апробированы следующие схемы дезактивации фильтратов с $A_{уд} \approx 300-500$ Бк/кг:

- обработка фильтрата растворами Na₂SO₄ и BaCl₂ – реализация стандартной схемы соосаждения Ra с BaSO₄;
- последовательной обработкой растворами BaCl₂, Na₂SO₄, FeCl₃ – соосаждение Ra с оксисульфатами железа;

- последовательной обработкой растворами FeCl_3 и/или AlCl_3 и NaOH до pH 11-13.

Установлено, что каждый из рассматриваемых вариантов дезактивации обеспечивает при оптимальной дозировке реагентов требуемую степень дезактивации: фильтратов во всех рассмотренных вариантах до требуемых норм ≤ 6 Бк/кг.

Сопоставление полученных результатов с данными параллельных опытов, выполненных согласно действующей технологии (двухступенчатой дезактивации с использованием растворов BaCl_2 , H_2SO_4 и известкового молока) показало, что каждый из вышеописанных вариантов разрабатываемой технологии дезактивации растворов СОФ дает возможность в конечном итоге сократить массу вторичных РАО, подлежащих захоронению в ХСО в ~2-3 раза. При этом различия в массе получаемых радиоактивных осадков были незначительны т.к. общая масса вторичных РАО от дезактивации растворов СОФ определяется первой стадией дезактивации т.к. зависит от массы осадка суммы оксигидратов металлов.

Оценка сравнительной эколого-экономической эффективности разработанных технических решений, проведенная как по среднегодовым показателям, так и по моделям, учитывающим фактор времени, показала, что, несмотря на существенное сокращение массы вторичных РАО от нейтрализации и дезактивации растворов СОФ, эффект от снижения среднегодовых затрат на захоронение не компенсирует расходов на используемые реагенты для проведения процессов в связи с высокой стоимостью FeCl_3 , AlCl_3 и NaOH .

Поэтому ни один из вариантов апробированных процессов рекомендовать к промышленному внедрению при существующих ценах на реагенты экономически нецелесообразно.

Вместе с тем, учитывая острую необходимость сокращения количества вторичных РАО, подлежащих захоронению в спецхранилище, исследования по совершенствованию технологии дезактивации растворов СОФ и поиску условий, обеспечивающих сокращение расхода реагентов, были продолжены.

III. Заключительная стадия разработки новой технологии и основные результаты проведенных исследований

Для решения задачи был использован комплексный подход. Сравнительный анализ полученных результатов сопоставления расхо-

дных норм, режимов осуществления процессов, технических параметров и эколого-экономических показателей различных способов и методов - применительно ко второй стадии дезактивации, позволили предложить принципиально новую экономически и экологически рациональную технологическую схему обезвреживания и дезактивации жидких РАО – солевых растворов и обмывочных вод процесса хлорирования лопаритовых концентратов, - с извлечением ценных компонентов из отходов за счет их рекуперации на передел хлорирования и переработке совместно с лопаритовыми концентратами.

При разработке этой технологии и выборе условий второй стадии дезактивации растворов СОФ руководствовались следующими исходными данными.

Активность фильтратов после первой стадии дезактивации растворов СОФ после их нейтрализации раствором NaOH до pH 11-13, обычно составляла 300-500 Бк/кг, что весьма близко к исходной удельной активности цеховых обмывочных вод.

Цеховые обмывочные воды, как свидетельствуют данные химического анализа их состава, содержат Fe и Al преимущественно в форме хлоридов. Ионы этих металлов при обработке цеховых обмывочных вод раствором NaOH образуют осадки оксигидратов металлов, являющихся эффективными коллекторами для радионуклидов ряда тория-232 и урана-238 при определенных условиях.

При плановой переработке 12000 тыс. т лопаритовых концентратов ежегодно образуется ~1500 м³ растворов от гидроразмыва СОФ и ~30000 м³ цеховых обмывочных вод с pH от 1,5 до 5,0. Иначе говоря, соотношение растворов СОФ и цеховых обмывочных вод 1:20, а соотношение фильтратов после первой стадии дезактивации растворов СОФ и цеховых обмывочных вод составляет ~1:10.

Это означает, при смешении этих растворов удельная активность объединенных растворов может повыситься по сравнению с $A_{уд}$ цеховых обмывочных вод на ~5-10% т.е на 25-50 Бк/кг в абсолютном выражении, что находится в пределах средних колебаний удельной активности цеховых обмывочных вод, поступающих в отделение дезактивации и нейтрализации.

Кислотность фильтратов после нейтрализации растворов СОФ гидроксидом натрия нахо-

дится в пределах рН 11,5 -12,5, в связи с чем, при смешении этих фильтратов с цеховыми обмывочными водами с рН 1,5-5,0 величина рН объединенного раствора возрастает, что ведет, в свою очередь, к сокращению расхода дорогостоящего гидроксида натрия на дезактивацию – нейтрализацию фильтратов [14,15].

Совокупность вышеперечисленных предпосылок послужила основой для создания новой совмещенной технологической схемы, обеспечивающей совместную переработку растворов СОФ и цеховых обмывочных вод (см. прил. 1).

В соответствии с разработанной технологией полный усовершенствованный технологический цикл обезвреживания и утилизации отходов редкометаллического производства предусматривает совместное обезвреживание цеховых обмывочных вод и растворов СОФ. При этом растворы СОФ на первом этапе для снижения расхода дорогостоящего реагента NaOH нейтрализуют до рН 3-5 известковым молоком, а затем раствором гидроксида натрия. Радиоактивный осадок после фильтрования вывозят в хранилище спецотходов для захоронения. Затем получаемый фильтрат смешивают с цеховыми обмывочными водами и вновь подвергают обработке раствором гидроксида натрия до рН 11-12. Получаемый после фильтрования осадок после соответствующей сушки и прокалки отправляют на передел хлорирования лопаритового концентрата для подшихтовки к минеральному сырью, а конечный дезактивированный и нейтрализованный фильтрат сливают в промышленную канализацию [16].

Указанный процесс обезвреживания отходов позволяет уменьшить массу основного технологического радиоактивного осадка, направляемого в ХСО практически в ~8-10 раз, снизить темп отчуждения территории под строительство ПЗРО на ~80%, добиться экономии ~2,5% дефицитного минерального сырья при снижении себестоимости редкометаллической продукции ~1%, а также получить экономический эффект за счет выпуска дополнительного объема редких металлов из утилизируемых отходов и оптимизации схемы капложений в строительство спецхранилищ свыше ~500млн. руб. за рассматриваемый период.

IV. Заключение

В заключение следует отметить, что дальнейшее экономическое развитие, согласно выработанным международным концепциям, как в России, так и в других странах, безу-

словно, будет опираться на использование новых технологий. При этом международные стандарты к экологической безопасности и результативности эксплуатируемых технологических процессов будут нацелены на внедрение ВАТ-процессов, т.е. наиболее эффективных известных отраслевых технологий.

Разработанная технологическая схема обезвреживания и утилизации радиоактивных отходов редкометаллического производства является примером такого процесса, и могла бы использоваться на многих химико-металлургических предприятиях в модифицированном под конкретные задачи виде. Именно комплекс получаемых эффектов по сокращению энерго- и ресурсопотребления, реализация принципа малоотходности и цикла рекуперации отходов с получением из них дополнительной товарной продукции позволяет отнести описанную технологию к ВАТ-процессам для металлургической промышленности [17].

Признание

Авторы выражают признательность сотрудникам ОАО «Соликамский магниевый завод» за содействие в проведении исследований и лично благодарят Генерального директора ОАО «СМЗ» Шалаева С.Б., Главного инженера завода Мельникова Д.Л., начальника ПТО Жуланова Н.К., начальника химико-металлургического цеха Дернова А.Ю., начальника Службы радиационной безопасности Полежаева Н.И., заместителя начальника СРБ Медведева А.Н., технического руководителя цеха Каржавина В.Б., начальника 2-го отделения цеха Корюкова В.А., старшего мастера цеха Мартынова Н.М., а также Генерального директора ОАО «Российский институт титана и магния» Ряпосова Ю.А. за поддержку инициативы по реализации данного исследовательского проекта.

Данная работа выполнялась в рамках договора № 1432 от 29.04.2003г. между ООО НПЭФ «ЭКО-технология» и ОАО «СМЗ», а также частично финансировалась за счет личных средств авторов.

Отдельные результаты работы неоднократно представлялись на Международных и Национальных конкурсах и выставках и были отмечены Дипломами, Золотыми медалями и Гран При Международного Салона-выставки «Инновации и инвестиции» (2004г.), Международного Салона промышленной собственности «Архимед» (2004, 2006, 2007 г.), Наци-

ональным Сертификатом Качества (2005г.), Дипломом МАНЭБ за лучшую НИР (2005г.), Национальной экологической премией «ЭКО-МИР» (2006,2007г.).

Используемая литература:

1. Четверев В.И. Экономическая эффективность использования природно-ресурсного потенциала – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 198 с.

2. Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда - М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 269 с.

3. Поносов И. «Сильвинит» купил Ловозерскую ГОК для Соликамского магниевый завода // Коммерсантъ-Прикамье от 03.06.05.

4. Новости мировой промышленности // Материалы официального сайта ГИРЕДМЕТ. [www url: http://www.giredmet.ru](http://www.giredmet.ru)

5. Пресс-релиз ОАО «Соликамский магниевый завод» от 04.06.2006 г. //Материалы официального сайта ОАО «СМЗ» [www url: http://www.smw.ru](http://www.smw.ru)

6. Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В., Мельников Д. Л., Черный С. А. Физико-химические и технологические основы дезактивации радиоактивных отходов процесса хлорирования лопаритовых концентратов //Цветная металлургия, 2006, №9, с. 38-44.

7. Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В., Жуланов Н. К., Черный С. А. Особенности формирования жидких и твердых радиоактивных отходов при переработке лопаритовых концентратов //Цветные металлы, 2007, № 4, с.111-116.

8. Кудрявский Ю. П., Дернов А. Ю., Жуланов Н. К., Черный С. А. Опытные промышленные испытания технологии обезвреживания и дезактивации сточных вод процесса хлорирования лопаритовых концентратов // Цветные металлы, 2007, № 6, с.83-87.

9. Кудрявский Ю. П., Черный С. А., Рахимова О. В. Эколого-экономический анализ усовершенствованной технологии дезактивации радио-активных сточных вод от естественных радионуклидов // Известия Академии Промышленной Экологии, 2006, №1, с. 44-50.

10. Кудрявский Ю. П. Исследование, разработка и внедрение технологии дезактивации радиоактивных солевых отходов //Современные наукоемкие технологии, 2005, №6, с.12-16.

11. Черный С. А., Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В. Влияние усовершенствованной технологии переработки отходов процесса хлорирования лопарита на экологические показатели редкометаллического производства //Современные наукоемкие технологии, 2005, №9, с.9-11.

12. Черный С. А., Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В. Анализ экономической эффективности технологии обезвреживания и дезактивации сточных вод редкометаллического производства //Фундаментальные исследования, 2005, №10, с.19-22 .

13. Кудрявский Ю. П., Черный С. А., Рахимова О. В. и др. Исследование и разработка технологических процессов переработки отходов и промпродуктов переработки лопаритовых концентратов, обеспечивающих сокращение массы вторичных РАО, направляемых в хранилище спецотходов», Этап 1: «Переработка, обезвреживание и дезактивация цеховых обмывочных вод //Отчет по НИР. № Гос. регистрации 01200507435. Инв № 0320.0504340. Код ВНИИЦ 0340006270353. - Березники-Соликамск: НПЭФ «ЭКО-технология» - БФ ПГТУ – ОАО «СМЗ», 2005 г. - 213 с.

14. Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В., Черный С. А. Исследование и разработка технологических процессов на основе методов сорбции, осаждения и соосаждения для дезактивации радиоактивных отходов редкометаллического производства //Сорбционные и хроматографические процессы. 2006, т. 6, ч. 3, №6, с 1192-1197.

15. Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В., Черный С. А. Обезвреживание и дезактивация радиосодержащих солевых отходов производства //Экология и промышленность России, 2007, №4, с. 43-45.

16. Кудрявский Ю. П., Рахимова О. В., Черный С. А. и др. Промышленный участок для дезактивации и обезвреживания радиоактивных отходов хлорной технологии переработки лопаритовых концентратов //Патент на ПМ № 64215 по заявке № 2006140816/22 (044574) на изобретение с приор. от 17.11.2006г., зарег. и опубл. 27.06.2007г. Бюл. № 18.

17. Директива Совета Европейского Союза 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. о комплексном предотвращении и контроле загрязнений // Official Journal L 257, 10/10/1996. - с. 0026 – 0040

Приложение

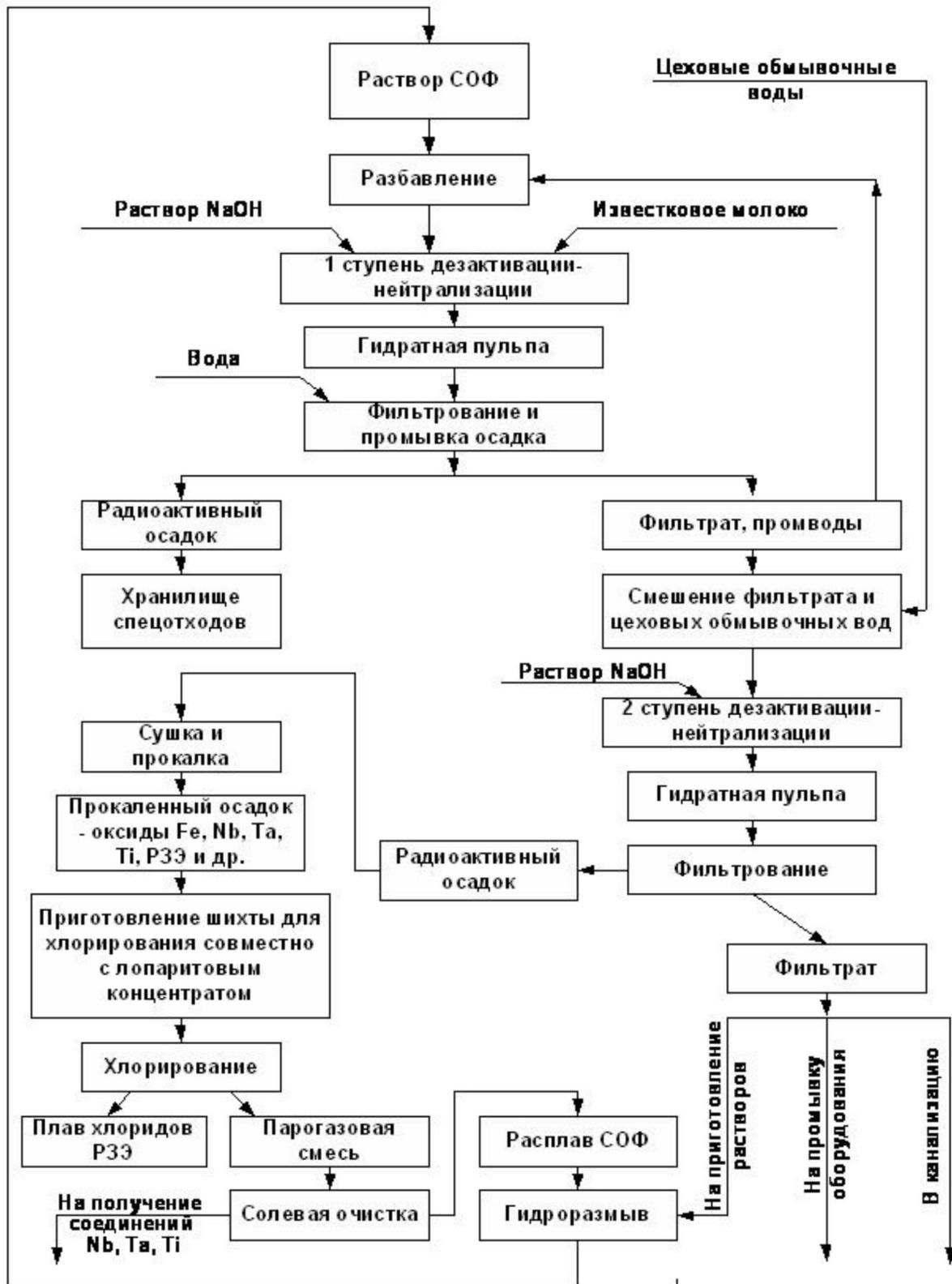


Рис. 1 Объединенная схема обезвреживания и утилизации отходов редкометаллического производства

THE NEW TECHNOLOGY OF THE WASTE COMPLEX PROCESSING FOR RARE-METAL PRODUCTIVE INDUSTRY

Yu. P. Kudryavskiy, S. A Chernyy, O.V. Rakhimova

Abstract

This article is devoted to problems of the waste processing at the enterprises of nonferrous metallurgy with an example of rare-metal manufactures. The stage-by-stage creation process of the advanced technological scheme is considered, which allows not only to reduce some quantity of the secondary radioactive waste, but also to extract the valuable components. The scheme of the new complex technology is resulted, and also the effects of the using this scheme are specified.

Index Terms: rare-metal productive industry, loparite concentrate, deactivation, waste neutralization, radioactive waste, irrigative salt filter, rare-metal foundry sewage, ecological-economic efficiency

Статья поступила 10.02.2008

Рекомендована к печати 15.09.2008

Раздел V

Полемические материалы

КОММЕНТАРИИ РЕДАКЦИИ

В редакцию «Вестника МАНЭБ» обратился инж. В. П. Бондаренко (г. Алчевск, Украина) с просьбой разобраться с правильностью расчётов профиля поверхности фильтроэлемента фильтров высокой пропускной способности, опубликованных в журнале «Вестник МАНЭБ». По мнению В. П. Бондаренко в нижепоименованных работах:

1. Финкельштейн З. Л. и Финкельштейн Л.З. Расчет профиля поверхности фильтроэлемента фильтров высокой пропускной способности //Вестник МАНЭБ, 2006, т.11, №4 (100), с. 8 – 10,
2. Финкельштейн Л.З. Интенсификация процессов очистки промышленных и хозяйственныхсточных вод с целью улучшения экологической безопасности промышленных регионов Украины. Автореферат канд. дисс. ВУО МАНЭБ, г. Алчевск, 2007,

допущены неточности при расчётах фильтров высокой пропускной способности.

Редакционный совет журнала «Вестник МАНЭБ» счёл замечания, содержащиеся в представленных материалах, обоснованными и постановил опубликовать статью В. П. Бондаренко «О расчёте профиля поверхности фильтроэлемента очистителя жидкости типа «цилиндр в цилиндре», в которой обсуждается новый подход к расчёту профиля поверхности фильтроэлемента очистителя, приводящего к эффективному решению рассматриваемой задачи.

*Главный редактор журнала «Вестник МАНЭБ»
С. М. Аполлонский*

О РАСЧЕТЕ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТА ОЧИСТИТЕЛЯ ЖИДКОСТИ ТИПА “ЦИЛИНДР В ЦИЛИНДРЕ”

Бондаренко В. П

В публикациях [1, 2] авторами сделана попытка усовершенствования конструкции очистителей типа «цилиндр в цилиндре». Еще их называют самоочищающимися или гидродинамическими, в частности, с неподвижным внутренним цилиндром. Они обладают существенными преимуществами в сравнении с известными самоочищающимися обратной промывкой фильтрами. Важную роль в достижении некоторых из них играет форма боковой поверхности внутреннего цилиндра, расположенного с зазором в наружном. Поэтому, попытка авторов усовершенствовать эту форму неоспорима.

Их цель при этом состояла в достижении “постоянства тонкости очистки фильтроэлементом” за счет получения стабильности отношений скорости “поперечного потока к скорости продольного потока” путем изменения профиля поперечного сечения боковой поверхности фильтроэлемента до грушеобразной формы. При этом наилучшие результаты будут достигнуты в том случае, когда эта форма профиля фильтроэлемента вместе с круговой цилиндрической поверхностью корпуса образуют между собой зазор (канал) с линейным изменением ширины при постоянной его высоте.

Задача авторов ясна, а вот результаты ее решения заслуживают обсуждения, так как на практике не могут быть востребованы.

Данная работа предусматривает более детальные исследования данного вопроса с целью практического использования их результатов.

Анализ вопроса показал, что авторы и других работ [3] признают эффективность грушеобразной формы профиля фильтроэлемента, но при этом не показывают путей ее получения. Поэтому, стремление авторов работ [1, 2] найти их, вполне объяснимо. Но, при этом,

были допущены опечатки и ошибки в трех формулах, при этом последняя из них, формула для расчета профиля, оказалась не состоятельной, так как не обеспечивает линейное изменение ширины канала при принятых условиях и исключает возможность изготовления очистителя. И вот почему.

Они утверждают, что для образования зазора (канала) с линейным изменением ширины, грушеобразная форма профиля фильтроэлемента должна формироваться поточным радиусом, определяемым по формуле:

$$\rho = R - (2\alpha/\pi + \cos \gamma - 1)(\delta_1/2) - (2\alpha/\pi + \cos \gamma + 1)(\delta_2/2), \quad (1)$$

при условии, что

$$e = 0,5(\delta_1 - \delta_2), \quad (2)$$

$$h = 2e(\gamma/\gamma) + \delta_2, \quad (3)$$

где ρ - поточный радиус фильтроэлемента, м; R - радиус полости корпуса, м; α - угол, образуемый радиусом корпуса и поточным радиусом фильтроэлемента, рад; e - эксцентриситет, м; δ_1 - зазор на входе, м; δ_2 - зазор на сливе, м; h - ширина канала, м; γ - угол, отсчитываемый по окружности от сливного к входному патрубкам, рад.

При этом формула (3) показана выше с учетом опечатки авторов. Причем, так как формулы публикации [1] по сути такие же, как и в публикации [2], а обозначение их разное, то для простоты изложения анализ вопроса ниже дается относительно первой публикации.

Из последнего рис. этой публикации, очевидно, что формула (1) нарушает принятые условия, так как формулы (2) и (3) будут иметь такой вид лишь тогда, когда при угле γ , равном

0 и π рад, поточные радиусы будут одинаковы

$$\rho_0 = \rho_\pi = R - e - \delta_2$$

Но по формуле (1), при этих же значениях угла γ , поточные радиусы

$$\rho_0 = R - \delta_2 \text{ и } \rho_\pi = R + \delta_1,$$

т.е. $\rho_0 \neq \rho_\pi$, что свидетельствует о ее несостоятельности.

Кроме того, практический расчет профиля поверхности по формуле (1) показал, что полученный при этом фильтроэлемент, по габаритам, не вписывается в корпус с внутренним радиусом R , что вообще исключает возможность изготовления очистителя. Наглядно это показано ниже.

Для убедительности в выше сказанном и вывода формулы расчета профиля фильтроэлемента, обеспечивающей решение задачи авторов [1, 2], принимаем следующую схему.

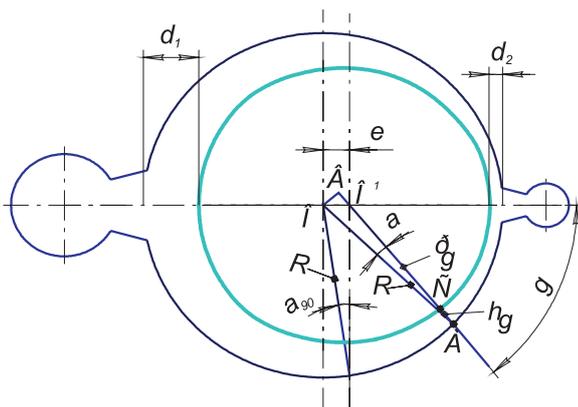


Рис. 1.
Схема вывода формулы поточного радиуса профиля

Она отличается от последнего рис. авторов лишь тем, что содержит угол α . В ее основу положены формулы (2) и (3) авторов, при этом вывод формулы расчета поточного радиуса поверхности фильтроэлемента заключается в последовательном решении трех прямоугольных треугольников: ΔABO , ΔAO^1O и ΔO^1VO и уравнения с одним неизвестным

$$AB = AC + CO^1 + O^1V$$

или

$$R \cdot \cos \alpha = h_\gamma + \rho_\gamma + e \cdot \cos \gamma,$$

откуда с учетом формулы (3)

$$\rho_\gamma = R \cdot \cos \alpha - e \cdot [(2\gamma/\pi) + \cos \gamma] - \delta_2 \quad (4)$$

Это и есть основная формула для определения поточного радиуса, формирующего профиль поверхности фильтроэлемента, для решения поставленной авторами цели.

Проверка сказанного в трех характерных местах ($\gamma=0$ рад, $\gamma=\pi$ рад и $\gamma=0,5\pi$ рад) профиля поверхности показывает, что по формуле (4)

$$\rho_0 = \rho_\pi = R - e - \delta_2,$$

а

$$\rho_{0,5\pi} = R \cos \alpha - e - \delta_2,$$

что с учетом формулы (2) первое выражение и формулы (3) второе выражение соответствуют выражениям по расчетной схеме (рис 1), определяемым визуально.

Сравнивая полученные результаты, видим, что при всех углах значения поточного радиуса, определенные по формуле (4), соответствуют значениям, принятым на схеме. Это свидетельствует о том, что формула (4) задана правильно.

Для большей убедительности сказанного, далее представлены результаты практического расчета профиля фильтроэлемента очистителя воды от твердых загрязнений производительностью 2000 м³/ч с “постоянной тонкостью очистки по всей поверхности фильтроэлемента”. Для сравнения, расчет проведен по формулам (1) и (4) при следующих исходных данных: производительность - 1000 м³/ч. (на один канал); количество слива - 10%; радиус полости корпуса $R = 0,75$ м; скорость жидкости в канале $V = 1,0$ м/с; диаметр максимальной фракции загрязнений - 12 мм; угол расположения входа канала $\gamma=160^\circ$; угол расположения выхода канала $\gamma=10^\circ$.

Отсчет угла γ так же принят по ходу часовой стрелки от сливного патрубка очистителя.

Исходя из размера исходного загрязнения в 12 мм, ширина канала (зазора) на его выходе принята равной 14 мм, что с учетом линейности ее изменения позволило определить значения зазоров со стороны входного и сливного патрубков очистителя $\delta_1 = 155,6$ мм и $\delta_2 = 5,6$ мм, соответственно. Остальные расчеты профиля фильтроэлемента велись для двух сравниваемых вариантов за формулами (1)-(3) и (2)-(4).

Результаты полного расчета представлены чертежом, выполненным на компьютере (рис. 2).

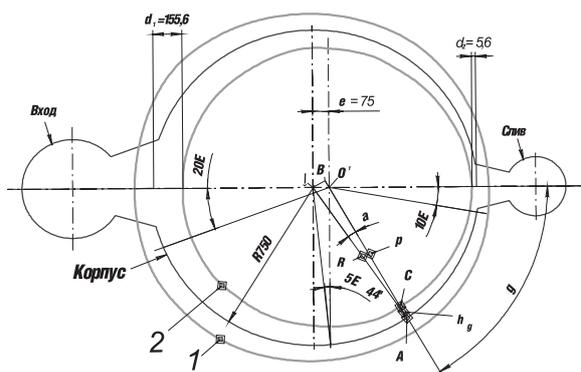


Рис. 2
Профили фильтроэлемента

На рис. 2 кривые 1 и 2 представляют профили фильтроэлементов, полученные по формулам (1) и (4), соответственно. На нем видно, что профиль 1 расположен не внутри корпуса, а с наружи, что подтверждает сделанный выше вывод о невозможности изготовления очистителя и несостоятельности формулы (1) авторов.

Более наглядным становится сравнение формул (1) и (4), если их вид приблизить друг другу. В результате изменения вида формулы (4) получим две дополнительные формулы:

$$\rho_\gamma = R \cos \alpha + e - 0,5 \left[(2\gamma/\pi) + \cos \gamma + 1 \right] \delta_1 + 0,5 \left[(2\gamma/\pi) + \cos \gamma - 1 \right] \delta_2 \quad (5)$$

$$\rho_\gamma = R \cos \alpha - e - 0,5 \left[(2\gamma/\pi) + \cos \gamma + 1 \right] \delta_1 - 0,5 \left[(2\gamma/\pi) + \cos \gamma - 1 \right] \delta_2, \quad (6)$$

последняя формула (6) из которых, по виду, наиболее близка к виду формулы (1). Различия между формулами (1) и (6) имеются. И они очевидны визуально, но основное из них состоит в том, что формула (1) является неверной, так как исключает возможность изготовления очистителя.

На практике к использованию подобных очистителей следует подходить с учетом следующих особенностей.

Наряду с постоянством тонкости очистки жидкости по всей поверхности фильтроэлемента и одновременным снижением потерь давления, в исследуемых очистителях, в сравнении с известными очистителями, имеет место заметное увеличение содержания до-

пустимой фракции загрязнений в фильтрате. Объясняется это тем, что скорость жидкости над фильтроэлементом в известных очистителях данного типа изменяется от максимального до минимально заданного значения [4]. При равных условиях оценки, оно равно постоянной скорости жидкости над фильтроэлементом в исследуемом очистителе. Поэтому в известных очистителях допустимая фракция загрязнений попадает в фильтрат только в конце канала, а в исследуемом - по всей его длине, т.е. возможности проникновения допустимой фракции у фильтрат резко возросли. К тому же, при кратковременном изменении параметров исходной жидкости, что неизбежно в производстве, вероятность внезапного загрязнения фильтрата, причем недопустимыми фракциями, возрастает в большей степени, чем у известных очистителей. Это снижает надежность работы очистителя или требует принятия мер на стадии разработки, связанных с повышением потерь давления и/или исходной жидкости.

Так же следует учитывать, что имеющее место отступление от профиля кругового цилиндра, при одинаковых условиях оценки, делает изготовление исследуемого очистителя намного дороже. Объясняется это потребностью в дополнительной и продолжительной ручной операции разметки грушеобразного профиля под сборку фильтроэлемента и значительным повышением расхода металла, вызванным увеличением диаметров крышки и корпусов фильтроэлемента и очистителя из-за увеличения со стороны входного патрубка ширины канала в 2-3 раза для создания в нем постоянной продольной скорости жидкости. При этом упования на возможность использования шаблонов мало значимые, так как очистители этого типа строго индивидуального изготовления.

Следует иметь ввиду и то, что использование исследуемых очистителей с целью снижения потерь давления должно оцениваться с точки зрения того, что, при очистки маловязких жидкостей, в известных очистителях потери давления очень незначительны [5]. Поэтому, использование таких очистителей для целей очистки жидкости следует исходить из соображений целесообразности. Более целесообразным при этом является использование

их при очистке маловязких и вязких жидкостей с низким содержанием допустимых фракций загрязнений.

Наиболее полно они могут быть реализованы при фракционном разделении эмульсий в потоке с целью повышения его эффективности.

Выводы

Следовательно, предложенная авторами формула расчета профиля поверхности обеспечивает получение известного грушеобразного в сечении фильтроэлемента, но полученные при этом его габариты исключают возможность изготовления очистителя типа “цилиндр в цилиндре”.

Если такой очиститель будет востребован, то для определения профиля фильтроэлемента следует использовать формулы (2) – (6).

Использование таких очистителей для целей очистки жидкости должно определяется условиями целесообразности после полной оценке их особенностей.

Наиболее эффективно они могут быть использованы для целей фракционного разделения эмульсий в потоке.

Используемая литература:

1. Финкельштейн З. Л., Финкельштейн Л. З. Расчет профиля поверхности фильтроэлемента фильтров высокой пропускной способности //Вестник МАНЭБ, 2006, т.11, № 4 (100), с. 8-10.
2. Финкельштейн Л.З. Интенсификация процессов очистки промышленных и хозяйственных сточных вод с целью улучшения экологической безопасности промышленных регионов Украины. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Алчевск: ВУО МАНЭБ, 2007.
3. UK Patent Application GB 2 110 554 A, INT CL 3 B01D 29/20 // 35/02. 1983. Fig. 6, 7.
4. Бондаренко В. П. “Способ очистки жидкостей от твердых загрязнений в потоке”. Патент Украины, № 64598, опубл. Бюл. 7, 15.07.2005.
5. Финкельштейн З. Л., Финкельштейн Л. З. Опыт применения фильтров сверхвысокой производительности для очистки промышленных стоков. //Вестник МАНЭБ, 2003, т.8, № 5 (65), с. 94-96.

ABOUT CALCULATION OF THE STRUCTURE OF FILTER ELEMENT OF SURFACE CLEANER OF THE LIQUID OF TYPE “CYLINDER IN THE CYLINDER”

Bondarenko V.P.

Summary

The arguments on an inconsistency of the publications [1, 2], offered by the authors, of accounts for reaching an object in view are reduced. Other account is offered

Index Terms: filter element of surface, profile of element, structure of element

Статья поступила 07.03.2008

Рекомендована к печати 12.10.2008