

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинский государственный университет»

КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**В. И. Бархатов, И. П. Добровольский,
Ю. Ш. Капкаев**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Часть 2

Челябинск
Издательство Челябинского государственного университета
2015

ББК У28(2Рос-4Чел)

Б267

***Посвящается 70-летию Победы
в Великой Отечественной войне***

Серия основана в 2008 году

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Челябинского государственного университета

Р е ц е н з е н т ы:

В. Г. Зеленкин, доктор технических наук,
профессор Южно-Уральского государственного университета;

Б. Ш. Дыскина, доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заведующая кафедрой химической технологии
Южно-Уральского государственного университета

Бархатов, В. И.

Б267 Рациональное использование природных ресурсов Челябинской области : монография : в 2 ч. Ч. 2 / В. И. Бархатов, И. П. Добровольский, Ю. Ш. Капкаев. Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2015. 265 с. (Классический университет).

ISBN 978-5-7271-1288-5

Изложен современный взгляд на рациональное использование природных ресурсов в аспекте актуальных научных представлений в условиях сложившейся экономической и экологической ситуации в Челябинской области. Рассмотрены возможные перспективы развития экономики региона с учётом экологически ориентированного управления природными ресурсами.

Адресовано студентам, обучающимся по направлениям экономики, экологии и природопользования. Издание будет полезно специалистам, работающим в различных отраслях промышленности.

ББК У28(2Рос-4Чел)
+Ж693

ISBN 978-5-7271-1288-5

© ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», 2015
© Бархатов В. И., Добровольский И. П., Капкаев Ю. Ш., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Глава 8. Перспективные методы получения строительных материалов из отходов производств | 6 |
| 8.1. Краткая характеристика применяемых строительных материалов | 6 |
| 8.2. Требования к отходам, пригодным для производства строительных материалов | 8 |
| 8.3. Строительные материалы на основе отходов производств металлургии | 10 |
| 8.4. Свойства гипсосодержащих отходов и материалы, получаемые на их основе | 12 |
| 8.5. Повышение активности зол ТЭС и расширение сферы их применения | 25 |
| 8.6. Использование отходов производств для изготовления различных вяжущих | 34 |
| 8.7. Перспективные методы переработки отходов пластмасс и резины | 38 |
| Глава 9. Перспективные методы получения удобрений и мелиорантов из минерального сырья и отходов производств | 50 |
| 9.1. Основные причины, снижающие урожайность почв, и методы повышения их плодородия | 50 |
| 9.2. Классификация и основные свойства удобрений | 52 |
| 9.3. Основные виды сырья для получения минеральных удобрений | 53 |
| 9.4. Основные виды сырья, применяемого для получения органических удобрений, и особенности технологий производства | 57 |
| 9.5. Использование отходов производств для изготовления удобрений | 65 |
| 9.6. Калийсодержащие удобрения из отходов производств | 71 |
| 9.7. Перспективные методы получения мелиорантов из отходов производств | 72 |
| 9.8. Перспективные методы повышения плодородия солонцов | 75 |
| Глава 10. Эффективные методы переработки углеводородсодержащих отходов | 82 |
| 10.1. Перспективные методы утилизации отработанных смазочных материалов | 82 |
| 10.2. Обезвреживание отработанных масел, загрязнённых токсичными веществами | 90 |

| | |
|--|------------|
| 10.3. Термические методы переработки углеводородсодержащих отходов | 94 |
| 10.4. Применяемые процессы для переработки углеводородсодержащих токсичных отходов | 96 |
| 10.5. Особенности получения биогаза из бытовых отходов на полигонах | 100 |
| 10.6. Перспективные методы переработки пришедших в негодность пестицидов. | 102 |
| 10.7. Перспективный комплексный процесс пиролиза углеродсодержащих отходов | 109 |
| Глава 11. Особенности создания возобновляемых источников энергии в Челябинской области. | 116 |
| 11.1. Эффективность применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Российской Федерации . . | 116 |
| 11.2. Особенности преобразования солнечной энергии и конструкций установок для её производства | 124 |
| 11.3. Энергия ветра и её использование с помощью специальных устройств | 139 |
| 11.4. Особенности применения биологической энергетики в Челябинской области. | 148 |
| 11.5. Основные затруднения при внедрении водородной энергетики | 151 |
| Глава 12. Перспективы развития экономики Челябинской области до 2020 года | 153 |
| 12.1. Основные направления развития минерально-сырьевой базы области | 153 |
| 12.2. Особенности развития металлургического комплекса области | 156 |
| 12.3. Перспективы развития машиностроительного комплекса области | 163 |
| 12.4. Особенности развития в области строительного комплекса и производства строительных материалов | 166 |
| 12.5. Восстановление лесного комплекса области | 169 |
| 12.6. Особенности развития агропромышленного комплекса области | 173 |
| 12.7. Улучшение окружающей среды и обеспечение экологической безопасности | 179 |
| 12.8. Текущее состояние и перспективы развития транспортной, энергетической, информационно-телекоммуникационной инфраструктуры Челябинской области | 185 |

| | |
|---|------------|
| Глава 13. Экологически ориентированное управление природными ресурсами Челябинской области | 190 |
| 13.1. Понятия, виды и формы природопользования и требования, предъявляемые к рациональному использованию природных ресурсов | 190 |
| 13.2. Экологический мониторинг природных ресурсов . . . | 195 |
| 13.3. Инвентаризация и создание кадастров природных ресурсов | 196 |
| 13.4. Экологический аудит, методы его проведения и особенности | 200 |
| 13.5. Особенности проведения сертификации природных ресурсов | 202 |
| 13.6. Лицензии на право использования природных ресурсов и лимитирование природопользования . . . | 204 |
| 13.7. Особенности представления недр для разработки месторождений общераспространённых полезных ископаемых | 206 |
| 13.8. Экологизация технологических процессов и производств | 209 |
| 13.9. Договорные формы природопользования | 210 |
| 13.10. Управление геосистемами различного функционального назначения | 214 |
| Глава 14. Экономическая эффективность использования природных ресурсов | 227 |
| 14.1. Основные положения и сущность экономического механизма охраны природных ресурсов | 227 |
| 14.2. Финансирование природоохранных мероприятий и платность природных ресурсов | 230 |
| 14.3. Экономическая эффективность малоотходных и ресурсосберегающих мероприятий и производств . . | 234 |
| 14.4. Экономическое обоснование переработки техногенных месторождений | 239 |
| 14.5. Методики определения эколого-экономической эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения | 241 |
| 14.6. Методические аспекты оценки эффективности сельскохозяйственного производства | 245 |
| 14.7. Методика, применяемая для определения ущерба от деградации почв и земель | 247 |
| Заключение | 249 |
| Библиографический список | 259 |

Глава 8. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ

8.1. Краткая характеристика применяемых строительных материалов

Применяемые в строительстве материалы и изделия подразделяются на приведённые ниже виды:

1) конструкционные материалы — воспринимают и передают нагрузки в строительных конструкциях;

2) теплоизоляционные материалы — их основное назначение заключается в снижении до минимума переноса теплоты через строительную конструкцию и тем самым обеспечение необходимого теплового режима в помещении при минимальных затратах энергии;

3) акустические материалы (звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы) — для снижения уровня «шумового загрязнения» помещения;

4) гидроизоляционные и кровельные материалы — для создания водонепроницаемых слоёв на кровлях, подземных сооружениях и других конструкциях, которые необходимо защищать от воздействия воды или водяных паров;

5) герметизирующие материалы — для заделки стыков в сборных конструкциях;

6) отделочные материалы — для улучшения декоративных качеств строительных конструкций, а также для защиты конструкционных, теплоизоляционных и других материалов от внешних воздействий;

7) материалы специального назначения (например, огне- или кислотоупорные), применяемые при возведении специальных сооружений [20; 72. С. 12].

По технологическому признаку материалы подразделяют на следующие группы:

1. Природные каменные материалы и изделия — получают из горных пород путём их обработки: стеновые блоки и камни, облицовочные плиты, детали архитектурного назначения, бутовый камень для фундаментов, щебень, гравий, песок и др.

2. Керамические материалы и изделия — получают из глины с добавками путём формования, сушки и обжига: кирпич, керамические блоки и камни, черепица, трубы, изделия из фаянса и фарфора, плитки облицовочные и для настилки полов, керамзит (искусственный гравий для лёгких бетонов) и др.

3. Стекло и другие материалы и изделия из минеральных расплавов — оконное и облицовочное стекло, стеклоблоки, стеклопрофилит (для ограждений), плитки, трубы, изделия из ситаллов и шлакоситаллов, каменное литьё.

4. Неорганические вяжущие вещества — минеральные материалы, преимущественно порошкообразные, образующие при смешивании с водой пластичное тело с последующим приобретением камневидного состояния: цементы, известь, гипсовые вяжущие и др.

5. Бетоны — искусственные каменные материалы, получаемые из смеси вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителя. Бетон со стальной арматурой — железобетон, он хорошо сопротивляется не только сжатию, но и изгибу и растяжению.

6. Строительные растворы — искусственные каменные материалы, состоящие из вяжущего, воды и заполнителя, переходящие из тестообразного в камневидное состояние.

Искусственные необжиговые каменные материалы получают на основе неорганических вяжущих и различных заполнителей: силикатный кирпич, гипсовые и гипсобетонные изделия, асбестоцементные изделия и конструкции, силикатные бетоны.

Органические вяжущие вещества и материалы на их основе — битумные и дёгтевые вяжущие, кровельные и гидроизоляционные материалы: рубероид, пергамин, изол, бризол, гидроизол, толь, приклеивающие мастики, асфальтовые бетоны и растворы.

Полимерные материалы и изделия — группа материалов, получаемых на основе синтетических полимеров (термопластических нетерморективных смол): линолеумы, релин, синтетиче-

ские ковровые материалы, плитки, древеснослоистые пластики, стеклопластики, пенопласты, поропласты, сотопласты и др.

8.2. Требования к отходам, пригодным для производства строительных материалов

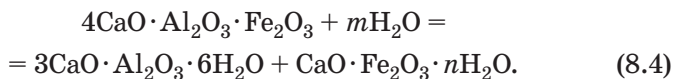
Известно, что сырьё, применяемое для строительных материалов и изделий, должно обладать вяжущими свойствами [19; 75]. Так, например, портландцемент содержит соединения $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (алит) и $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (белит), которые при взаимодействии с водой образуют цементный камень по реакциям



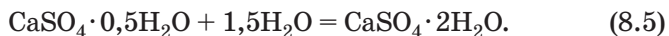
Из приведённых реакций видно, что такие соединения обладают вяжущими свойствами, причём алит в большей степени. В глинозёмистом цементе вяжущим является алюминат кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, который обладает вяжущим свойством и при взаимодействии с водой образует цементный камень по реакции



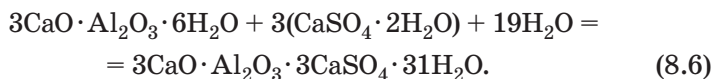
Соединения железа (феррат кальция) особенно в смеси с алюминатом кальция также обладают вяжущим свойством, что подтверждается следующей реакцией:



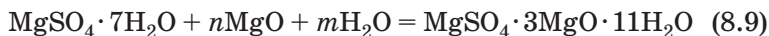
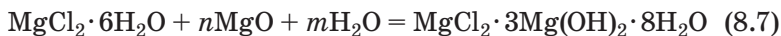
Вяжущими свойствами обладает полуводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, который получается обработкой гипса при температуре выше 105°C :



Более высокими вяжущими свойствами обладает смесь алюмокальцита и гипса приведённого состава:



Вязущими свойствами при определённых условиях обладают хлорид и сульфат магния, которые при взаимодействии с каустическим магнезитом образуют цементные камни приведённого состава:



Вязущими являются также фосфаты — соединения металлов с фосфорной кислотой, свойства которых зависят в основном от валентности металлов и количества замещения ими водородов в фосфорной кислоте. Фосфаты щелочных металлов и аммиака при любом замещении ими водорода в фосфорной кислоте водорастворимы. Водорастворимы также фосфаты, образованные остальными металлами при замещении ими только одного водорода в фосфорной кислоте.

Невысокими вязущими свойствами обладает и форстерит — $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, который является одним из компонентов железистых шлаков.

Вязущими, хотя и слабыми, являются также битум и различные органические вещества, особенно высокомолекулярные.

Таким образом, одним из важнейших показателей сырья, пригодного для получения строительных материалов и изделий, является наличие в отходах указанных выше вяжущих, количество и состав которых определяют прочность изделий. Не менее важным показателем, определяющим пригодность отходов для получения из них строительных материалов и изделий, являются дисперсность, содержание водорастворимых и токсичных веществ, а также наличие в отходах щелочей, металла и различных примесей.

8.3. Строительные материалы на основе отходов производств металлургии

Из отходов производств металлургии наиболее многотоннажными являются металлургические шлаки, большинство из которых содержат в необходимом количестве указанные вяжущие, по ряду показателей соответствуют остальным требованиям сырья и пригодны для изготовления строительных материалов и изделий [28; 32]. Так, например, доменный шлак, особенно гранулированный, содержащий 39,5–40,7 % CaO; 36,9–40,5 % SiO₂; 11–11,8 % Al₂O₃, применяется в количестве до 20 % как добавка к сырьевой смеси портландцемента, а в объёме 20–60 % он используется в смеси с цементом для изготовления шлакопортландцемента. Значительное количество доменных шлаков применяется для получения шлакоситаллов, используемых в покрытиях полов, конусной части бункеров, а также в устройстве облицовки и кладки стен.

Доменный шлак может применяться в смеси с различными отходами и сырьём для получения различных строительных материалов:

- в смеси с отсевом мартеновского шлака, шлакопортландцемента и пыли кремнезёмистых сплавов для получения бетонной смеси;
- в смеси с портландцементом, шлаковой пемзой, кварцевым песком и бокситовым шлаком для изготовления шлакоблоков;
- в смеси с шлакопортландцементом, отходом обогащения железной руды, лигносульфатами, полиэфирной смолой и заполнителем для получения бетонной смеси с повышенной морозостойкостью;
- в смеси с капроновым волокном и растворами силиката натрия и гидрата оксида калия для изготовления композиции строительного материала с повышенной прочностью [28; 32].

Отходы сталеплавильных производств, особенно пыли и шламы, не находят применения для изготовления строительных материалов из-за низкого содержания в них соединений кальция и кремния. В сталеплавильных шлаках соединения кальция и кремния находятся на уровне 24–55 и 15–34 % соответ-

ственно, т. е. они обладают в достаточной степени вяжущими свойствами и даже более высокими по сравнению с доменным шлаком. Однако конверторные и особенно мартеновские шлаки содержат значительное количество оксидов железа и чистого железа («корольков» и скрапа). Примеси железа сложно отделяются от шлаков, что и ограничивает их применение для изготовления строительных материалов. Однако такие шлаки после отделения от них железа применяются для изготовления щебня.

В значительно больших объёмах для получения строительных материалов и изделий используются отходы ферросплавного производства. Так, например, пыль силикохрома и ферросилиция, содержащая 85–96 % оксида кремния, в большом количестве применяется как упрочняющая добавка к шихте при получении железобетонных изделий, а пыль, улавливаемая при обжиге известняка,— для получения силикатного кирпича. Для этих целей применяется и шлак, получаемый при производстве низкоуглеродистого феррохрома, содержащий 46–58 % оксида кальция.

Практически вся кремнийсодержащая пыль, образованная при магнитной и воздушной сепарации измельчённых шлаков (феррохрома, ферромолибдена, ферровольфрама), используется для производства цемента.

Шлаки цветных металлов из-за низкого содержания в них оксида кальция практически не обладают вяжущими свойствами, а поэтому не находят широкого применения для получения строительных материалов и изделий, за исключением тонкодисперсной пыли, которая используется в качестве наполнителя в бетонных смесях. Кроме того, в связи с тем, что в таких шлаках высокое содержание соединений железа, они применяются в производстве цементного клинкера взамен огарка.

8.4. Свойства гипсосодержащих отходов и материалы, получаемые на их основе

8.4.1. Характеристика гипсосодержащих отходов, применяемых в строительстве

Гипс, или дигидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и ангидрит (CaSO_4) являются основными формами сульфата кальция, встречающимися в природе [32; 73. С. 70]. Как первый, так и второй широко применяются для получения следующих материалов, %: строительной штукатурки — 45,0; цемента — 43,0; сульфата аммония — 6,0; серной кислоты — 2,0.

Природный гипс применяется также для изготовления гипсоволокнистых плит и блоков и т. д. Для получения таких изделий в большинстве строительных организаций используется природный гипс фракции гипсового камня размером более 60 мм, а фракция размером кусков менее 60 мм не находит широкого практического применения. В связи с этим на кафедре строительных материалов ЮУрГУ проведены исследования по более рациональному использованию указанной фракции гипса. Разработана технология получения на основе этой фракции гипса шлакощелочного вяжущего путём тонкого измельчения гипса совместно с доменным гранулированным шлаком, последующим затворением смеси водным раствором щёлочи или силиката натрия (жидкого стекла) 15–20 % концентрации [73. С. 47]. При обработке получается вяжущее марок 400, 500, 600, которое может использоваться вместо портландцемента при изготовлении бетонов и растворов, характеризующихся высокой прочностью при сжатии (до 100 МПа), морозо- и сульфатостойкостью, водонепроницаемостью и долговечностью. Производство такого вяжущего не требует применения обжига и состоит только из стадии измельчения гипса с добавкой доменного шлака.

По экспертным оценкам, в мире ежегодно образуется около 160 млн синтетического гипса различного состава, в том числе фосфогипса, титаногипса, фторангидрида и др. [28; 32]. Анализ этих данных показал, что все эти отходы являются перспективным сырьём в промышленности строительных материалов.

Наибольшее количество отходного гипса (фосфогипса) получается в производстве фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений [Там же].

Известны два основных способа производства фосфорной кислоты: экстракционный и термический. В связи с тем, что термический способ высокоэнергоёмкий, 95,8 % фосфорной кислоты получают экстракционным способом, но при этом на 1 т фосфорной кислоты образуется в пересчёте на P_2O_5 4,0–5,0 т фосфогипса. Содержание кальция и фосфора в рудах зависит от их физико-химических свойств и состава. В большинстве руд отношение $CaO : P_2O_5$ равно 1,35–1,65, что также влияет на выход фосфогипса в производстве фосфорной кислоты.

В Советском Союзе для получения фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений применялись фосфориты Каратау с содержанием P_2O_5 24,0–26,0 % и хибинские апатиты с содержанием P_2O_5 39,0–46,8 %. В связи с тем, что фосфориты содержат значительное количество примесей (2,5–12,0 % Fe_2O_3 , 2–6 % MgO , а также SiO_2 и $CaCO_3$), для сульфатизации такого сырья экономически выгодно применять 55–60 %-ю отработанную гидролизную кислоту. Поэтому практически на всех химических предприятиях одновременно строят производства диоксида титана, серной кислоты и минеральных удобрений. В рудах, применяемых для получения фосфорной кислоты, наряду с основными оксидами (фосфора, кальция, железа, алюминия) и фтором содержатся микропримеси мышьяка, кадмия, меди, хрома, урана и т. д., которые в значительной степени (от 4,0 до 50,0 %) переходят в фосфогипс. Эти примеси являются основным препятствием использования фосфогипса в промышленности и сельском хозяйстве.

Однако фосфогипс без предварительной очистки от указанных примесей, особенно мышьяка, свинца и радиоактивных элементов, не применим в производстве указанных выше материалов вместо природного гипса [32].

В нашей стране, по данным «Союзосновхима», выпуск фосфогипса к 1990 г. достигал 60,0 млн т/год, который частично использовался в сельском хозяйстве для окультуривания засоленных щелочных и кислых почв, приготовления компостов,

где он хорошо себя зарекомендовал не только как химикат, но и как продукт, содержащий фосфор (1,345 млн т).

Кроме того, 1,7 млн т фосфогипса ежегодно используется для получения гипсовых вяжущих и 240 тыс. т — для производства цемента, что составляет около 5 % получаемого фосфогипса. В результате незначительного применения на предприятиях в отвалах скопилось более 130,0 млн т фосфогипса.

За рубежом фосфогипс используется частично в производстве цемента. В Австрии весь фосфогипс перерабатывается в серную кислоту, известь и цемент.

8.4.2. Свойства и область применения отходных гипсосодержащих шламов

На многих химических предприятиях при использовании серной кислоты образуются в значительных объёмах гипсосодержащие шламы различного состава. Так, например, в производстве диоксида титана при нейтрализации сернокислых растворов образуется на 1 т TiO_2 4,0–8,0 м³ содержащих гипс суспензий (311 кг гипса при нейтрализации известняком и 324 кг гипса при нейтрализации известью, а также около 58 кг оксидов переходных металлов). Химический состав гипсосодержащих шламов, получаемых в процессе переработки серной кислоты, в том числе и в производстве диоксида титана, приведён в табл. 8.1 [28; 32].

Приведённые гипсосодержащие шламы без специальной обработки не пригодны для изготовления строительных материалов. Они могут быть использованы только для мелиорации солонцовых земель. Снижение содержания железа в гипсосодержащем шламе, получаемого при переработке в производстве диоксида титана титановой стружки, позволяет его частично использовать для изготовления штукатурочной смеси совместно с добавкой шлакопортландцемента. Гипсосодержащий шлам, получаемый переработкой сернокислого ОТР, из-за высокого содержания примесей также не пригоден для изготовления строительных материалов. Отделение от сернокислых ОТР железного купороса значительно снижает в шламе содержание примесей, что повышает качество гипса. По-

**Зависимость состава гипсосодержащего шлама
от качества перерабатываемого сырья**

| Сырьё | Содержание компонентов в шламе, % | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------|-------------------|
| | CaSO ₄ | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | MgO | CaCO ₃ |
| Ильменитовый концентрат | 64–74 | 18–23 | 0,8–1,2 | 0,9–2,0 | 5,7–9,0 | 0,6–0,8 | – | 1,8–2,0 |
| Титановая стружка | 65–69 | 16–22 | – | 0,4–0,6 | 1,3–1,9 | 0,8–1,5 | 1,0–1,6 | 2,0 |
| После обработки H ₂ SO ₄ | 89–93 | 0,8–2,1 | 0,6 | 0,6 | 0,2–0,6 | 0,9 | 0,8 | 1,1 |
| Серноокислый ОTR | 67–72 | 3,8–4,8 | 0,3–0,6 | 0,7–0,9 | 17,3–17,9 | – | 1,2–1,4 | 1,2–1,4 |
| Отделение от серноокислого ОTR железного купороса | 89–92 | 2,2–3,4 | 0,4–0,7 | 0,1–0,4 | 1,4–2,0 | – | 1,4–1,6 | 1,4–1,8 |

вышается качество отходного гипсосодержащего шлама после дополнительной обработки суспензий (серной кислотой и нейтрализацией их известковым молоком до pH = 8,4–9,3, что позволяет использовать такой шлам для производства строительных материалов.

Проведённые промышленные испытания на Коркинском цементном заводе по использованию титаногипса, полученного нейтрализацией кислых сточных вод ТОО «Челак» при переработке ильменитовых концентратов, в качестве добавки к клинкерной массе перед её обжигом показали положительные результаты. Основными затруднениями во время испытаний были забивки течек титаногипсом при подаче и дозировании. Для внедрения титаногипса в производство необходимо провести его гранулирование [28].

Титаногипс, полученный нейтрализацией кислых сточных вод при переработке титановой стружки, можно использовать более широко, в том числе и для получения различных марок гипсовых изделий.

Значительное количество титаногипса можно использовать для изготовления специальных марок цемента, в том числе и для производства расширяющих добавок, что подтверждено

приведёнными далее результатами исследования. Такие цементы и добавки к ним получают в промышленности сплавлением или спеканием при высокой температуре дорогостоящих материалов: гидроксида алюминия (глинозёма), известняка и гипса.

Исследованиями установлено, что основной составляющей таких цементов является гидросульфоалюминат кальция состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$ [15]. Учитывая наличие в Уральском регионе отходов, близких по составу к указанным видам сырья, на Еманжелинском цементном заводе были проведены испытания по разработке технологии получения расширяющих добавок к цементам с использованием для их получения титаногипса и приведённых в табл. 8.2 промышленных отходов.

Таблица 8.2

Химический состав применяемых для исследования отходов, %

| Отходы | Al_2O_3 | CaO | SiO_2 | MgO | Fe_2O_3 | CaCO_3 |
|---------------------------|-------------------------|--------------|----------------|--------------|-------------------------|-----------------|
| Отработанный катализатор | 97,1 | 2,3 | 0,6 | – | – | – |
| Шамотная огнеупорная пыль | 29,7 | – | 59,5 | –2,7 | 3,4 | – |
| Пыль известняка | – | 74,2 | 1,8 | 2,8 | – | 21,2 |

Отходы и титаногипс предварительно просеивали через сито № 008, тщательно смешивали их в соотношении: смесь № 1 — (1–3) : 3 : 16 : 0 и смесь № 2 — 7 : 36 : 2 : 5. После смешивания смеси подвергали термообработке в муфельной печи при температуре 950–1050 °С до спекания. После охлаждения спеки измельчали и просеивали на сите № 008. Из полученных образцов и портландцемента марки 400, взятых в соотношении 1 : 4, готовили цементное тесто при водоцементном отношении 0,4 в специальных формах размером 40×40×40 мм. После выдержки образцов в течение 1, 7 и 28 суток проверили расширение цементных камней и испытали их на прочность (на изгиб) и водопроницаемость по методике ГОСТ 11052-78 «Цемент глинозёмистый расширяющийся».

Результаты испытаний показали, что все образцы первого состава имеют больший расширяющий эффект и более высокие показатели водопроницаемости, чем образцы второго состава. На основании полученных в лаборатории результатов были из-

готовлены образцы двух составов: состав № 3 — 3 : 4 : 15 : 1 и состав № 4 — 3 : 17 : 2 : 3.

Опытные партии весом по 80 кг каждая прокаливали при температуре 1050 °С в печи совместно с кирпичом в течение суток и после охлаждения измельчали в шаровой мельнице до остатка на сите № 008 3,0 и 3,5 %. Из отобранных образцов и портландцемента марки 400, взятых в соотношении 1: 4, в специальных формах готовили образцы размером 40×40×160 мм с тем же водоцементным отношением. После выдержки образцов в течение 1, 7 и 28 суток в них проверяли расширение и испытывали на прочность (на сжатие) и водопроницаемость по тем же методикам, что и лабораторные образцы. Результаты испытаний приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

**Свойства промышленных образцов
из смеси отходов и цемента марки 400**

| № образца | Расширение за время набора прочности, % | | | Прочность за время набора прочности, МПа | | | Водопроницаемость за время набора прочности, атм | | |
|-----------|---|-------|-------|--|-------|------|--|-----|------|
| | Время выдержки, сут | | | | | | | | |
| | 1 | 7 | 28 | 1 | 7 | 28 | 1 | 7 | 28 |
| 1 | +0,80 | +0,8 | +0,85 | 29,2 | 32,6 | 40,0 | 1,0 | 5,0 | 15,0 |
| 2 | +0,60 | +0,65 | +0,65 | 26,2 | 3–0,1 | 38,0 | 1,0 | 3,0 | 6,0 |
| 3 | +0,80 | +0,90 | +0,95 | 33,1 | 33,1 | 48,0 | 1,5 | 8,0 | 16,0 |
| 4 | +0,65 | +0,70 | +0,70 | 27,3 | 27,3 | 39,0 | 1,0 | 5,0 | 10,0 |

Из приведённых данных видно, что наилучшие результаты для получения расширяющих добавок получаются при использовании смеси № 3, содержащей 3 части отработанного катализатора, 17 частей титаногипса, 2 части шамотной пыли и 3 части пыли известняка.

Возможно использовать как гипсовое вяжущее и гипсосодержащие шламы гальванического производства. Они могут быть переработаны в сырьевые продукты для других производств. Например, для специализированного производства по хромированию можно рекомендовать получение компонентов полировальных паст из обезвоженных и высушенных шламов

гидроксидов железа и хрома. Утилизировать шламы из оксида цинка можно для получения резинотехнических изделий после фильтрования, промывки, сушки, обжига при 600 °С и помола до необходимой степени дисперсности.

Небольшое количество примесей других тяжёлых металлов не оказывает отрицательного влияния на качество полученных изделий при утилизации гальваношлама. При обработке хромосодержащих шламов фосфорной кислотой можно получить связующее для производства огнеупорных материалов и керамических изделий специального назначения.

Учитывая сложный и постоянно изменяющийся состав шламов гальванического производства, целесообразно осуществлять утилизацию шламов в многотоннажных производствах с минимальными переделами. Предложено использование шламов в промышленности строительных материалов для производства кирпича, бетона, асфальтобетона, компонентов строительной керамики. Добавление (до 5 %) шламов к строительным сырьевым примесям в некоторых случаях улучшает строительно-технические свойства силикатов: например, введение алюминий- и хромосодержащих шламов в бетоны снижает водопроницаемость последних.

При утилизации шлама высокотемпературной обработкой гидроксиды и другие соединения тяжёлых металлов превращаются в труднорастворимые стабильные оксиды. Введение силикатных и щелочных добавок позволяет получить на их основе стеклованную массу. В качестве силикатного составляющего можно использовать песок (10–15 %), а для достижения сыпучего состояния добавляют опилки, угольную пыль, торф. Сжигание проводится при температуре плавления силикатов. К аналогичному результату приводит сплавление шламов с металлургическими шлаками.

На предприятии ООО «Галоген» (г. Пермь) накопилось большое количество фторангидрида. В отличие от фосфогипса и титаногипса фторангидрид перед применением не нужно подвергать тонкому измельчению после обжига, так как он легко схватывается и твердеет. Так, например, образцы фторангидрида после измельчения в лабораторной мельнице до остатка на

сите 0,2 мм не более 15 % представляют собой белый порошок, при затворении которого водой до достижения стандартной консистенции образуется тесто с нормальной плотностью 42 %, сроки схватывания составляют: начало — 14–14,5 ч, конец — 16–17 ч [32].

Как видно, материал обладает медленным твердением, а прочность образца растёт вплоть до 28 сут и достигает при сжатии 11 МПа, при этом в первые сутки материал вовсе не имеет прочности. Кроме того материал до 7 сут имеет растущую усадку до 6 мм/м, после чего линейные размеры образцов стабилизируются. Одним из путей интенсифицирования процесса твердения является введение в смесь с фторангидридом добавки строительного гипса марки Г-7А11, в результате чего начало схватывания можно изменить от 3 мин до 13 ч, а конец схватывания — от 4 мин до 17 ч. Образцы, полученные таким способом, с содержанием 1–12 % полуводного гипса, являются практически безупрочными [73. С. 70].

8.4.3. *Использование отходного гипса для изготовления гипсоволокнистых блоков*

Требования к исходным материалам

1. Для изготовления конструкционно-теплоизоляционных блоков на основе минерального вяжущего применяются гипсовое вяжущее, пенообразователь, вода и бумажная пульпа.

2. Гипсовое вяжущее должно удовлетворять требованиям ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые. Технические условия». В качестве минерального вяжущего используется гипс марок не ниже Г-4 по ГОСТ 125-79, полученный из отходов.

3. Пенообразователь должен удовлетворять требованиям ТУ 38.10740-82 «Пенообразователь ПО-6К».

4. Вода должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

5. Бумажная пульпа изготавливается из макулатуры непосредственно на предприятии-изготовителе блоков. Для производства теплоизоляционных блоков может применяться макулатура из газетной, обёрточной, картонной, мешочной и другой бумаги.

Технология подготовки сырья для теплоизоляционных блоков

1. Бумага измельчается на любом механическом оборудовании на мелкие листочки с размерами сторон не более 30×30 мм.

2. Измельчённая бумага помещается в ёмкость, замачивается водой из расчёта на 1 вес. часть бумаги приходится 12,5 вес. части воды и выдерживается не менее суток.

3. Измельчённая и замоченная бумажная масса загружается в шаровую мельницу, где производится её помол в течение 1,5–2 ч.

4. После помола бумажная пульпа загружается в промежуточную ёмкость (на схеме не указана), где разбавляется водой до 3–4 % концентрации сухого вещества в суспензии и перекачивается насосом в расходную ёмкость (4).

5. Промежуточная и расходная ёмкости должны быть оборудованы мешалкой. Разбавление бумажной массы водой и доведение её до концентрации бумажной пульпы, а также перекачивание бумажной пульпы в расходную ёмкость производится при работающей мешалке.

6. Бумажная пульпа готовится исходя из недельной потребности. Перед использованием перемешивание бумажной пульпы обязательно.

Состав сырьевой смеси

Состав смеси зависит от физико-механических и теплотехнических характеристик получаемых изделий и составляет:

1. При изготовлении 1-го и 3-го слоёв блока в состав сырьевой смеси входят:

- вода питьевая в количестве 11,0–21,0 %;
- гипсовое вяжущее в количестве 44,5–59,5 %;
- пульпа бумажная с 3–4 %-м содержанием сухого вещества в количестве 20–44 %.

2. При изготовлении теплоизоляционного (среднего) слоя блока смесь состоит:

- из воды питьевой в объёме 13,8–23,0 %;
- гипсового вяжущего в количестве 46,2–51,8 %;
- пульпы бумажной с 3–4 %-м содержанием сухого вещества в количестве 23–38 %;
- пенообразователя в количестве 1,2–1,5 %.

3. Примерный расход компонентов для изготовления одного гипсового блока размером 400×200×150 мм, где толщина первого слоя 30 мм, второго — 100 мм, третьего — 20 мм, приведён в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Расход компонентной смеси на изготовление блоков

| Компонент | 1-й слой | 2-й слой, тепло- изоляционный | 3-й слой |
|---|----------|----------------------------------|----------|
| Гипс марки Г-4 | 1,8 кг | 3,3 кг | 1,2 кг |
| Бумажная пульпа плотностью 1,02–1,022 кг/м ³ | 0,8 л | 1,6 л | 0,53 л |
| Вода | 0,8 л | 1,6 л | 0,53 л |
| Пенообразователь | – | 0,050 кг | – |

Технология изготовления гипсоволокнистых блоков

Технологическая схема получения гипсовых блоков приведена на рис. 8.1.

Заливка блоков производится в следующей последовательности:

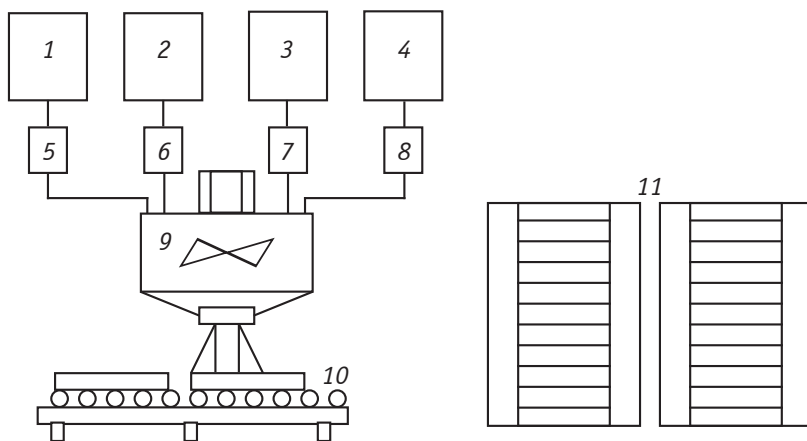


Рис. 8.1. Технологическая схема производства блоков:

- 1 — бункер для гипса; 2 — ёмкость для пенообразователя; 3 — ёмкость для воды; 4 — ёмкость для бумажной пульпы; 5–8 — дозаторы; 9 — смеситель с мешалкой; 10 — формы для расфасовки сырья; 11 — сушилки

1. В смеситель (9) заливается заданное количество бумажной пульпы и воды, смесь перемешивается, затем вводится гипсовое вяжущее и снова тщательно перемешивается в течение 1,0–1,5 мин.

2. Полученная масса выливается в форму, предварительно обработанную жидкой смазкой.

3. Технология изготовления теплоизоляционного (среднего) слоя. В смеситель (9) подаются вода, бумажная пульпа и гипсовое вяжущее и тщательно перемешиваются до затворения минерального вяжущего. Затем вводится пенообразователь и всё перемешивается до получения стабильной пены по всему объёму. Через выдвижное дно смесителя полученная вспененная масса выливается в форму на затвердевший 1-й слой блока.

4. Технология изготовления смеси 3-го слоя. Технология изготовления смеси 3-го слоя блока ничем не отличается от технологии приготовления смеси 1-го слоя. Полученная масса выливается на затвердевший теплоизоляционный слой блока, излишки массы (что выше бортов формы) снимаются и поверхность изделия заглаживается деревянной рейкой.

5. Тепловая обработка блоков. Через 10–15 мин после изготовления блока можно производить распалубку форм. Полученные изделия укладывают на решётки штабелёра.

Сушка изделий из минерального вяжущего производится при циркуляции воздуха температурой 45–50 °С, с последующим повышением температуры до 70–75 °С, поскольку целесообразна зонная сушка изделий. Общая продолжительность сушки не превышает 16–24 ч, после чего изделия складываются. Возможна естественная сушка в нормальных условиях в течение 5–7 сут.

6. Изготовление конструкционно-теплоизоляционных блоков на основе минерального вяжущего производят при любых положительных температурах. Получение изделий при пониженной температуре не ухудшает их качества, но снижает скорость отверждения вспененной массы и высыхания блоков.

7. Качество гипсового вяжущего и пенообразователя контролируют в соответствии с ТУ, ГОСТ, по п. 2.2, 2.3 настоящего регламента.

8. Рекомендуется один раз в месяц провести контроль жёсткости технологической воды по методике ГОСТ 4151-72 «Вода питьевая. Метод определения жёсткости».

9. Качество изделий контролируют согласно действующей нормативно-технической документации (ТУ) на изготавливаемые изделия.

Техническая характеристика применяемого оборудования приведена в табл. 8.5 [31].

Таблица 8.5

Характеристика и количество применяемого оборудования

| Оборудование | Кол-во, шт. | Техническая характеристика |
|-----------------------------------|-------------|--|
| Бункер для гипса | 1 | Сталь Ст3, объём 5 м ³ |
| Ёмкость для пенообразователя | 1 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Ёмкость для воды | 1 | Сталь Ст3, объём 3 м ³ |
| Ёмкость для бумажной пульпы | 1 | Сталь Ст3, объём 3 м ³ , с мешалкой |
| Весовой дозатор гипса | 1 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Объёмный дозатор пенообразователя | 1 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Объёмный дозатор воды | 1 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Объёмный дозатор бумажной пульпы | 1 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Электродвигатель | 1 | Из стандартного материала |
| Смеситель | 1 | Сталь Ст3, объём 1 м ³ |
| Металлические формы | 9 | Сталь Ст3, объём 0,5 м ³ |
| Сушильные камеры | 2 | Сталь Ст3, каждая объёмом 10 м ³ |

8.4.4. Применение отходного гипса для изготовления звукоизолирующей конструкции полов и плит

В строительстве применяется композиция для изготовления водостойких гипсоволокнистых плит, включающая полуводный гипс, цеолитовое волокно, парафин, воду и дополнительно сернистый алюминий, олеиновую кислоту и аммиачную 25 %-ю воду при следующем соотношении компонентов, %: полуводный гипс — 22,5–27,5; цеолитовое волокно — 3,75–4,5; парафин — 0,75–1,35; олеиновая кислота — 0,075–0,135; аммиачная 25 %-я вода — 0,265–0,472; вода — остальное (а. с. № 1158529; 1985).

Применяется также композиция для изготовления водостойких, прочных и долговечных теплоизоляционных и декоративных потолочных панелей, включающая древесное волокно, вспученный перлит, жидкое стекло и дополнительно лигносульфонат, уротропин и кремнефтористый натрий при следующем соотношении компонентов, масс. частей: древесное волокно — 30–70; вспученный перлит — 30–70; жидкое стекло — 50–75; лигносульфонат — 5–25; уротропин — 0,5–3; кремнефтористый натрий — 1–2 (а. с. № 1158539; 1985).

Применяется также способ изготовления прочных гипсоволокнистых плит путём дегидратации двуводного гипса, смешения полуводного гипса с макулатурой и формования. Двуводного гипса перед дегидратацией смешивают с гипсоволокнистым отходом в соотношении двуводного гипса и гипсоволокнистого отхода 4 : 1 = 8 : 1 и размалывают (а. с. № 1085952; 1984).

1. Наиболее близким по технической сущности и достигаемым результатам является способная к отверждению смесь и способ изготовления звукоизолирующей конструкции пола, содержащая следующие ингредиенты: оксид магния, хлорид магния, воду, упругосжимаемые волокна, наполнитель в следующих количествах: MgO — 12–18 % по весу; $MgCl_2$ — 12–18 % по объёму; H_2O — в количестве, соответствующем получению вместе с градиентом $MgCl_2$ суспензии с плотностью 1,16–1,20 г/см³, упругосжимаемые волокна и наполнитель-баланс до 100 %.

2. Для удешевления полов смесь вместо упругосжимаемого волокна содержит лигниновые волокна, такие как древесные стружки или опилки в количестве 40–60 % по объёму, а также вместо наполнителя зернистый безводный поглощающий материал, такой как пористый глиняный агрегат, пеностекло, пористые полимеры или пемза или очень мелкий графит или каменная пыль в количестве 20–30 % по объёму.

3. Способ изготовления звукоизолирующей конструкции пола, расположенной на поверхности основного пола и в пределах, ограждающих его стен, путём наложения мягких упругих матов поверх основного пола: по верхней стороне слоя матов наливается смесь, содержащая оксид магния, хлорид магния и воду, укладывается упругосжимаемое волокно и наполни-

тель поверх матов, при этом указанный наполнитель содержит пористый агрегат, пеностекло, пористые полимеры или пемзу, после чего выравнивается поверхность смеси и выдерживается до формирования твёрдой плиты (а. с. № 2174499; 2001).

Способ получения с повышенной прочностью керамических материалов включает перемешивание сухой фосфатной связки с наполнителем, горячее прессование при температуре 50–300 °С и под давлением 0,01–79 МПа и термообработку массы после распрессовки (а. с. № 1283237; 1987).

8.5. Повышение активности зол ТЭС и расширение сферы их применения

8.5.1. *Повышение вяжущих свойств зол ТЭС, работающих на каменном угле*

По данным Минтопэнерго, в России ежегодно образуется от сжигания угля на ТЭС до 50 млн т золошлаковой смеси, использование которой ведётся неудовлетворительно, что привело к её накоплению в отвалах тепловых электростанций в объёме более 1,5 млрд т, общая площадь под которыми занимает около 20 тыс. км² земель [73. С. 52]. В настоящее время золы ТЭС только частично используются для производства минерального волокна из-за непостоянства их химического состава и относительно высокого содержания в них оксидов железа, что видно из данных, приведённых в табл. 8.6. Дымовые газы электростанций Южного Урала загрязнены тонкодисперсной пылью, количество и дисперсность которой зависит от эффективности улавливающих устройств, а химический состав — от качества применяемого угля, что также подтверждается приведёнными данными табл. 8.6 [70].

По фазовому составу зола содержит три группы веществ: кристаллические (магнетит, гематит, кварц, карбонаты), стекловидные (силикаты, алюминаты, алюмоферриты кальция) и органические. Стекловидные частицы золы являются наиболее активными составляющими, что и определяет направление её использования в качестве сырья для изготовления теплоизоляционных материалов и изделий. Шлаки по химическому со-

**Химический состав и свойства золы и пыли,
получаемых при сжигании угля**

| Бассейн | Химический состав зол, % | | | | | | | Температура плавления, °С |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|---------|------------------|-----------------|---------------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | R ₂ O | SO ₃ | |
| Челябинский | 49–60 | 21–27 | 9–20 | 2–4 | 1,5–3,5 | 1,4–3,6 | 0,3–1,2 | 1 320–1 500 |
| Экибастузский | 64,7 | 27,7 | 4,7 | 1,7 | 0,2 | 1–4 | – | 1 500–1 730 |
| Челябинский: магнитная фракция | 21,8 | 9,3 | 42,7 | 2,4 | 3,3 | – | – | – |
| немагнитная фракция | 56,0 | 22,2 | 6,3 | 9,3 | 2,3 | – | – | – |

ставу практически не отличаются от зол, но имеют грубый минералогический состав в связи со спеканием частиц золы в процессе сжигания угля при более высокой температуре.

Возможно снизить содержание оксидов железа в золе так же, как и в металлургических шлаках, путём её магнитной обработки и воздушной сепарации, что подтверждено проведёнными исследованиями в УралНИИСтромпроекте [28; 32]. По данным исследования, в немагнитной фракции золы содержание оксида кремния увеличилось с 48,6 до 56,0 %, а количество оксида железа снизилось с 14,4 до 6,3 %. Такого состава зола более пригодна для изготовления минерального волокна, а получаемая магнитная фракция, содержащая 42,7 % общего железа, пригодна для приготовления окатышей или агломерата, которые могут эффективно использоваться в металлургическом процессе.

В последние годы золы ТЭС, в связи с повышенным содержанием в них оксидов кремния и алюминия, начали более широко применяться для получения керамических изделий, особенно строительного кирпича и блоков (золопорита). Значительное количество зол применяется также в шихте силикатного кирпича и т. д. [28]. Разработана технология получения легковесного термостойкого материала для футеровки печей с плотностью 380–580 кг/м³ и температурой применения 1 200–1600 °С из золы-уноса в смеси с ортофосфорной кислотой.

Добавка золы как полуфункционального компонента бетона и как активного минерализатора, пластификатора повышает

свойства бетона. Зола выполняет также функции наполнителя, снижает расход цемента [73. С. 78]. Правильный подбор состава бетона позволяет обеспечить прочность и долговечность сборных бетонных и железобетонных изделий. Более высокая эффективность золы-уноса в бетонах достигается при её комплексном использовании с водоотнимающими добавками-гиперпластификаторами. Введение золы в бетон существенно изменяет его технические и экономические показатели, что в целом обеспечивает решение комплекса задач:

- экологический эффект в связи с утилизацией золы;
- социальный эффект, связанный со снижением себестоимости жилья и повышением его доступности для населения;
- экономический эффект за счёт снижения расхода цемента при изготовлении бетона.

8.5.2. Применение золы ТЭС для изготовления жаростойких бетонов

Кроме дисперсной золы в виде отходов при сжигании угля образуются от 5 до 17 % от всей массы золошламовых отходов шлаков, которые представляют собой после грануляции алюмосиликатное стекло, используемое для изготовления искусственного песка. В связи с дефицитом цемента в последние годы увеличилось использование шлаков для производства шлакопортландцемента и частично для щелочного вяжущего [32].

Значительное количество зол применяется в шихте силикатного кирпича, сущность технологии его получения заключается в обработке золы в автоклаве при температуре 200 °С щелочным вяжущим, в качестве которого используется известь. В последние годы в Челябинской области на базе золы ТЭЦ-2 и известковых отходов освоено производство эффективного силикатного кирпича по регламенту, разработанному УралНИИстромпроектом [28].

Золы достаточно широко применяются в качестве добавок, как, например, к сырью при получении строительного кирпича, а в некоторых случаях и как основное сырьё при изготовлении керамических теплоизоляционных изделий. Так, с применением золы до 30–48 % в смеси с кварцевым песком, жид-

ким стеклом и кремнефтористым натрием получают бетонную смесь с повышенной прочностью, а в смеси с жидким стеклом и гидроксидом кальция — вязущее с повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью.

Перспективной является технология производства пористого заполнителя для блоков, основные компоненты которого — зола ТЭС и тонкоизмельчённый отсев засыпки печей обжига и графитации электродов электродного производства, содержащий до 5 % углерода, взятой в количестве 0,3–2,0 % масс. Полученная смесь в гранулах подвергается термообработке во вращающейся барабанной печи при температуре 700–800 °С и обжигу при 1 240 °С в течение 10 мин. При таких условиях получается теплоизоляционный материал со следующими свойствами: насыпная плотность 150–350 кг/м³, прочность при сжатии 0,12–1,58 МПа, водопоглощение 7–11 %. Такой материал значительно превосходит по качеству выпускаемый в настоящее время керамзит [32].

Не менее перспективной является технология получения строительного кирпича способом горячего прессования с использованием в качестве сырья 100 % золы ТЭС. Технологией горячего прессования предусматривается нагрев золы до температуры 1 030–1 100 °С (до пластического состояния) в печи барабанного типа, прессование полученной массы в формах с усилием 5–15 МПа, регулируемое охлаждение в термоблоке с последующим складированием готового кирпича. По такой технологии получается кирпич высокого качества: объёмной плотностью 1 250–2 200 кг/м³; прочностью при сжатии 15–100 МПа; водопоглощением 2–20 %; морозостойкостью 50 циклов.

Указанная технология по сравнению с традиционной имеет следующие преимущества:

- 1) снижаются трудозатраты на подготовку сырья;
- 2) зола по сравнению с глиной не требует измельчения, смешивания и т. д.;
- 3) снижается энергоёмкость всего процесса [28].

Золу-унос в больших объёмах можно эффективно использовать также для изготовления теплоизоляционных материалов:

- изделий из ячеистых бетонов на основе золы и металлургических шлаков;
- лёгких стеновых материалов с использованием в качестве заполнителей керамзита, аглопорита, пенополистирола;
- силикатных материалов (ячеистых и плотных бетонов автоклавного твердения и кирпича);
- в производстве цемента и плотных тяжёлых бетонов марок 200–600 с водопроницаемостью W6-12 и морозостойкостью до 300 циклов;
- выделении микросфер и использовании их в эффективной теплоизоляции [19; 73. С. 52].

8.5.3. Применение микросфер, получаемых при сжигании угля, для производства пенобетона

В процессе сжигания угля при мокром золоудалении совместно с золой образуется около 2–5 % микросфер, представляющих собой лёгкие, заполненные углекислым газом баллончики, объёмной массой 100–150 кг/м³ [32]. Такая фракция золы обладает повышенной кислото- и термостойкостью. Зольные микросферы различных ТЭС имеют близкий химический состав с преобладанием оксидов кремния и алюминия (в сумме не менее 70 %) и низким содержанием оксидов кальция, калия и натрия. Температура размягчения зольных микросфер около 1400 °С. Строение микросфер полое; их средняя плотность не превышает 700 кг/м³, а насыпная плотность 300...400 кг/м³. Мелкий размер микросфер (50...250 мкм) указывает на то, что они могут использоваться в составе вяжущих для жаростойких бетонов. При этом благодаря низкой средней плотности микросфер такое вяжущее характеризуется низкой плотностью. Химический состав микросфер, %: SiO₂ — 50–60; Al₂O₃ — 25–35; Fe₂O₃ — 1,5–2,5; CaO — 0,1–1,5; MgO — 0,1–1,5; K₂O — 0,2–2,9; Na₂O — 0,3–1,5.

Технические характеристики алюмосиликатных микросфер: Насыпная плотность — 0,32–0,37 г/см³. Плотность материала стенок частиц — 2,5 г/см³. Размер частиц — 5–350 мкм. Толщина оболочки сферы 10 % от диаметра. Состав газовой фазы внутри сфер: CO₂ — 70 %, N₂ — 30 %. Благодаря форме частиц,

микросферы как сыпучий материал обладают повышенной текучестью, что обеспечивает хорошее заполнение форм и истечение из бункеров.

Сферы обеспечивают минимальное отношение площади поверхности к занимаемому объёму и наиболее компактную укладку. Коэффициент укладки — 60–80 % от теоретической. Форма частиц микросфер как наполнителя позволяет изменять вязкость полимерных материалов и резин.

Микросферы — один из немногих наполнителей, который может обеспечивать низкую усадку.

Теплопроводность микросфер составляет 0,08 Вт/м·К при 20 °С.

Микросферы от трёх до десяти раз более прочны, чем большинство полых стеклянных сфер. В отличие от стеклянных сфер, микросферы имеют значительно больший предел прочности при сжатии благодаря более прочной оболочке. Предел прочности на сжатие — 150–280 кг/см². Твёрдость по шкале Мооса — 5–6.

Микросферы, обладая кислотными свойствами, активно взаимодействуют с щелочными реагентами. С учётом таких высоких показателей микросфер и применяя их в качестве связующего в смеси с цементом, жидким стеклом и гипсом, в УралНИИСтромпроекте были образованы специфичные пожаробезопасные легковесные строительные изделия с температурой применения 1 100 °С, характеристика которых приведена в табл. 8.7 [28; 32].

Полученные образцы бетонов обладают различным классом жаростойкости на портландцементе, алюминатном цементе и жидком стекле.

Таблица 8.7

Свойства теплоизоляционных изделий, получаемых из микросфер с добавкой

| Показатель | Цемент | Жидкое стекло | Гипс |
|--------------------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Объёмная масса, кг/м ³ | 650–920 | 360–380 | 550–930 |
| Прочность при сжатии, МПа | 1,5–5,0 | 1,7–2,0 | 0,7–3,0 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К | 0,25–13,0 | 0,09–0,10 | 0,13–0,19 |

Специальными исследованиями по применению микросфер, полученных при флотации зол Рефтинской ГРЭС г. Асбеста Свердловской области, были установлены следующие зависимости при образовании жаростойких бетонов на их основе:

- методами РФА, дериватографии и электронной микроскопии выявлены особенности структуры зольных микросфер и их физико-химическая активность по отношению к твердеющему портландцементу и жидкому стеклу;

- определены зависимости пластичности цементного теста от соотношения «цемент — микросфера» и влияние на пластичность композиционного вяжущего суперпластификатора С-3;

- определены также зависимости изменения прочности и средней плотности цементного камня от состава композиционного вяжущего «ВПСЦ + микросферы» и «портландцемент + микросферы»;

- показано, что зольные микросферы эффективно снижают усадку твердеющего цементного камня благодаря образованию структурированной контактной зоны;

- установлены зависимости прочности, плотности и жаростойкости микробетонов на основе жидкого стекла, кремнефторида натрия и зольных алюмосиликатных микросфер от соотношения составляющих.

Таким образом, в результате проведённых исследований доказано, что микросферы являются превосходным наполнителем при производстве изделий из пластмасс, гипса, керамики, облегчённых цементов и других строительных материалов. Изделия с добавлением микросферы обладают повышенной износостойкостью, лёгкостью и высокими изоляционными свойствами. Кроме всего, использование микросфер в качестве наполнителя значительно снижает себестоимость продукции.

Микросфера алюмосиликатная может также использоваться для изготовления:

- тампонажных материалов для нефтяных скважин, буровых растворов, дробильных материалов, взрывчатых веществ в нефтяной промышленности;

- сверхлёгких бетонов, известковых растворов, жидких растворов, цементов, штукатурки, покрытия, кровельных и звукозащитных материалов в строительстве;
- керамики (огнеупорные материалы, огнеупорные кирпичи, изоляционные материалы);
- пластидов (нейлоновые, полиэтиленовые, полипропиленовые и другие материалы различных плотностей);
- композитов, шин, комплектующих, звукозащитных материалов и грунтовок в автомобилестроении.

Благодаря химическому составу микросферы могут использоваться в растворителях, органических растворах, воде, кислотах или щелочах без потери свойств. Микросферы не теряют свойств до температур, не превышающих 980 °С. Температура плавления — не ниже 1 300 °С. Микросферы на 50–200 % дешевле, чем полые стеклянные сферы. По сравнению с менее дорогими наполнителями микросферы в финансовом отношении эффективнее за счёт экономии при погрузочно-разгрузочных работах и сокращении веса.

8.5.4. Повышение вяжущих свойств зол ТЭС Хакасии добавкой местной глины

На строительном факультете Хакасского технологического института на основе проведённых исследований свойств зол, получаемых при сжигании углей Канско-Ачинских месторождений, и местных глин установлены следующие закономерности:

1. Вяжущие на основе системы «зола – глина – вода» характеризуются высокой активностью к ионному обмену с поверхностью заполнителей, в результате чего формируются новообразования, обеспечивающие получение прочного конгломерата (патент РФ № 2036177; 1995).

2. Физическая и химическая совместимость ВКЗ ТЭЦ и алюминиевой пудры и пригодность их смеси к дезинтеграционной активации (помолу), обусловленная особенностью сочетания твёрдости частиц золы и пластичности частиц алюминия, и к последующему хранению в сухом состоянии, связанному с наличием у компонентов золы ($\text{CaO}_{\text{св}}$, $\text{MgO}_{\text{св}}$) свойств сорбентов с

высокой водопоглонительной способностью, исключающих образование оксидных плёнок на частицах алюминия, способствует образованию газобетонной смеси (ГСГС), пригодной для заполнения полостей слоистых ограждающих конструкций в условиях строительной площадки.

3. Экспериментально обоснован и подтверждён эксплуатационными испытаниями прогноз удовлетворительной долговечности разработанных композиционных материалов на основе ТС. Так, получены данные о наличии «клинкерного» (реликтового) резерва и «сохранительных» свойств у образцов из глиносодержащих вяжущих при хранении их в воде, над водой и на воздухе, что подтверждается анализом микроструктуры и продолжающимся трёхкратным ростом прочности в периоде наблюдений до 10 лет.

4. Выявлены уровни предельного содержания зол ТЭЦ в вяжущих в зависимости от их активности, которые обеспечивают эффективное использование системы «зола – глина» для разработки смешанных бесклинкерных (СБВ) и малоклинкерных вяжущих (СМВ). При содержании высококальциевой золы от 45 до 65 % и глины от 15 до 50 % получены два новых вида вяжущих СБВ М100 и СМВ М200...М400.

5. Предложены для внедрения в производстве технологические принципы отбора и обогащения техногенного сырья и оптимальные технологические принципы малообъёмного производства смешанных вяжущих: высокоскоростная (дезинтеграционная) обработка компонентов и смесей (патент РФ № 2039605; 1995).

6. На основе выявленных закономерностей процессов разработаны технологии получения бесклинкерных и малоклинкерных вяжущих.

8.6. Использование отходов производств для изготовления различных вяжущих

8.6.1. Основные виды сырья, применяемого для производства жидкого стекла

При длительном помоле на поверхности частиц и в слоях прилегающей воды образуются различные формы кремниевой кислоты, количество которой возрастает в зависимости от времени измельчения (табл. 8.8) [75].

Таблица 8.8

Изменение количества кремниевой кислоты
от времени измельчения и pH растворов

| Параметр | Время измельчения, ч | | |
|--|----------------------|-------|-------|
| | 6 | 12 | 24 |
| Плотность суспензии, г/см ² | 1,97 | 2,06 | 2,14 |
| Количество общей кремнекислоты, г/л | 1,23 | 0,52 | 0,62 |
| pH среды | 11,45 | 12,20 | 12,72 |

При повышении температуры измельчения SiO₂ до 60–80 °С увеличивается удельная поверхность частиц до 500–600 см²/г и растворимость диоксида кремния, снижается количество связанной воды, а концентрация водной керамической вяжущей суспензии достигает 0,71–0,75 г/л. В этот период повышается вязкость кремнекислоты, что объясняется максимальной скоростью её полимеризации.

Такая особенность поведения тонкодисперсного стекла позволила разработать технологию получения жидкого стекла из тонкодисперсного оксида кремния и щёлочи при нагревании смеси до определённой температуры. Так, например, возможно получать жидкое стекло химическим способом в автоклаве путём взаимодействия тонкодисперсного аморфного кремнезёма с концентрированным раствором щёлочи при температуре 100–120 °С. Учитывая это и наличие на предприятиях тонкодисперсной кремнийсодержащей пыли, в промышленных условиях отработан ряд технологий получения жидкого стекла жидкофазным способом примерно при таких же условиях [28].

Рекомендован способ получения жидкого стекла из кремнезёмсодержащего материала, предварительно выдержанного в горячей воде при температуре 80–95 °С, с обработкой его щелочным раствором с концентрацией 40–50 % при температуре 95–105 °С.

Тонкодисперсная пыль ферросплавов, особенно с высоким содержанием оксида кремния, образуется в процессе нагрева кварцита до температуры 2000 °С. В электродуговых печах происходит выделение монооксида кремния в газообразной аморфной форме, который, взаимодействуя с кислородом, охлаждается и образует сферические частицы со средним размером до 0,15 мкм (микрокремнезём (МК)) [72. С. 109]. Особенностью МК является его высокая удельная поверхность (1 100–2 500 м²/кг), что позволяет использовать его в качестве активной минеральной добавки при получении бетонов, в том числе жаростойких. Микрокремнезём вступает в реакцию с гидроксидом кальция, освобождаемым при гидратации портландцемента, повышает жаростойкие свойства вяжущего. Кроме того, при контакте с водой тонкодисперсные частицы МК адсорбируются на зёрнах цемента и заполнителя. В результате этого возрастают силы притяжения между частицами, что способствует коагуляции цементной смеси, интенсифицирующей процесс структурообразования при твердении смеси, повышает физико-механические свойства изделий.

Микрокремнезём, обладая высокой удельной поверхностью, очень активно взаимодействует с щелочными реагентами, особенно со щелочами, он активно взаимодействует и с другими щелочными продуктами, такими как NaOH, KOH, Na₂CO₃, Na₂SiO₃, Na₂SO₃ и др., что позволяет использовать его для получения и других вяжущих, в том числе жидкого стекла, лёгких жаропрочных бетонов и т. д. Это значительно упрощает технологию получения жидкого стекла из микрокремнезёма.

8.6.2. Технология получения жидкого стекла

Сущность жидкофазной технологии получения жидкого стекла заключается в обработке кремнийсодержащей пыли гидроксидом натрия в автоклаве (при температуре 110–120 °С). При этом протекает следующая реакция [28]:

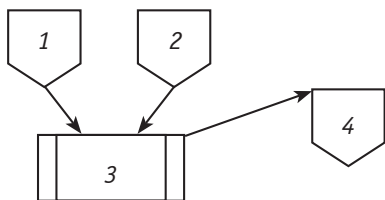


Рис. 8.2. Технологическая схема получения жидкого стекла:
1 — бункер отхода; 2 — ёмкость для щёлочи; 3 — автоклав;
4 — ёмкость для жидкого стекла

Для получения жидкого стекла применяется тонкодисперсная кремнийсодержащая пыль приведённого выше состава, содержащая большое количество оксида кремния, и автоклавный процесс, технологическая схема которого дана на рис. 8.2.

Технологический процесс проводят в автоклаве объёмом 1 м³, в который предварительно заливается 0,75 м³ технической

воды. Вода в автоклаве подогревается паром до температуры 95 °С (в случае отсутствия в цехе пара вода нагревается электроподогревателем). После подогрева воды до указанной температуры из бункера в автоклав загружается 275 кг кремнийсодержащей пыли при постоянном перемешивании суспензии. Затем в автоклав подаётся из ёмкости (2) при постоянном перемешивании в течение 4–5 ч щёлочь в количестве 600 кг.

В процессе подачи щёлочи температура в автоклаве за счёт теплоты нейтрализации смеси поднимается до 120 °С. После окончания процесса и снижения давления в автоклаве производят выгрузку жидкого стекла в ёмкость. Через 16 ч отстоя отбирают пробу, верхнюю часть суспензии сливают в бочки, а нижнюю часть (непрореагировавший шлам) повторно используют в процессе получения жидкого стекла.

Качество получаемого жидкого стекла и марки жидкого стекла по ГОСТ 13078-81 приведены в табл. 8.9.

Таблица 8.9

Качество жидкого стекла, получаемого по предложенной технологии и ГОСТу

| Параметр | Опытный образец | ГОСТ 13078-81 |
|---|-----------------|---------------|
| Массовая доля SiO ₂ , % | 25,0–25,6 | 24,8–36,7 |
| Массовая доля Fe ₂ O ₃ и Al ₂ O ₃ , %, не более | 0,5–0,6 | 0,90 |
| Массовая доля окиси кальция, %, не более | 0,1–0,2 | 0,2 |

| Параметр | Опытный образец | ГОСТ 13078-81 |
|-------------------------------|-----------------|---------------|
| Массовая доля окиси натрия, % | 8,5–12,0 | 8,1–13,3 |
| Силикатный модуль | 2,7–3,0 | 2,7–3,3 |
| Плотность, г/см ² | 1,36–1,43 | 1,30–1,50 |

Такое жидкое стекло (в связи с наличием в нём примесей железа и алюминия) обладает более высокими вязущими свойствами, а изделия и покрытия на его основе характеризуются повышенной прочностью и водостойкостью.

8.6.3. Особенности получения жидкого стекла из кремнийсодержащей пыли ТЭС

При сухом золоудалении с газами при сжигании угля уносится значительное количество тонкодисперсной пыли, химический состав которой приведён в табл. 8.10 [28; 32].

Таблица 8.10

Химический состав пыли, получаемой при сжигании углей различных месторождений, %

| Месторождение | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | R ₂ O | SO ₃ |
|-----------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|---------|------------------|-----------------|
| Челябинский бассейн | 49–60 | 21–27 | 9–20 | 2–4 | 1,5–3,5 | 1,4–3,6 | 0,3–1,2 |
| Экибастузский бассейн | 64,7 | 27,7 | 4,7 | 1,7 | 0,2 | 1,4 | – |

Возможно эффективное применение для производства жидкого стекла золы-уноса и немагнитной фракции, получаемой при магнитной обработке золы Экибастузского месторождения. Особенность технологии получения жидкого стекла из указанных отходов, в отличие от приведённой выше из микрокремнезёма, заключается в предварительной обработке отходов золы 65 %-й ортофосфорной кислотой при температуре 100 °С [28; 32]. При обработке протекает следующая реакция:



При обработке с ортофосфорной кислотой указанного отхода прореагируют также примеси кальция, магния и натрия, которые вместе с фосфатом алюминия перейдут в раствор и отделятся на фильтре или отстоем от осадка (шлама, содержащего

до 95 % тонкодисперсного оксида кремния). Такая связка (в ней соотношение $Al_2O_3 : P_2O_5 = 0,3-0,7$) снижает вспучивание массы и позволяет применять полусухое формование строительных материалов. Кроме того, она может использоваться как отвердитель жидкого стекла при производстве жаростойких материалов и изделий.

Отделённый шлам оксида кремния подвергают взаимодействию со щёлочью в автоклаве при температуре 120–130 °С с образованием жидкого стекла, пригодного для производства строительных и огнеупорных изделий.

8.7. Перспективные методы переработки отходов пластмасс и резины

8.7.1. Особенности переработки отходов реактопластов

Полимеры обладают очень ценными свойствами, в том числе высокой эластичностью и прочностью в сочетании с низкой плотностью. В связи с этим они широко применяются в промышленности и сельском хозяйстве в виде различного вида пластмасс. Производство пластмасс на современном этапе развития возрастает в среднем на 5–6 % ежегодно и к 2100 г., по прогнозам, составит 250 млн т. Их потребление на душу населения в индустриально развитых странах за последние 20 лет удвоилось, достигнув 85–90 кг. Насчитывается около 150 видов пластиков, 30 % из них — это смеси различных полимеров, для улучшения свойств которых и упрощения переработки к ним вводятся различные добавки [32; 40; 89].

Одним из быстроразвивающихся направлений использования пластмасс является упаковка, на изготовление которой расходуется 41 % выпускаемых пластиков. По своим свойствам полимеры подразделяются на три группы — термопласты, реактопласты и эластомеры.

Термопласты — это полимеры (полиэтилен, полипропилен, полихлорвинил и т. д.), обладающие определённой температурой плавления, которые сохраняют способность вновь при нагревании переходить в вязкотекучее состояние.

Реактопласты — полимерные материалы со сложной структурой (они содержат небольшое количество несшитых полимеров), характеризуются непостоянной температурой разложения и при нагревании подвергаются деструкции. В связи с этим отходы таких полимерных материалов перерабатывать труднее.

Ещё более сложной структурой обладают эластомеры, которые имеют прочную трёхмерную сетку с примесью различных наполнителей. Сложная надмолекулярная структура, особенно вулканизированных резин, придаёт им уникальные свойства, делающие их незаменимыми материалами для современного машиностроения и других отраслей народного хозяйства [28; 32]. В то же время именно эта структура создаёт значительные трудности при утилизации отработанных материалов и изделий.

В настоящее время существует три группы отходов полимеров:

1. Технологические отходы производства, образующиеся при синтезе и переработке термопластов и реактопластов, утилизация которых не требует больших затрат.

2. Отходы производственного потребления, накапливающиеся в результате выхода из строя изделий из полимерных материалов, используемых в различных отраслях народного хозяйства. Такие отходы наиболее однородны, практически не загрязнены и поэтому представляют наибольший интерес в аспекте их повторного использования.

3. Отходы общественного потребления различного состава, которые накапливаются у населения, на предприятиях общественного питания и т. д., а затем, смешиваясь, попадают на городские свалки.

В зависимости от химического состава, структуры и состава присадок применяются следующие направления переработки и утилизации отходов полимеров:

- физические методы;
- химические методы, в том числе сжигание и пиролиз отходов;
- физико-химические методы;
- захоронение на полигонах и свалках [32; 89].

В связи с тем, что получаемые отходы полимерных материалов различаются не только по химическому составу, но и по

механическим свойствам, во всех случаях при переработке наиболее сложной является стадия сортировки полимерных материалов. Идеальная сортировка отходов должна обеспечить разделение их не только по видам, маркам, цвету, но и по форме, степени загрязнения, содержанию инородных материалов, физико-механическим свойствам и т. д. Особенно сложно выполнять сортировку отходов при отсутствии маркировки полимеров, содержащих различные наполнители (стекловолокно, стеклопластик, наполнители, лакокрасочные материалы и т. п.). Все виды крупных размеров и форм отходов полимеров перед переработкой подвергаются измельчению.

Для измельчения таких отходов применяются методы и механизмы, различающиеся по характеру и скорости нагрузки, конструкции рабочих органов и т. п. Наиболее эффективным режущим инструментом являются, в зависимости от формы отработанных изделий и их свойств, абразивные ленты и круги, гильотины, борторезки, дисковые ножи, прессы, вальцы, роторно-ножевые дробилки и другое оборудование. Степень измельчения отходов полимеров и резины определяется размером ячеек сит, ограждающих камеру помола со стороны выхода измельчающего материала. Размер частиц измельчённых отходов колеблется от 3–5 до 25–30 мм в зависимости от условий их дальнейшего использования.

В настоящее время в зависимости от состава отходов термопластичных полимеров чаще всего применяются различные методы литья: литьё под давлением, литьё под давлением с предварительным сжатием расплава или с наложением механических колебаний, литьё полимеров с добавкой керамических или металлических порошков, литьё с газом и т. д.

Некоторые полимеры в результате обратимости реакций их образования могут снова разлагаться до исходных веществ. Образующиеся в процессе расщепления продукты можно повторно использовать в качестве сырья для проведения процесса поликонденсации или добавки к первичному сырью. Однако имеющиеся в этих продуктах примеси часто не позволяют получать полимерные изделия высокого качества, но их чистота достаточна для изготовления литьевых масс, легкоплавких и растворимых клеев.

Применяется также переработка таких отходов полимеров методом термического гидролиза под давлением. Этот метод энергетически наиболее выгоден, чем пиролиз, так как в оборот возвращаются химические продукты высокого качества, но для их переработки необходима не только высокая очистка полимеров, но и разделение их по маркам.

По сравнению с гидролизом для расщепления отходов термопластов более экономичным является метод гликолиза, в процессе которого деструкция полимеров происходит при более высоких температуре и давлении с применением различных катализаторов. Перспективным методом переработки не только термопластов, но и реактопластов является процесс их расщепления при температуре 150 °С и давлении 1,5 МПа в присутствии катализаторов и растворителей (метанола, эфиров и т. д.). Так, например, отходы органического стекла хорошо растворимы в ацетоне, дихлорэтане, бензоле и других растворителях. Однако такие методы требуют применения дорогостоящих растворителей и более сложного оборудования.

Ведущим методом переработки термопластов должно быть их повторное использование по прямому назначению, поскольку эти материалы могут многократно переплавляться и на их основе можно изготавливать различные изделия с незначительным изменением свойств. Смешанные отходы термопластов содержат, как правило, вещества, различающиеся механическими и химическими свойствами, что несколько облегчает их сортировку. Разделение смесей термопластов по видам можно осуществлять методом сепарации, основу которой составляет различие в скорости осаждения, размерах твёрдых частиц и их плотности. С помощью этого метода можно разделять до 56 видов материалов [89].

Положительные результаты разделения термопластов достигаются также применением флотации в солевом растворе с плотностью, промежуточной между плотностями разделяемых полимеров. Возможно применение изготовления изделий также из смеси отходных термопластов.

Измельчённые отходы термопластов, как правило, подвергаются грануляции. Помимо роторных измельчителей отходов

термопластов применяются экструдеры, гранулирование в которых имеет ряд преимуществ, связанных с возможностью использования практически любых отходов, в том числе отходов, образующихся при производстве волокон, ткани, трикотажа, при нанесении покрытий и т. д.

Для подготовки к переработке объёмных отходов термопластов, например, плёнки, применяют агломерацию. Размер получаемых в агломераторах частиц изменяется от 2 до 15 мм, насыпная плотность — до 400 кг/м³. В процессе агломерации также возможно введение в композицию любых добавок, например, наполнителей, красителей и т. д. Гранулы, получаемые из отходов термопластов возможно использовать как самостоятельно, так в смеси с первичными композициями изготовления изделий обычными методами переработки пластмасс. В последнее время отходы термопластов используются для получения методом горячего прессования различных строительных материалов — черепицы, асбестоцементных и битумизированных листов [32; 83].

Качество получаемых изделий приведено в табл. 8.11.

Таблица 8.11

Характеристика изделий из отходов термопластов

| Показатель | Черепица из сырья | | Асбестоцементные листы | Битуминизированные гофролисты |
|--|-------------------|---------|------------------------|-------------------------------|
| | керамики | отходов | | |
| Предел прочности при изгибе, МПа, не менее | 70 | 60–105 | 16,5–17,5 | 106 |
| Плотность, г/см, не менее | 2,28 | 1,9 | 1,6 | 1,05 |
| Морозостойкость, циклов, не менее | 25 | 50 | 25 | 25 |
| Масса 1 м ² кровли, кг | до 65 | 18 | 10–14 | 6 |
| Водопоглощение, % | 10 | <1,0 | 15–28 | – |
| Стоимость 1 м ² , р. | | 100–150 | 100 и выше | 189,5 |

По предварительной оценке, экономическая эффективность производства полимернопесчаных изделий выше, чем изделий из традиционного сырья.

8.7.2. Технологии получения органических изделий из отходов пластмасс

Органические вяжущие, особенно пластмассовые полимерные материалы и изделия, резинотехнические изделия, битумы и другие широко применяются не только в промышленности, но и в быту. Многие из них, особенно термопластичные материалы, в процессе даже длительной эксплуатации практически не теряют свои физико-химические свойства и поэтому после специальной обработки могут быть использованы для получения различных вяжущих и изделий на их основе [32; 89]. Так, например, отработанные изделия из полиэтилена и полипропилена, а также плёнки аналогичного состава после очистки от примесей и переплавки в пластмассовую крошку с добавкой наполнителей могут быть повторно использованы для изготовления различных изделий: водопроводных труб, шлангов для полива, черепицы и т. д.

Значительно сложнее получить вяжущие из отходов линолеума, так как он содержит кроме полимеров различный волокнистый наполнитель, который сложно отделить от основной массы. Также сложно, из-за сетчатой структуры, получить вяжущие из терморезиновых отработанных резин, которые при нагревании подвергаются деструкции, а получаемый продукт не обладает вяжущими свойствами. Изделия из термопластичной резины имеют чаще всего более низкие температуры плавления, не содержат волокнистых наполнителей и при нагревании не подвергаются деструкции, поэтому из них значительно проще получать вяжущие путём плавления отходов в реакторе и превращения расплава в полимерную крошку.

8.7.3. Применяемые методы переработки вышедших из строя резиновых изделий

Методы переработки и утилизации резиновых отходов в основном зависят от состава резиновых материалов. Резиновые отходы, образующиеся до стадии вулканизации, практически не отличаются от исходных резиновых смесей и могут возвращаться в производство без значительной обработки. Они могут быть использованы для изготовления шлангов для полива,

резиновых ковриков, кровельных материалов, рукавиц, поддонов для пола салонов легковых автомобилей и других неотвественных изделий технического направления. Невулканизированные и частично вулканизированные резиновые отходы используют также для производства плит для животноводческих помещений, волнистого шифера и кровельных листов [32; 89].

Более сложно перерабатывать отходы вулканизированной резины в связи с тем, что они обладают высокой эластичностью, то есть способностью к обратным и высоким деформациям, что затрудняет их измельчение. Несмотря на это, отработанные вулканизированные резинотехнические изделия и материалы являются ценным вторичным сырьём, но требуют перед утилизацией значительных затрат на их измельчение.

В настоящее время получило широкое распространение криогенное измельчение резинотехнических отходов, которое имеет следующие преимущества по сравнению с измельчением при комнатной температуре: уменьшаются энергозатраты, исключаются пожаро- и взрывоопасность, появляется возможность получения мелкодисперсного порошка резины с размером частиц до 0,15 мм. При криогенном измельчении отходы охлаждаются до температуры $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 25 мин в устройствах барабанного типа жидким азотом, расход которого составляет 0,25–1,2 кг на 1 кг измельчаемого материала.

Измельчённые отходы резины возможно использовать для изготовления различных материалов, при этом расход отхода зависит от его дисперсности, а прочностные свойства резины возрастают по сравнению с резиной, содержащей в таком же количестве различные активные минеральные наполнители.

Одной из важнейших стадий переработки отработанных резиновых изделий является получение из измельчённых отходов резины различных изделий. Наиболее широкое применение в промышленности нашли материалы-регенераты, получаемые термомеханическим и водонейтральными методами [89]. Отечественная промышленность выпускает пять марок регенерата, свойства которых приведены в табл. 8.12.

Марки РШТ и РСТ получают термомеханическим методом, остальные — водонейтральным. Регенерат является ценным

8.7.4. Перспективные технологии переработки отходов реактопластов

Отходы реактопластов чаще всего содержат в значительном количестве сетчатые полимеры и различные наполнители и поэтому при нагревании, не плавясь, подвергаются деструкции. В связи с этим переработку таких отходов наиболее экономично вести на предприятии, где они подвергаются сортировке, дроблению в молотковой или в зубчатой дробилках. Дроблёные отходы можно использовать в виде 10–20 % добавки в составе основного сырья или как наполнитель при изготовлении теплоизоляционных материалов и изделий. Особую сложность при переработке представляют отходы стеклопластиков, для измельчения которых наиболее экономично применять молотковую дробилку, схема которой приведена на рис. 3.6, а для измельчения более жёстких пластмасс — отражательную дробилку, схема которой приведена на рис. 8.3 [31].

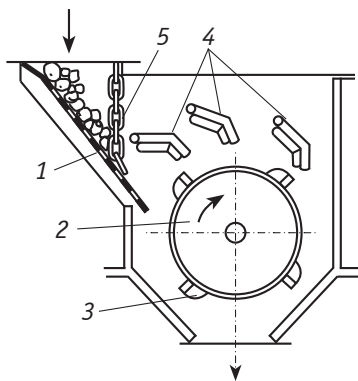


Рис. 8.3. Схема отражательной дробилки:

- 1 — решётка; 2 — ротор; 3 — лопатка; 4 — щитки, дискосовая пила;
5 — цепная завеса

В отражательных дробилках в связи с многостадийным измельчением получается высокая степень помола ($i = 30-40$) и равномерный по составу измельчённый материал. Такие дробилки высокопроизводительны, их недостатками являются повышенный износ дробящих тел, большое пылеобразование, необходимость точной балансировки роторов.

Для измельчения отходов различных видов линолеума применяются специальные станки с режущими пилами, ножами, и станки, оборудованные абразивными лентами, кругами, дисками или роторно-ножевая дробилка.

Получаемый в процессе измельчения материал характеризуется активной поверхностью, волокнистостью, высоким коэффициентом тепло- и звукоизоляции. Изделия из него по основным эксплуатационным показателям не уступают применяемым в настоящее время теплоизоляционным материалам, что подтверждается приведённым в табл. 8.13 результатам [31; 32].

Таблица 8.13

**Характеристика различных утеплителей
на основе природного сырья и отходов**

| Показатель | Минеральная вата ГОСТ-4640-93 | Базальтовое волокно ТУ 5761-01-08621635-98 | Утеплитель синтетический ТУ 26 040606-25-91 |
|--|----------------------------------|--|---|
| Плотность, кг/м ³ | 100 | 120 | 140 |
| Диапазон рабочей температуры, °С | -150 +700 | -180 +700 | -30 +160 |
| Сжимаемость, кг/см ² | – | 4,0 | 22,5 |
| Влажность, % | 1,0 | 1,0 | 0,4 |
| Коэффициент звукопоглощения | 0,12+0,94 | 0,1+0,99 | 0,43+0,87 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/мк | 0,038 | 0,055 | 0,050 |
| Цена за 1 м ³ (по данным 2001 г.) | 540 р. | 600 р. | 370 р. |

Из приведённых данных видно, что материал на основе отходов может заменить применяемые в настоящее время более дорогие теплоизоляционные изделия, при производстве которых используется более дефицитное или токсичное сырьё.

8.7.5. Эффективные методы переработка и утилизации резиновых отходов

Одним из перспективных направлений применения измельчённой до 1–3 мм резиновой крошки является её растворение при температуре 300 °С в течение 30 мин в жидких углеводородах: в нефтяном гудроне, тетрагидрофуране, отработанном

масле [32; 89]. Получаемые при растворении резиновой крошки в жидких углеводородах продукты представляют собой суспензию сажи в исходном высококипящем растворителе, свойства которых приведены в табл. 8.14.

Таблица 8.14

**Физико-химические свойства продуктов,
полученных при растворении резиновой крошки**

| № опыта | Температура, °С | | Пенетрация, мм | | Растяжимость, см |
|---------|-----------------|------------------------------|----------------|----------|------------------|
| | кападения | размягчения по кольцу и шару | при 25 °С | при 0 °С | |
| Гудрон | 42 | 34 | 177 | 68 | 65 |
| № 1 | 42 | 36 | 228 | 164 | – |
| № 2 | 57 | 50 | 48 | 33 | 30 |

Примечание: опыт № 2 проводился окислением продукта воздухом при 300 °С.

Из приведённых данных видно, что получаемый продукт при окислении по своим показателям близок к дорожному битуму марки БНД40/60, для которого температура размягчения должна быть 51 °С, а значение пенетрации при 25 °С — 40–60 мм. Очевидно, что, изменяя соотношение резиновой крошки и гудрона, а также условия процесса термического растворения и окисления, можно получать модифицированные битумы с различными характеристиками, в том числе соответствующими действующему стандарту.

Одним из направлений утилизации резинотехнических отходов, в том числе и изношенных автошин, является также получение из них пластичного материала, способного вулканизироваться при добавлении в него вулканизирующего агента и частично заменяющего каучук в составе резиновых смесей. Скорость процесса набухания отходов резиновой крошки в углеводородных растворителях (мягчителях) зависит не только от состава растворителя, но и от условий процесса и размера крошки, который должен быть не более 0,5 мм. Учитывая положительные результаты по растворению отходов резиновых материалов, для внедрения рекомендуется приведённый далее технологический процесс растворения измельчённой резиновой

крошки в углеводородном растворителе, схема которого представлена на рис. 8.4.

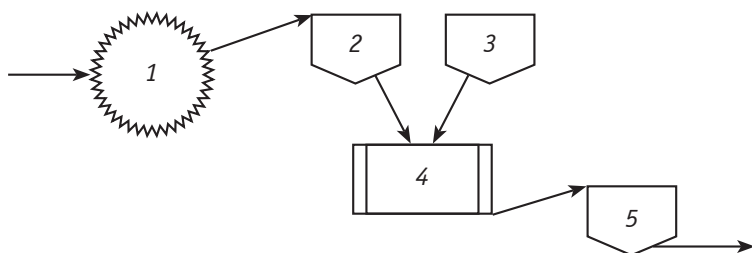


Рис. 8.4. Технологическая схема растворения отходов резины: 1 — роторно-ножевая дробилка; 2 — бункер для измельчённых отходов резины; 3 — ёмкость для растворителя (мягчителя); 4 — реактор, оборудованный паровой рубашкой и быстроходной мешалкой; 5 — ёмкость для готового продукта

Процесс растворения тонкоизмельчённых (до 0,5 мм) отходов резины по предложенной выше технологической схеме проводят в реакторе при температуре 200–300 °С в углеводородном растворителе (гудроне, регенерированном отработанном масле и др.) в зависимости от химического состава резиновой крошки до полного её растворения.

Благодаря высоким эластичным свойствам резины получаемые материалы при внесении их в дорожные покрытия повышают прочностные свойства последних, что может быть очень эффективным на горных дорогах, на площадях и улицах с интенсивным движением транспорта, на взлётно-посадочных полосах аэродромов, на мостах и в тоннелях, при строительстве трамвайных путей, беговых дорожек стадионов и пр.

Широкое распространение получили также термические методы утилизации отходов резины, в частности пиролиз, особенности технологического процесса которого подробно изложены ранее.

Глава 9. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ

9.1. Основные причины, снижающие урожайность почв, и методы повышения плодородия

Почвенный покров Земли является важнейшим компонентом экологических систем биосферы, её незаменимой частью. В связи с этим нельзя допускать его разрушения или уничтожения.

При всём многообразии форм нарушения и разрушения почвенного покрова их можно объединить в следующие группы по возрастанию степени разрушения и трудности восстановления почв:

1. Потеря почвенной зернисто-мелкокомковой структуры: распыление, коркуемость, образование мощного (40–60 см) подпахотного слоя и непроницаемого уплотнённого горизонта в почвах.

2. Накопление токсичных и канцерогенных соединений (ртути, свинца, остатков биоценозов, радионуклидов, бензпирена) и обменного натрия, соды и развития вторичной кислотности, а также токсичных и легкорастворимых солей (вторичное засоление), избытка нитритов и нитратов.

3. Заражение почв опасными насекомыми, гельминтами, вирусами, патогенными микроорганизмами и их переносчиками.

4. Ухудшение почвенного климата, выражающееся в росте альбеда, аридизации и континентальности, сокращении вегетационного периода, в усилении ранних заморозков расширении площади сезонной и многолетней мерзлоты, в углублении или засолении грунтовых вод.

5. Частичное разрушение гумусового горизонта или почвенного профиля, водная эрозия, дефляция, пучение грунтов, просадка (суффозия) лёссов, мергелистых и гипсовых грунтов, региональное опускание территории на 0,5–1 м, вследствие дли-

тельной откачки нефти, артезианских вод, газа, выемки породы из шахт.

6. Полное разрушение или уничтожение почвенных горизонтов с выходами горных пород, водная, воздушная ирригационная и овражная эрозия, образование подвижных песков и барханов, смыв берегов водохранилищами, каналами, морскими приливами и прибоями, прибрежными течениями, уничтожение почв землетрясениями и оползнями, наносами, выемкой руды, породы и грунта из карьеров, образование терриконов, а также траншей и воронок в результате военных действий.

7. Неудовлетворительное соблюдение агротехнических и мелиорационных мероприятий при обработке земель и т. д. [45; 48].

Учитывая это, одной из важнейших химических проблем экологии является охрана почв от химического загрязнения и рекультивация загрязнённых земель. Для защиты почв от химических загрязняющих веществ предлагается внедрение следующих мероприятий: организованное хранение токсичных продуктов (пестицидов, радиоактивных и отравляющих веществ) и токсичных отходов производства, снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду, создание мало- и безотходных технологий переработки сырья и предотвращения аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, экологически оптимальное применение минеральных и органических удобрений [30; 48].

Несмотря на протекторные свойства почвы (способность трансформации загрязняющих веществ в определённых пределах), существуют пределы и уровни техногенного воздействия на почвы, превышение которых приводит к необратимым последствиям [6]. В экстремальных случаях техногенное воздействие вызывает такое глубокое изменение свойств почвы, что рекультивация их возможна только при создании нового почвенного слоя, для чего требуется длительное время. Поэтому особое значение имеют своевременная рекультивация, восстановление нарушенных земель, а также применение превентивных мер.

Наиболее прогрессивным превентивным природоохранным мероприятием является создание мало- и безотходных технологий по обработке почв, применение современных методов,

аппаратов и агрегатов для водной мелиорации почв. Эффективно также внесение органических удобрений в песчаные и легкосуглинистые почвы. Однако иногда при компостировании в почвах увеличивается подвижность металлов в связи с минерализацией органических веществ, а также образованием комплексных соединений тяжёлых металлов с органическими лигандами [4; 30]. В связи с этим количество вносимых органических удобрений в такие почвы определяется после проведения анализа состояния почв.

Одним из важных факторов, влияющих на плодородие почв, является недостаточное внесение в почвы удобрений и мелиорантов, особенно извести или отходов кальция.

9.2. Классификация и основные свойства удобрений

Удобрения и мелиоранты — вещества, применяемые для повышения плодородия почв и улучшения питания растений [64]. Удобрения классифицируются главным образом по их агрономическому назначению, составу и условиям применения.

По химическому составу применяются удобрения четырёх типов: минеральные, органические, органо-минеральные и бактериальные.

Наиболее массовое применение находят минеральные удобрения, содержащие основные питательные вещества — азот, фосфор и калий, приведённого в табл. 9.1 состава.

Для получения удобрений применяется в основном природное сырьё: апатиты, фосфориты, калийсодержащее сырьё и т. д. Большая часть удобрений выпускается в измельчённом или гранулированном виде. Согласно прогнозам на начало 2000 г., запасов фосфорного сырья должно хватить в мире на 100–300 лет [61].

Эффективное рациональное использование минеральных ресурсов возможно только на основе научного подхода к их применению, с учётом не только продуктивности, но и токсичности.

Основными органическими удобрениями являются удобрения, полученные с использованием навоза, куриного помёта, торфа и т. д. Навоз — механическая смесь твёрдых и жидких

**Содержание в минеральных удобрениях
основных питательных элементов, % масс.**

| Удобрение | Азотные | Фосфорные | Калиевые |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Аммиачная селитра | 34,0–35,0 | – | – |
| Кальциевая селитра | 15,5–17,0 | – | – |
| Сульфат аммония | 19,5–28,0 | – | – |
| Мочевина | 46,0–46,5 | – | – |
| Суперфосфат простой | – | 14,0–21,0 | – |
| Суперфосфат двойной | – | 40,0–52,0 | – |
| Преципитат | – | 27,0–40,0 | – |
| Фосфоритная мука | – | 14,0–20,0 | – |
| Фосфоритные шлаки | – | 20,0–28,0 | – |
| Хлорид калия | – | – | 50,0–62,0 |
| Смешанные калиевые соли: KCl + NaCl | – | – | 30,0–40,0 |
| KCl + MgSO ₄ | – | – | 48,0–52,0 |
| Аммофос | 11,0–14,0 | 46,0–55,0 | – |
| Нитрат калия | 13,5 | – | 46,5 |
| Нитрофос | 14,0–20,0 | 14,0–20,0 | – |

выделений животных. Обычно состав навоза на соломенной подстилке содержит, % масс.: воды — 75; органического вещества — 21; азота — 0,5; фосфора — 0,25 и калия — 0,6. В последние годы начали широко применяться органические удобрения на основе куриного помёта, торфа и др. [30; 32].

Органо-минеральные удобрения — это сложные комплексные удобрения, получаемые из минерального сырья с добавкой органических веществ, состав и методы получения некоторых из них приведены далее.

9.3. Основные виды сырья для получения минеральных удобрений

Доля извлечения калия и пентаоксида фосфора из апатит-нефелиновых руд, применяемых для изготовления удобрений, относительно высока, что видно по данным, приведённым в табл. 9.2 [61].

**Динамика извлечения полезных компонентов из сырья
при его обогащении в 2001–2007 гг., % к исходному сырью**

| Извлекаемые компоненты | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|------|------|------|------|-------|------|------|
| Оксид калия | 81,0 | 82,4 | 83,7 | 84,8 | 84,8 | 86,5 | 86,8 |
| Пентаоксид фосфора из фосфоритных руд | 70,5 | 71,2 | 72,0 | 68,0 | 66,98 | 63,6 | – |
| Пентаоксид фосфора из апатитонепелиновых руд | 90,4 | – | 90,5 | 90,5 | 90,5 | 90,4 | 90,0 |
| Апатитовый концентрат из комплексных руд | 64,2 | 66,0 | 65,5 | 67,1 | – | – | 67,0 |

Согласно ст. 18, 19 Закона РФ «О недрах» установлен порядок предоставления недр для разработки месторождений общераспространённых полезных ископаемых, порядок пользования недрами юридическими лицами и гражданами в границах предоставленных им земельных участков с целью добычи общераспространённых полезных ископаемых.

В Челябинской области имеются значительные запасы природных ресурсов, пригодных для изготовления удобрений и мелиорантов [62].

Как указывалось ранее, Челябинская область является одной из ведущих регионов страны по уровню развития промышленности и сельского хозяйства, что в значительной степени определяется её мощной минерально-сырьевой базой. На территории области находится более 650 месторождений разнообразных полезных ископаемых; действует около 200 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий по добыче различных видов природного сырья; имеются значительные запасы горного сырья, пригодного для производства удобрений и мелиорантов (фосфоритов, флюсовых известняков, карбонатных пород, гипса и ангидрита) [Там же].

В области находятся крупные месторождения глауконитов, обладающих хорошими сорбционными свойствами. В частности, в Кунашакском районе запасы глауконита составляют более 50 млн т, на Каринской и Актюбинской площадках, в глауконитовом песке содержание глауконита от 60 до 95 % при мощности горизонта 7–11 м и глубине его залегания от 0,5 м до 5 м [24. С. 35].

Удельная поверхность глауконита составляет 100–120 м²/г; пористость 20–25 %; твёрдость 1,8–2,0; удельный вес 2,3–2,9; размер частиц 0,2 мм; цвет светло- или тёмно-зелёный и почти чёрный. Химический состав глауконитов Каринского месторождения, по данным Уральского института минералогии, характеризуется следующими данными, % масс.: SiO₂ — 52,9; Al₂O₃ — 11,8; Fe₂O₃ — 16,7; MgO — 4,3; CaO — 0,8; K₂O — 8,6; Na₂O — 0,1.

Ёмкость катионного обмена концентрата глауконита изменяется от 390 до 550 мг-экв, природных Каринских глауконитов (руды) — до 250–350 мг-экв на 1 кг руды. Способность глауконита извлекать тяжёлые металлы из растворов составляет, % от исходного содержания: Pb — 99, Hg — 64, Co — 97, Cu — 96, Mn — 95, Cr — 92, Ni — 90, Zn — 90, Fe — 99 и т. д. Несмотря на то что глауконит не является непосредственным источником элементов питания, он оказывает значительное косвенное влияние на азотный и фосфорный режим почвы и обеспеченность растений этими элементами, активизируя биологические процессы минерализации органических веществ почвы, в том числе и гумуса.

Например, в АОЗТ «Каштакский» урожайность кукурузы при внесении 40 т/га глауконитовой руды повысилась с 346 до 527 ц/га (т. е. прибавка составила 52 %), капусты — с 480 до 615 ц/га (+28 %). При этом глауконит снизил содержание свинца в биомассе капусты на 63 %, меди — в 10 раз и нитратов — в 2,6 раза. Опытные работы, проведённые в 1996–1999 гг. Челябинским центром химизации сельскохозяйственной радиологии по изучению свойств глауконита, подтвердили наличие у него не только сорбционных свойств, но и его положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Вместе с тем применение глауконита на кислых почвах менее эффективно, поскольку в нём практически не содержится соединений кальция.

Наиболее эффективно использовать для мелиорации почв кальцийсодержащие отходы промышленного производства и природных мелиорантов из местных источников, к которым, в первую очередь, относятся отработанная мраморная пыль,

отходы добычи, пыли-уноса известняка и доломита при прокатке сырья. Что касается кислых почв с низким содержанием кальция и магния, то здесь целесообразнее использовать глаукониты с добавлением к ним кальцийсодержащих отходов, количество и объёмы внесения которых зависят от степени кислотности почв.

Известно, что удобрения на кислых почвах часто не дают повышения урожая, особенно у культур, чувствительных к кислотности пшеницы, свёклы, кукурузы, зернобобовых и овощных. Известкование резко увеличивает эффективность органических и минеральных удобрений.

Одним из отходов производств, содержащих до 48 % оксида кальция, является низкоуглеродистый феррохромовый шлак. Но он содержит до 3–6 % оксида хрома (III). Для недопущения окисления оксида хрома (III) в кислой почве необходимо применять шлак с добавкой восстановителя (окалина и т. п.) [24. С. 35].

ОАО «Уральский институт металлов» и «Нижнетагильский металлургический комбинат» разработали состав мелиоранта для известкования кислых почв. Одним из его компонентов является мартеновский шлак комбината, содержащий оксиды кальция, магния, фосфора, ряд микроэлементов. Для повышения мелиоративной эффективности действия шлака в него введены определённые добавки. Мелиорант является экологически чистым, содержание вредных и тяжёлых металлов существенно ниже предельно допустимых концентраций. Высокое содержание ведущих компонентов ($\text{CaO} + \text{MgO}$) и растворимость характеризовали его как хороший мелиорант.

В области в последние годы значительно снизилась урожайность сельскохозяйственных культур не только по причине загрязнения пашни тяжёлыми металлами и токсическими веществами, но и из-за низкого количества вносимых удобрений и мелиорантов. В 2001 г. на гектар пашни в Челябинской области было внесено не более 0,5 т/га органических удобрений при потребности баланса гумуса 4,5–5,0 т/га, а с учётом состояния земель до 8 т/га [Там же. С. 35, 37]. При общей потребности земель области в минеральных удобрениях в 105 кг действующе-

го вещества на один гектар пашни (азота — 43 кг, фосфора — 46 кг, калия — 10 кг) фактически вносится 1,8–2,3 кг по сумме всех трёх элементов.

Большинство хозяйств не вносят минеральные удобрения из-за высоких цен на привозные удобрения. Оптимальным является достаточно простой и эффективный путь: надо активнее использовать для производства органических и минеральных удобрений своё собственное сырьё — местные природные ресурсы и отходы промышленного производства. К примеру, запасы бурого угля на 01.01.2000 г. составляли сотни миллионов тонн, а они содержат более 40 % летучих органических веществ. Организовав переработку отходов бурого угля с добавлением глауконита и кальцийсодержащих отходов, можно получить эффективное удобрение [45. С. 111]. Не менее эффективное удобрение получается из отходов торфа, запасы которого в области определяются в 170 млн т [30; 45].

9.4. Основные виды сырья, применяемого для получения органических удобрений, и особенности технологий производства

Для изготовления органических удобрений применяются следующие виды сырья и отходов производств: торф, навоз, куриный помёт, избыточный активный ил, отходы зелёных насаждений.

9.4.1. Влияние торфа и бурого угля на качество комплексных удобрений

В последние годы за рубежом и в нашей стране ведутся исследования по созданию эффективных комплексных удобрений на основе органо-минерального сырья и отходов различных производств. Так, например, применение в качестве органического удобрения торфа в значительной степени повышает урожайность сельскохозяйственных культур, что подтверждено приведёнными далее исследованиями.

Торф — вид твёрдого топлива, являющегося геологически наиболее молодым среди твёрдых горючих ископаемых [49].

Химический состав торфа в зависимости от группы изменяется, %: битума — 2,0–8,0; легкогидролизуемых веществ — 17–56; гуминовых кислот — 8–48; целлюлозы — 1–14; гумуса — 60,0. Торф имеет преимущественно объёмный и специфический характер сорбции вследствие наличия большого количества в нём функциональных групп — -COOH и -OH. Азотсодержащие группировки придают торфу свойства амфотерности [60].

Исследование ионообменных равновесий ионов торфа различной породы показало его высокую селективность объёмного действия, проявляющую зависимость объёмной ёмкости торфа от природы иона и концентрационных констант обмена $Me-H$. Это создаёт предпосылки к использованию торфа для разделения и улавливания разнообразных ионов. Химический состав и наличие в нём битума, гуминовых кислот и гумуса позволяют торф, особенно компосты на его основе, использовать в качестве органического удобрения. Компосты торфа наиболее эффективно действуют на гумус и плодородие сельскохозяйственных культур, особенно при обработке торфа с добавкой извести, что подтверждается приведёнными данными табл. 9.3 [50; 56].

Таблица 9.3

**Влияние торфяного компоста
на урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га**

| Культура | Без добавок | Добавка торфа | Добавка торфа и извести | Добавка компоста |
|-------------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|
| Картофель | 120,1 | 113,3 | 197,0 | 217–235 |
| Ячмень | 11,8 | 11,1 | 15,3 | 15,6–16,3 |
| Многолетние травы | 16,8 | 17,6 | 46,6 | 39,2–51,0 |
| Яровая пшеница | 9,9 | 10,7 | – | 16,2 |

Эффективным удобрением являются также препараты на основе углегуминовых соединений. Так, проведённые испытания влияния трёх типов углегуминовых препаратов на свойства почв (табл. 9.4) подтверждают большую эффективность препарата УГ1 при внесении его в количестве 200 кг на 1 га почвы [30; 70].

В Костромской области разработан и эффективно применяется балластовый гумат натрия, получаемый на основе торфа и содержащий 30–40 % растворимых гумусовых кислот и гумат

**Химический состав углеуминов
при содержании в них компонентов, %**

| Тип образца | pH | N | C | C _{гк} | C _{фк} | C _{гк} : C _{фк} |
|-------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| УГ1 | 6,35 | 1,01 | 38,4 | 11,5 | 3,54 | 3,25 |
| УГ2 | 6,38 | 0,86 | 40,2 | 10,4 | 3,87 | 2,7 |
| УГ3 | 5,32 | 4,26 | 22,2 | 4,86 | 3,40 | 1,48 |

натрия, содержащий 70 % гумусовых кислот. Положительные результаты получаются при внесении его в почвы, загрязнённые кадмием, хромом, никелем, свинцом, цинком и медью, в количестве 8 кг/га совместно с со сточными водами.

Очень эффективны полученные в Иркутске гуматы калия, которые дают положительный результат при внесении в почву в количестве 10–50 кг/га, что в 2000 раз меньше, чем требуется перегноя и в 100 раз ниже — чем биогумуса. Особенно они эффективны в смеси азота, фосфора и калия при соотношении: гумат + N80 + P60 + K90 [30; 39].

Известно применение органо-минерального удобрения, полученного на основе бурого угля, способствующего накоплению в почвах нитратов. При внесении в почву 1 т/га такого удобрения на второй год количество нитратов в слое 0–5 см в три раза выше, чем в контрольном образце на фоне сульфата аммония.

Наличие в Челябинской области значительных запасов торфа и бурого угля и их тонкодисперсных отходов позволяет с учётом приведённых технологий организовать производство указанного типа комплексных удобрений. Эффективность применения такого типа удобрений подтверждена проведёнными исследованиями в лаборатории ЧНИИСХ по применению аналогичных органических ферментированных удобрений — «Фермвэй» и «Петрикс». Внесение таких удобрений в почвы в количестве 15 т/га повысило продуктивность пашни по выходу зерновых единиц с 18,3 до 20,7 ц/га.

Исследования последних лет доказывают эффективность комплексных удобрений на основе органо-минерального сырья, в том числе и с использованием отходов различных производств. Так, например, проведённые испытания компостов

многоцелевого назначения, приготовленных из приведённых в табл. 9.5 и 9.6 видов сырья и отходов, показали положительные результаты [30; 47].

Таблица 9.5

**Химический состав сырья и отходов,
применяемых для получения удобрений, %**

| Сырьё | pH | C _{общ} | N _{общ} | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|----------------------|-----|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| Навоз полужидкий (Н) | 7,6 | 28,7 | 1,8 | 2,50 | 2,30 |
| Помёт жидкий (П1) | 6,9 | 21,9 | 2,1 | 2,10 | 2,40 |
| Помёт сухой (П2) | 6,5 | 23,6 | 2,8 | 1,80 | 1,80 |
| Торф низинный (Т) | 5,4 | 28,6 | 2,1 | 0,10 | 0,05 |
| Опилки (О) | 4,9 | 43,0 | 0,2 | 0,01 | 0,08 |

Таблица 9.6

**Химический состав компостов
на основе торфа, навоза, опилок и лигнина, %**

| Состав компоста, % | pH | C _{общ} | N _{общ} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Лигнин |
|-------------------------|-----|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|--------|
| КМН (Т11 + Н43 + О46) | 5,8 | 22,0 | 1,5 | 14,0 | 1,0 | 0,4 |
| КМН2 (Н42 + О42 + Л12) | 5,6 | 25,3 | 1,7 | 15,0 | 0,8 | 0,3 |
| КМН3 (П57 + О15=Л28) | 7,3 | 24,0 | 2,8 | 8,0 | 3,1 | 0,5 |
| КМН4 (Т31 + П139030) | 7,2 | 24,3 | 2,2 | 1,0 | 1,8 | 0,4 |
| КМН5 (П60 + О40) | 7,2 | 28,9 | 3,2 | 15,0 | 3,2 | 1,0 |
| КМН6 (Т60 + П140) | 6,5 | 26,8 | 2,0 | 9,0 | 2,9 | 1,0 |
| КМН7 (Т55 + Н45) | 5,8 | 22,0 | 2,3 | 10,0 | 0,9 | 1,4 |
| КМН 8 (Т50 + + П240) | 5,6 | 25,3 | 2,3 | 10,0 | 0,6 | 2,7 |
| КМН9 (Т50 + П240) | 7,3 | 24,0 | 24,0 | 14,0 | 1,5 | 1,1 |
| КМН10 (Т31 + Н41 + Л28) | 7,3 | 24,3 | 24,3 | 14,0 | 1,5 | 1,2 |
| КМН11 (Т39 + Н30 + П31) | 7,3 | 29,0 | 29,0 | 17,0 | 1,4 | 1,2 |

По результатам испытаний, наилучшие показатели были установлены при использовании составов КМН3, -4, -6 и -7. Компосты рекомендуются применять в зависимости от структуры и свойств почв. Положительные результаты были также получены при испытании компостов КМН, которые рекомендованы для широкого внедрения в производстве нечернозёмной зоны выращивания ячменя.

9.4.2. Свойства навоза и особенности подготовки его к применению

Навоз в зависимости от способа содержания животных может быть с подстилкой (подстилочный), в качестве которой применяется солома, опилки и т. д., и без применения подстилки (бесподстилочный). Подстилочный навоз с влажностью 75–80 % содержит различное количество питательных веществ. Обычно навоз на соломенной подстилке содержит, % масс.: органических веществ — 21,0; азота — 0,5; фосфора — 0,25; калия — 0,5. Отсутствие стабильных условий накопления и хранения навоза, а также нормированного количества вводимой подстилки постоянно изменяет содержание питательных веществ в подстилочном навозе.

Для повышения эффективности использования органических удобрений на основе подстилочного навоза и соломы рекомендуется обеспечить следующую технологию его накопления, приготовления, хранения и использования:

1. Организовать хранение и приготовление навоза на открытых площадках в буртах в соответствии с ГОСТ ОНТП 17-18 МСХ СССР вблизи удобряемых полей.

2. Срок приготовления и хранения подстилочного навоза должен быть 4–6 мес. В качестве подстилки используется солома низкой кормовой ценности (ржаная, гречневая, ячменная) в количестве 4–6 кг на голову животного в сутки.

3. Навоз укладывать на площадке в бурты высотой до 2 м и шириной по верху 2–2,5 м послойно с фосфоритной мукой или торфом в соотношении 3 : 1, а также с жидким бесподстилочным навозом или ботвой.

4. При закладке навоза в бурты для приготовления навозно-фосфорного компоста каждый слой навоза пересыпать фосфоритной мукой при соотношении 15–20 кг муки на 1 т навоза, срок закладки компоста 1–2 мес.

5. Температуру в буртах поддерживать путём уплотнения, обеспечивая разложение навоза до полупрелого состояния.

6. Время выдержки компоста в буртах в тёплый период года — 1,0–1,5 мес, в холодный период — 2,0–2,5 мес.

7. Объём навозохранилища при открытом способе хранения

должен соответствовать нормам расхода навоза за стойловый период.

8. Применять к использованию навоз на подстилке после того, как он приобрёл однородность первой степени разложения соломы по всей массе, не допуская хранения навоза в жидком состоянии.

9. Готовый к употреблению полуперепревший навоз вносить в почву под основную обработку пара (при зимне-весенней вывозке от животноводческих помещений к площадкам хранения) или под перепашку пара (при весенне-летней вывозке), не допуская раскладки навоза на поле мелкими кучами.

10. Дозы навоза устанавливать с учётом уровня плодородия пашни удобряемой культуры в пределах от 4,0 до 8,0 т/га почвы.

11. Органо-фосфоритные компосты использовать в первую очередь при комплексном агрохимическом окультуривании пашни [30].

Приготовление и использование бесподстилочного навоза. Жидкий бесподстилочный навоз представляет собой органическое удобрение влажностью 90–98 %, с содержанием легкоподвижных форм питательных веществ при низком содержании сухого вещества. Такой навоз не энергоёмок, поэтому он плохо способствует гумусообразованию, но он применяется как быстродействующее удобрение с меньшим последствием на урожай последующих культур севооборота.

Особенностью технологии использования бесподстилочного навоза является:

1. В связи с тем, что жидкий навоз возможно использовать непосредственно для полива, более целесообразно периодически производить откачку навоза из навозосборника в специальные открытые хранилища-котлованы.

2. Для соблюдения ветеринарно-санитарных норм необходимо перед применением проводить обеззараживание жидкого навоза химическим способом, обрабатывая его формальдегидом с нормой расхода 0,04–0,05 % от объёма навоза.

3. Жидкий навоз наиболее эффективно вносить тракторными жижевозо-разбрызгивателями при ширине захвата от 7–11 до 10–15 м.

4. Дозы внесения жидкого навоза устанавливать в зависимости от содержания в почве нитратного азота, подвижных форм фосфора и обменного калия, в соответствии с требованиями удобряемой культуры в количестве 50–100 т/га, регулируя равномерность полива шириной захвата и мощностью струи выброса.

5. Жидкий навоз наиболее целесообразно применять в фермерских севооборотах под кукурузу, злаковые многолетние травы на сено и зерновой корм, на зеленую массу и семена, а также под кормовую свёклу.

6. Вывозку жидкого навоза необходимо производить круглосуточно в зимнее время при температуре до -10°C и высоте снежного покрова до 20 см, а на пастбища — после окончания выпаса или зимой.

7. Жидкий навоз зимой не вывозить при наличии склона более $1-1,5^{\circ}$, а летом немедленно после полива заделывать его в почву.

9.4.3. Особенности переработки куриного помёта в удобрения

Химический состав куриного помёта зависит от качества применяемого корма, особенно от доли концентрированных продуктов, а также от сроков хранения помёта. Длительное хранение невысушенного помёта приводит к большим потерям азота в аммиачной форме. Так, например, если сырой помёт птицефабрик в пересчёте на сухое вещество содержит азота — 1,46 %, фосфора (P_2O_5) — 1,37 %, калия (K_2O) — 1,78 %, то после 20-дневной выдержки на открытой площадке влажность помёта снижается с 61 до 16,7 %, а содержание азота до 0,84 %. Куриный помёт Челябинской и Еманжелинской фабрик, применяемый для переработки, содержит, %: воды — 54–56; азота — 0,7–1,0; оксида фосфора — 1,5–2,0; оксида калия — 9,8–1,0; оксида кальция — 2,4; оксида магния — 0,74 [30].

Несмотря на такие показатели, куриный помёт как в стране в целом, так и на птицефабриках Челябинской области перерабатывается только частично, что приводит к его накоплению и загрязнению окружающей среды. В то же время известны

эффективные технологии получения из куриного помёта качественных удобрений.

Так, например, рекомендуется к применению способ обезвреживания птичьего помёта путём разбавления его водой, добавления лигнина 60 % -й влажности, взятого в количестве 75–150 % от массы помёта, с последующей фильтрацией суспензии (а. с. № 1348325; 1987).

Рекомендуется также для внедрения способ обработки куриного помёта путём анаэробного термофильного сбраживания и последующего разделения сброженной массы центрифугированием, предварительно обработав суспензию концентрированным раствором едкого калия до рН 9,9–10,5, с последующим нагреванием суспензии до 70–80 °С и выдержкой её в течение 3–5 мин (а. с. № 1557143; 1990).

Высокоэффективным является биоудобрение, получаемое на основе птичьего помёта и обладающего полифункциональными свойствами, внесение которого в количестве 1–2 т/га не только повышает урожайность на 70–80 % в течение 2–3 лет, но и оздоравливает пахотный слой, подавляя микрофлору, вызывающую болезни растений. Рентабельность таких биоудобрений на крупных птицефабриках составляет 60–80 %.

В последнее время получили распространение технологии обработки помёта методом огневой сушки, что позволяет получить удобрение высокого качества. Среднее содержание полезных веществ в удобрении, получаемом на Еманжелинской и Челябинской птицефабрике, применивших такую технологию переработки помёта, составило, %: азота — 3,9–4,5; оксида фосфора — 1,21–2,96; калия — 2,31–2,47; гигроскопической влаги — 5,0; железа — 0,28; магния — 1,2; марганца — 0,6; меди — 0,01; кислотность (рН) равна 6,2 [32]. Положительные результаты по применению такого удобрения получены не только при выращивании кукурузы, но и многих видов овощей [30].

Однако применение сушки помёта при высокой температуре приводит к снижению в нём питательных веществ, особенно к резкому разложению органических веществ. В связи с этим, по нашему мнению, более рационально предварительно проводить обработку помёта серной кислотой, а сушку продукта

осуществлять в сушилках кипящего слоя при температуре 60–70 °С, что не только обезвредит помёт от токсичных веществ, но и полностью сохранит в нём питательные и органические вещества.

9.5. Использование отходов производств для изготовления удобрений

9.5.1. Отходы производств – перспективное сырьё для изготовления удобрений

Во всех отраслях производства, даже при использовании прогрессивных технологий, образуются отходы, неиспользованные побочные продукты, остатки сырья, материалов, полностью или частично изменившие физико-химические свойства. Наибольший объём отходов образуется на производствах горнодобывающей и перерабатывающей промышленности при добыче, обогащении и переработке полезных ископаемых. В процессе добычи и переработки полезных ископаемых образуются три типа отходов:

1. Отходы, которые можно использовать как дополнительные источники минерального сырья (техногенные ресурсы и месторождения) и составляющие примерно 15–16 % от общего количества отходов, образующихся на предприятиях горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

2. Отходы, подлежащие захоронению как экологически опасные (отнесённые к классу чрезвычайно опасных и высокоопасных).

3. Отходы, не востребованные хозяйственной деятельностью, хранение которых не требует соблюдения строгих природоохранных требований [30; 62].

Специфическими являются отходы, содержащие органические вещества: отходы древесины, илистые осадки озёр — сапропели, избыточный активный ил биологической очистки сточных вод и т. д.

9.5.2. Использование илистых осадков озёр и сточных вод в качестве удобрений

Одним из крупных ресурсов сырья для получения органо-минеральных удобрений могут быть илистые осадки озёр — сапропели, количество которых в многочисленных озёрах Южного Урала составляет более 1 млрд м³ [30]. Характерной особенностью озёр является аккумуляция поступающих со стоками растворённых веществ, листьев, отходов древесины, а также накопление продуктов жизнедеятельности организмов и водорослей.

Осадки в озёрах претерпевают изменения под воздействием окружающей среды при недостатке кислорода и микроорганизмов, образуя сапропели, которые переходят в осадок в виде компостов. Содержание органических веществ в минерализованных отложениях составляет около 20–30 % в зависимости от условий, состояния окружающей территории и т. д. Сапропели некоторых озёр содержат в значительном количестве и питательные вещества. Так, например сапропель оз. Еткульское азота содержит в 3 раза больше, чем в стандартном подстилочном навозе, а фосфора и калия в нём больше, чем в сапропелях других озёр. По своим качествам сапропели не уступают навозу и торфу. В некоторых озёрах Южного Урала такие осадки достигают толщины 8–10 м и могут быть перспективным сырьём для производства не только органических удобрений и мелиорантов, но и сорбентов длительного действия и микробных удобрений — принципиально нового типа биоценозов.

Как органо-минеральное азотно-фосфорное удобрение с повышенным содержанием кальция может также применяться гидролизный ил, содержащий более 72 % органических веществ, до 3,8 % азота, в том числе 1,6 % в легкогидрализованной форме, до 1,1 % подвижного фосфора и до 0,3 % калия. Кроме того, он содержит до 10–18 % оксида кальция и ряд других примесей. Внесение ила в количестве 30 т/га с добавкой калийных удобрений может повысить урожайность картофеля на 30–80 %.

В значительном количестве в качестве удобрений могут использоваться комплексные осадки сточных вод (ОСВ). Так, проведённые испытания применения в качестве удобрений компо-

стов на основе ОСВ, содержащих азота до 5 %, фосфора — 2 %, калия — 0,4 %; органических веществ — 50 % и кальция — 11–20 %, показали положительные результаты при внесении их в почву в количестве 150 т/га. Лучшие результаты получаются при внесении их под зерновые культуры под зябь, сена и зелёных кормов — под основную обработку почв.

Значительное количество качественных удобрений возможно получать из осадков сточных вод при утилизации фекальных стоков биологическим методом. Биологическая очистка сточных вод может эффективно осуществляться как в естественных, так и в искусственных условиях. Одной из важнейших проблем в работе очистных сооружений является использование образующихся осадков. Независимо от применяемого метода очистки сточных вод на первой стадии осадки уплотняют, применяя гравитационные, флотационные, центробежные и вибрационные методы. Это позволяет удалить из них до 60 % влаги и сократить массу осадков в 2,5 раза.

При обработке фекальных стоков идёт разложение органических компонентов под действием микробов. Этот процесс протекает в три стадии [30; 51].

На первой стадии ил при наличии кислорода подвергается воздействию аэробных организмов с образованием углекислого газа и воды, выделяется тепло и размножаются аэробные организмы.

На второй стадии, когда весь кислород исчерпывается или замещается углекислым газом, аэробные организмы погибают. После этого образуются микроорганизмы, которые жизнеспособны и при отсутствии кислорода. Они разлагают органические соединения на простые соединения: водород, аммиак, углекислый газ, воду и органические кислоты.

На третьей стадии размножаются колонии метанобразных организмов, которые разлагают органические кислоты, выделяя метан или иные продукты, образуя щелока.

Наиболее простым и эффективным обезвреживанием ила после удаления из него перечисленных отходов является компостирование. Этот аэробный процесс в промышленных условиях осуществляют в сложных металлоёмких установках — фермен-

таторах (биобарабанах, биобашнях). Компостирование можно осуществлять и в полевых условиях (в открытых штабелях), но срок переработки осадков при этом увеличивается с 2–4 суток до нескольких месяцев и для его проведения потребуется большая площадь. При аэробном процессе допускается совместная переработка ТБО и осадков сточных вод, взятых в соотношении 7 : 3 [30; 44].

Правильно организованное компостирование ила в полевых условиях, так же как и в механизированных аппаратах, обеспечивает защиту окружающей среды и выпуск продукта, соответствующего техническим условиям качеству, и использование его в качестве удобрения.

Не менее полезны «зелёные» удобрения, получаемые компостированием отходов — отбросов зелёной массы, образующейся при уборке урожая капусты, картофеля, моркови и др.

9.5.3. Получение удобрений из отходов древесины

В Челябинской области более 30 % территории занято лесами (2849,7 тыс. га), что создаёт благоприятные условия для развития работ по заготовке и эффективной переработке древесины [62].

В процессе ухода за лесными массивами и заготовки древесины образуются отходы: пни, корни, ветки, сучья, хвоя, листья, а также технологические отходы, количество которых зависит от пород деревьев и составляет от 8 до 14 %. Основными отходами предприятий деревообработки являются кусковые отходы (горбыль, срезки, рейки и т. д.), а на мебельных фабриках и на деревоперерабатывающих участках — опилки, стружка, дроблёнка, шлифовальная пыль.

В процессе химической переработки древесины образуются лигнин (сульфатный и гидролизный), древесная смола, уголь и сульфитный лигнин, количество которых зависит от породы древесины и технологии её химической обработки [30]. Отходы, образующиеся при заготовке и обработке древесины, а также при очистке и прореживании лесов, долгое время не собирают в кучи, в результате чего они подвергаются гниению и не пригодны для дальнейшего использования. Не используются

для мелкосортных изделий отходы разделки древесины (хлысты, крупные вершины деревьев).

Не полностью используются для изготовления различных материалов и изделий и опилки, стружка, которые в значительном количестве сжигаются, вывозятся на свалки или используются неэффективно. В то же время на передовых предприятиях страны и зарубежными фирмами практически все отходы древесины используются для получения строительных материалов, бумаги и пр., в том числе и удобрений [30; 32].

На основе коры и опилок разработана технология получения удобрений, взятых в соотношении 1 : (1–2) с последующей выдержкой смеси в буртах в течение 3–5 мес, а на основе древесной коры, навоза, чёрного щёлока и извести, взятых в соотношении 50 : 50 : 2 : 2 с выдержкой 6–7 мес изготавливают компост для удобрений.

Отходы растительности — это остатки клетчатки (опад листьев; ботва свёклы, моркови, картофеля; листьев капусты; очистки картофеля; стебли зерновых), образующиеся в больших количествах при уборке урожая и в домашнем хозяйстве. Локально, в небольшом количестве указанные отходы используются, например, ботва свёклы и рубленая солома для корма скота. Солома после её химической обработки применяется для производства дрожжей, используемых в качестве белкового корма. В сельском хозяйстве солома используется для подстилки скота. Однако отходы растительности в больших количествах сжигаются или вывозятся на свалку, загрязняя природную среду.

Наиболее рациональным и относительно дешёвым методом переработки растительных отходов, в том числе зелёных отходов древесины является компостирование, применение которого позволяет получать ценный экологически чистый продукт, вносимый в почву вместо удобрений. Одновременно с растительными отходами компостированию можно подвергать городской мусор, сырой осадок и активный ил аэрации, измельчённые автомобильные покрышки и т. д. [30; 32].

Исходное сырьё для компостирования перед буртованием должно быть очищено от металла, стекла, пластмассы, бетона

и подвергнуто измельчению. Соотношение углерода и азота в сырье должно составлять 25 : 1 и 30 : 1, а фосфора — около 1 : 2. В качестве добавок, ускоряющих процесс компостирования, используют активный ил, компост, древесные отходы, солому.

В ферментаторах поддерживается температура около 55 °С, влажность не менее 50–60 % и парциальная составляющая газовой смеси должна быть не менее 30 %. Аэрация снабжает микроорганизмы кислородом, отводит воду, теплоту, углекислоту. Перемешивание реакционной смеси в течение 3–4 раз за весь период предотвращает образование анаэробных зон. Процесс компостирования протекает в течение 4–20 суток в автоматизированных вращающихся и до 3 месяцев — в стационарных установках. При компостировании высота буртов не должна превышать 1,5 м, ширина — 2,5 м, а длина не ограничена.

Состав готового компоста изменяется в зависимости от исходного сырья и в среднем содержит следующие компоненты, %: органическое вещество — 75–80; углерод — 8–50; фосфор — 0,1–1,6; калий — 0,4–0,6; кальций (в виде СаО) — 0,7–1,5. Внесение в почву такого компоста рекомендуется в зависимости от климатических условий и качества почвенного покрова один раз в 3–4 года из расчёта 8–15 т/га.

9.5.4. Использование лигнина в качестве удобрений

В процессе химической обработки древесины и её отходов образуется лигнин (сульфатный, сульфитный и гидролизный), который отличается от природного не только по химическому составу, но и по свойствам. Он применяется для получения различных материалов и изделий, в том числе древесной смолы, активированного угля и т. д. [32].

Сульфатный лигнин получают в процессе образования целлюлозы путём обработки древесины NaOH и Na₂SO₃. Полученный в этом процессе чёрный щёлок используют как добавку к фенолформальдегидной смоле, при получении бумажных плит, картона, ДСП и как пластифицирующую добавку для улучшения подвижности раствора и снижения расхода цемента при изготовлении различных бетонных изделий.

Сульфитный лигнин, образующийся при кислотном способе производства целлюлозы, представляет собой водный раствор бисульфитов магния или натрия. Его применяют для укрепления низкопрочных материалов и грунтов, а также в качестве пластификаторов цементобетонов. Упаренный сульфитный лигнин (сульфитно-спиртовая барда) используется в строительстве в качестве клеящего пластифицирующего, а также в качестве дубящего средства.

При обработке древесины соляной или серной кислотой при температуре 180–185 °С и давлении 1,2–1,4 МПа образуется гидролизный лигнин. Это сложный конгломерат различных веществ — природного лигнина, полисахаридов, смол, жиров, воска, минеральных и органических веществ. Высушенный и выдержанный в течение 2–3 дней лигнин применяют в цементном производстве для интенсификации размола клинкера, в производстве портландцемента — как пластифицирующую добавку, в дорожном строительстве — как заменитель каменноугольного дёгтя, а в производстве пористого кирпича — для повышения пористости и прочности изделий.

В смеси с полимерами гидролизный лигнин повышает прочность изделий, может служить основным компонентом для производства высококачественных кровельных материалов, обеспечивая в смеси с резиной и битумом высокие физико-механические свойства изделий.

Лигнин в смеси с торфом, навозом и углём применяется также для изготовления комплексных удобрений различного состава, что подтверждается приведёнными далее данными.

9.6. Калийсодержащие удобрения из отходов производств

В Челябинской области добываются значительные объёмы нерудных видов сырья, особенно каолина, содержащие до 2,4 % оксида калия. При мокром обогащении такого сырья образуются шламы с высоким содержанием (до 15–20 %) оксида калия, занимающие площадь около 70 га. Такие шламы возможно использовать после отделения от суспензии фильтраци-

ей или отстаиванием песка. Шлам для изготовления удобрения обрабатывают серной кислотой и сушат суспензию в распылительной сушилке. Получаемое таким методом удобрение содержит до 30–40 % сульфата калия [30].

При получении ферромарганца образуется тонкодисперсная пыль, содержащая 20–24 % MnO_2 ; 36–38 % K_2O и 7–8 % Na_2O . Из такой пыли также возможно получать калийсодержащее удобрение путём промывки пыли водой, отделения от шлама фильтрацией или отстаиванием раствора, содержащего оксиды калия и натрия, обработки раствора серной кислотой и сушкой суспензии в распылительной сушилке. Получаемое при таких условиях удобрение содержит до 70 % сульфата калия и до 15 % сульфата натрия. Осадок, содержащий 45–52 % оксида марганца, после сушки и брикетирования возможно использовать повторно в процессе производства ферромарганца, а высушенный в распылительной сушилке осадок — для изготовления марганецсодержащих пигментов различных цветов в зависимости от условий процесса.

При добыче и обогащении каолина Кыштымского месторождения, производимым территориальным межотраслевым комплексом «Ксанта», образуются пески, содержащие 21,9 % глины, 66,7 % оксида кремния и 2,4 % оксида калия. Эти отходы по пульпопроводу подаются со сточной водой в хранилище площадью 70 га, в котором сейчас накоплено таких шламов в количестве 15 тыс. т. Такие шламы используются в объёме 10–15 % в виде добавки к цементу. Сточные воды после отделения от них глины возможно использовать для полива огородных культур и газонов [32].

9.7. Перспективные методы получения мелиорантов из отходов производств

Как указывалось выше, урожайность практически всех сельскохозяйственных культур зависит от содержания в почве необходимого для роста растений кальция, восполнение выноса культурами которого производится внесением в почву извести. Однако в почву вносятся извести или известьсодержащих видов

сырья недостаточно, несмотря на наличие в Челябинской области в больших объёмах известняка, в связи с тем что получаемая из такого сырья известь пока имеет высокую цену. Поэтому наиболее экономично использовать для мелиорации почв дешёвые кальцийсодержащие отходы промышленного производства и природных мелиорантов из местных источников, к которым, в первую очередь, относятся отработанная мраморная пыль, отходы добычи и обработки известняка и доломита. Это те виды отходов промышленного производства, объёмы которых на Южном Урале постоянно возрастают и пока должного применения в промышленности не находят [33].

При добыче и обработке известняка, мрамора, магнезита и доломита на предприятиях области образуются громадные количества различных отходов производств: породы вскрыши, бой и обрезки минералов разного размера, крошка и тонкодисперсная пыль [28; 32]. Такие отходы постоянно накапливаются на территории предприятий, большинство из них, кроме тонкодисперсной пыли, находят применение в строительстве. Вскрышные породы известняка, гипса и мрамора представляют собой выветренный известняк, иногда с глиной. Они применяются в сельском хозяйстве для реабилитации закислённых почв. Образующиеся в процессе добычи и обогащения магнезиальных и доломитовых руд магнезитовые и доломитовые отходы с примесью карбонатных и глинистых компонентов, хромата, кварца, оксидов алюминия и железа частично применяются при изготовлении огнеупорных и строительных материалов, при получении хлоридов кальция и магния, в производстве цементов и т. д. Отходы, содержащие 1–2 % глинистых материалов, можно применять при изготовлении резины, пластмасс и лакокрасочных материалов в качестве наполнителей.

Некоторое количество тонкодисперсной пыли известняка, мрамора, магнезита и доломита возможно использовать для получения следующих материалов и изделий:

– пыль известняка и мрамора — для изготовления декоративного щебня и песка, облицовочных плит типа мозаичных, искусственных блоков, наполнителя для пластмасс, кожи, резины, лакокрасочных материалов и т. д.;

- пыль магнезита — для изготовления магнезиальных вяжущих, жаропрочных материалов, потолочных и половых плит;
- пыли доломита — для изготовления вяжущих, стёкол, декоративно-отделочных и поризованных материалов.

Практически все отходы пыли известняка и мрамора можно использовать в качестве наполнителя в производстве лакокрасочных грунтовок, при изготовлении эмалей различных цветов после проведения предварительной классификации указанных отходов и дополнительного измельчения грубой фракции до 10 мкм.

При обжиге указанных отходов получают тонкодисперсные пыли, состав которых приведён в табл. 9.7.

Таблица 9.7

**Химический состав отходов,
применяемых для изготовления мелиорантов, %**

| Отходы | CaO | MgO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | R ₂ O |
|-------------------|-------|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------------------|
| Шлак феррохрома | 46–56 | 0,3 | 26–30 | 6–7 | 0,1–1,9 | 1–2 | – |
| Доломитовая пыль | 40–50 | 20–30 | 0,1–0,7 | 0,2–0,5 | 0,2–0,5 | 0,24 | – |
| Магнезитовая пыль | 28–31 | 17–19 | 0,6–1,2 | 3,5–4,7 | 0,6–1,8 | – | 0.8 |
| Известковая пыль | 45–50 | 1–5 | 6,1–7,0 | 3,8–4,5 | – | – | 0,2–0,4 |
| Мартеновский шлак | 36–38 | 3–4 | 18–34 | 4–10 | 37–45 | 17–20 | – |

Примечание. В феррохромовом шлаке содержится 3,6 % Cr₂O₃.

Все указанные в таблице пыли, также мраморная, которой накоплено только в Уфалейском карьере до 0,5 млн т, после небольшой обработки могут применяться как мелиорант и пополнять в почвах кальций, унесённый урожаем.

Как мелиорант можно использовать также после обработки отходы известняка из карьеров Коркинский и Катав-Ивановский, которого в отвалах карьеров накоплено 5 и 14 млн т соответственно. Повышается эффективность пылей известняка, мрамора и доломита при их термической обработке в печи кипящего слоя при температуре 850–900 °С.

Шлак феррохрома также можно использовать в качестве мелиоранта после специальной обработки, как указывалось выше.

9.8. Перспективные методы повышения плодородия солонцов

9.8.1. Краткая характеристика солонцов Челябинской области

В Челябинской области солонцы занимают 542,9 тыс. га общей площади, из которых 477,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий и 243,8 тыс. га пашни [30; 46]. Они встречаются как однородными контурами, так и в виде вкраплений среди других почв, чаще всего в землях степной зоны. Особенностью солонцовых типов почв является наличие в них поглощённого натрия >20 % или натрия и магния в сумме, превышающей 50 % общего количества поглощённых оснований при низком содержании кальция. Это приводит к щелочной реакции таких почв, диспергированности почвенных агрегатов и их набуханию при увлажнении, к плохим водно-физическим свойствам и т. д. Кроме того, солонцовые пахотные земли подвержены значительному загрязнению тяжёлыми металлами. Всё это снижает развитие растений и приводит к низкой урожайности возделываемых культур.

По мощности надсолонцового горизонта все солонцы подразделяются на три группы: глубокие (более 18 см), средние (10–18 см) и мелкие (менее 10 см). По типу водного режима солонцы подразделяются на чернозёмные (автоморфные), луговочернозёмные (полугидроморфные) и луговые (гидроморфные).

Производственная ценность солонцов зависит от их водносолевого режима, мощности надсолонцового гумусового слоя, состава легкорастворимых солей, а также от содержания гумуса, питательных веществ, тяжёлых металлов и т. д. Наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования солонцы чернозёмного и луговочернозёмного типов. Солонцы средние и мелкие пригодны в основном для залуживания.

В связи с этим, для расширения использования солонцов для выращивания сельскохозяйственных культур и для повышения их плодородия необходимо применять в зависимости от состава следующие направления обработки почв:

- 1) обрабатывать солонцы с целью снижения содержания в почве натрия;

- 2) применять методы улучшения водного режима;
- 3) производить подбор оптимального состава возделываемых культур.

9.8.2. Методы по снижению содержания натрия в поглощающем комплексе почвы солонцов

Для снижения содержания натрия в поглощающем комплексе почвы (ППК) проводят нейтрализацию почв путём внесения в них солей кальция в зависимости от содержания в почвах солей натрия и магния. При мелиорации в почве протекает следующая реакция [30]:



Для недопущения вторичного осолонцевания продукты реакции необходимо удалять из пахотного слоя путём промывки. Применение сульфата кальция в качестве мелиоранта экономически невыгодно не только из-за их высокой стоимости, но и в связи с накоплением в почвах высокого содержания магния и кальция. Наличие на территории области в значительных объёмах отходов производств и их химический состав (табл. 9.8) позволяют использовать отходы в качестве мелиорантов для повышения плодородия солонцов [30].

Таблица 9.8

Химический состав отходов,
рекомендованных в качестве мелиорантов, %

| Отходы | $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$ | $\text{FeSO}_4/\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ | $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | TiOSO_4 | MgSO_4 | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
|--|--------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|
| Гидролизная кислота | 13–22/– | 0,1–1,6/– | 0,3–0,6 | 0,5–1,2 | 0,2–1,4 | 3,6–4,4 | – |
| Кислота ОАО «Оргстекло» | 50–55/– | 2,0–4,0/– | 1,0–1,2 | 1,0–2,0 | – | – | 25–30 |
| Железный купорос | 1,2–1,6/– | 91,0–92,6/– | 0,2–0,4 | 2,4–3,6 | 0,5–0,7 | 2,6–2,8 | – |
| Отработанный азотнокислый травильный раствор | –/3,1–3,2 | –/17,0–19,0 | 0,1–0,3 | – | – | – | – |

Применение для мелиорации засоленных земель гидролизной кислоты, внесённой в почвы совместно с поливной водой в количестве 1,8 т/га пашни, повысило урожайность кукурузы на 40 ц/га, озимой пшеницы — на 2,1 ц/га и ячменя — на 8,2 ц/га [30]. Внесение в почвы железного купороса в количестве 4 т/га в первый год повысило урожайность зерна кукурузы на 5 ц/га, а в количестве 6 т/га пашни — на 8,2 ц/га [67].

Учитывая полученные результаты, перспективным мелиорантом для повышения плодородия солонцов могут быть аналогичного типа отходы, как, например, отходная серная кислота ОАО «Оргстекло», содержащая сульфат аммония. Взамен природного гипса могут быть использованы осадки сточных вод (ОСВ) в виде специально изготовленных компостов. Так, например, компосты на основе ОСВ и фосфогипса, содержащие 40,9 % CaO; 22 % SO₃; 3,5 % P₂O₅ и 0,2 % MgO, повышают урожайность картофеля с 30 до 120 ц/га, а урожайность ячменя при таких же условиях обработки повышается с 29,9 до 36,7 ц/га [85]. Однако при наличии в компостах тяжёлых металлов их применяют только для полива газонов, цветников, питомников.

Эффективное применение в мелиорации солонцов могут найти и гипсосодержащие шламы с низким содержанием тяжёлых металлов, получаемые при нейтрализации сернокислых сточных вод и газов известняком или известковым молоком. Однако необходимо перед применением получаемых таким методом мелиорантов подвергать их сушке и грануляции в распылительной сушилке.

Ещё более эффективными мелиорантами могут быть и приведённые выше отработанные азотнокислые травильные растворы. Однако в случаях применения таких мелиорантов и при высоком содержании в почве натрия необходимо проводить отмывку соединений натрия из пахотного слоя, что не всегда экономически выгодно. Наиболее экономично вместо отработанного азотнокислого травильного раствора применять нейтрализацию раствором известкового молока и отделение от него оксида железа (Fe₂O₃).

9.8.3. Снижение влияния тяжёлых металлов и натрия на состояние солонцов

Влияние тяжёлых металлов на состояние почв зависит не только от их химического состава, но и от содержания в почвах гумуса, глины, песка, удобрений и мелиорантов [13; 64]. Указанные компоненты почв, особенно гумус, в значительных объёмах связывают тяжёлые металлы, снижая их подвижность и поступление в корневую зону, а следовательно, и в растения. Поскольку в солонцовых почвах содержание гумуса низкое, то тяжёлые металлы более подвижны и оказывают значительно большее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Учитывая это, необходимо в солонцовых почвах максимально снизить подвижность тяжёлых металлов не только путём изменения структуры и снижения кислотности почв, но и применяя активные реагенты (сорбенты), переводящие соединения металлов в нерастворимое, а значит, малоподвижное состояние. Таким промышленным сорбентом в Челябинской области является глауконит, состав и его эффективность приводилась выше.

Однако применять глауконит в необходимых объёмах на почвах Южного Урала экономически не выгодно из-за его высокой стоимости и наличия на предприятиях алюмосиликатных тонкодисперсных отходов, обладающих, как и глауконит, высокими адсорбционными свойствами. Такими отходами являются пыли Троицкой ГРЭС и шламы, получаемые при обогащении каолина на Кыштымском межотраслевом комплексе «Ксанта», химический состав которых приведён в табл. 9.9 [32].

Таблица 9.9

Химический состав тонкодисперсных отходов и глауконита (для сравнения), %

| Отходы | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O |
|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|------|------------------|
| Глауконит (для сравнения) | 52,89 | 11,83 | 16,74 | 4,31 | 0,82 | 8,57 |
| Пыль ЮУ ГРЭС | 49–60 | 21–27 | 9–20 | 1,5–3,5 | 3–4 | – |
| Пыль Троицкой ГРЭС | 64,7 | 27,7 | 4,7 | 0,3 | 1,7 | – |

Такие пыли и шламы можно будет использовать как сорбенты для снижения подвижности тяжёлых металлов в почвах

после отделения от них сепарацией грубых частиц и добавки к ним тонкодисперсной пыли извести или доломита, приведённого ранее химического состава.

Возможно также снизить активность и подвижность тяжёлых металлов в почвах путём обработки почв перед их рыхлением раствором алюмосиликата натрия. В процессе такой обработки на поверхности металлов в результате взаимодействия оксидов металлов с алюмосиликатом натрия снижается кислотность почвенного раствора и образуется защитная плёнка, снижающая активность и подвижность металлов. Применять для получения алюмосиликата гидроксид алюминия и жидкое стекло, получаемое традиционным методом, экономически не выгодно. В связи с этим для снижения затрат наиболее рационально применять для изготовления алюмосиликата натрия отходы алюмината натрия, получаемого при травлении сплавов алюминия щёлочью, а для синтеза жидкого стекла — отходную пыль производства ферросилиция.

При добыче и обогащении каолина Кыштымского и Карталинского месторождений образуются вскрышные породы, пески и шламы. Вскрышные породы содержат глину, суглинки, гальку и песок [32]. Получаемые в процессе обогащения каолина пески содержат 21,9 % глины, 66,7 % оксида кремния, 2,4 % оксида калия. Минералогический состав песков, % масс.): кварц — 80, слюда — 1,5, каолинит — 5, галька — 10–15. Шламы представляют собой смесь глинистых материалов, слюды и тонкодисперсного кварца.

Отходы сухого обогащения каолиновой руды используют для рекультивации нарушенных земель, а отходы мокрого обогащения — в качестве сырья для керамических изделий, заполнителей для бетона, формовочного песка в литейном производстве. Одно из перспективных направлений использования отходов каолина — применение его в виде добавок к цементам в объёме 10–15 %.

Положительные результаты на плодородие почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, оказывает внесённое в количестве 700 кг/га гранулированного органо-минерального гуминосодержащего удобрения с насыпной плотностью 0,8–1,2 кг/дм³ при-

ведённого состава, % масс.: общего углерода — 19,7; общего азота — 38,2; липидов — 2,4; $C_{гк} : C_{фк} = 1,85$; $pH = 8,0$ [39; 60].

Наличие в Челябинской области значительных запасов торфа и бурого угля и их тонкодисперсных отходов, а также лигнина, получаемого при переработке древесины на Ашинском химическом заводе, позволяет, как указывалось выше, с учётом приведенных технологий организовать производство органо-минеральных комплексных удобрений [32].

9.8.4. Повышение плодородия солонцов применением севооборота

Для улучшения водного режима солонцов проводят искусственное дренажирование пахотного слоя при внесении миллионантов и прокачкой воды чрез создаваемые борозды. Улучшает водный режим солонцов также посадка на них культур, обладающих различной поглотительной способностью, как, например, бобовых (люцерна гибридная, донник белый и жёлтый) и злаковых (волоснец сибирский, пырей бескорневой и средний, житняк гребневидный, овсяница красная и тростниковая, просо). Положительное влияние оказывает также внесение в пахотный слой листьев овощей, соломы зерновых культур и т. д. [30; 46].

При организации на солонцовых и солонцеватых почвах с высокой степенью засоленности посева сенокосных и пастбищных трав возможно применять как промежуточные культуры следующие соле- и солонцустойчивые растения: суданская трава, ячмень, кормовое просо, озимая рожь, тритикале, овёс и др. В степной и лесостепной зонах на таких почвах необходимо шире применять посевы донника, люцерны, а на незасоленных почвах — эспарцета.

Для улучшения состояния средне- и малонатриевых солонцов не менее важную роль играют мелиоративные кормовые севообороты трав. Так, например, эффективны следующие севообороты: пар — озимая рожь + многолетние травы (житняк, волоснец ситниковый, пырей); пар ранний — донник (под покров зерносмеси) — донник — ячмень + многолетние травы (волоснец ситниковый, пырей).

Солонцы луговые малонатриевые, средненатриевые с засолением не более среднего целесообразно залужать по схеме: пар ранний — ячмень и пырей (4–5 лет); пар ранний — травосмесь (под покров ячменя кострец + регнерия + люцерна) (4–5 лет).

Для создания сеяных пастбищ на солонцах степных, лугово-степных, сильнозасолённых больше подходит такой севооборот: пар — суданковый гибрид — ячмень + многолетние травы (житняк + волоснец ситниковый) (6–8 лет).

Применение указанных систем севооборотов имеет значительную эффективность. Так, например, включение в травосмесь с кострцом одного вида бобовой травы — люцерны, клевера или донника — повышает урожайность сена до 30–40 ц/га по сравнению с посевом кострца в чистом виде. Для получения такого урожая на кострце потребовалось бы внести 90 кг/га азота. Таким образом, бобовые травы позволяют экономить дорогостоящие азотные удобрения.

Глава 10. ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

10.1. Перспективные методы утилизации отработанных смазочных материалов

10.1.1. *Физико-химические свойства применяемых смазочных материалов*

Нефтяные масла представляют собой смеси высокомолекулярных, парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов с небольшой примесью смолоасфальтеновых веществ. В соответствии с областями применения масла подразделяются на смазочные и специального назначения. Смазочные масла снижают коэффициент трения между трущимися поверхностями, уменьшая интенсивность их изнашивания, защищают металлы от коррозии, охлаждают трущиеся детали, уплотняют зазоры между ними и удаляют продукты изнашивания [9; 18].

Специальные масла являются рабочими жидкостями в гидравлических передачах, электроизоляционной средой в трансформаторах, конденсаторах, масляных выключателях, а также используются для изготовления пластических смазок, присадок и т. д.

Обычно товарные масла получают путём добавления к базовым маслам различных присадок в зависимости от назначения масла. Применяются базовые масла трёх типов:

- минеральные масла, сырьём для получения которых является в основном парафино-нафтеновые углеводороды;
- синтетические масла, получаемые путём синтеза органических соединений;
- частично синтетические масла, состоящие из смеси минерального и синтетического масел.

Базовые масла подразделяются на пять групп, основные свойства которых и методы получения приведены в табл. 10.1.

**Базовые масла в соответствии с классификацией
Американского института нефти [9; 18; 23]**

| Группа | Содержание, % | | Индекс вязкости | Технология производства |
|--------|-------------------------|-------|-----------------|--------------------------|
| | насыщенных соединений | серы | | |
| I | <90 | >0,03 | >80 и <120 | Традиционная очистка |
| II | >90 | <0,03 | >80 и <120 | Гидропереработка |
| III | >90 | <0,03 | >120 | Жёсткая гидропереработка |
| IV | поли- α -олефины | – | – | Органический синтез |
| V | прочие масла | – | – | Масла без очистки |

Для получения специальных масел и смазок к базовым маслам добавляют различные присадки. Присадки — это вещества, усиливающие положительные свойства базовых масел или придающие им необходимые новые свойства. Так, например, моторное масло содержит следующие присадки: беззольные дисперсанты (сукцинимиды, полиэферы, полиамины), детергенты (моющие вещества), антиоксалатные (дитиофосфаты, дитиокарбонаты различных металлов, производные фенолов), противоизносные (дитиофосфаты цинка, галогены), антикоррозионные (дитиофосфаты, дитиокарбонаты, алкил-фенольные присадки), противопенные (силиконовая жидкость), депрессорные (продукты полимеризации эфиров метакриловой кислоты и алкилирование фенолов или нафталинов) [18; 23].

Для уменьшения износа поверхности трения и для продления срока службы деталей машин и механизмов применяются различные смазки. Для улучшения их специфических свойств в нефтяные масла, из которых они изготавливаются, добавляют следующие наполнители: графит, дисульфид молибдена, тальк, слюду, нитрид бора, сульфиды некоторых металлов, асбест, полимеры и комплексные соединения металлов, металлическую крошку и пудру. В качестве наполнителя используют оксиды цинка, титана, меди, порошки свинца, алюминия, олова, бронзы и латуни в количестве 1–30 %, а также природный воск и его компоненты.

10.1.2. Состав отработанных смазочных материалов и методы их переработки за рубежом

При эксплуатации агрегатов, машин, транспорта применяются в зависимости от конструкции оборудования (компрессоров, редукторов, двигателей, подшипников и т. д.) смазочные материалы различного состава. В процессе эксплуатации указанного оборудования смазочные материалы изменяют свойства: повышается вязкость, накапливаются различные примеси, в том числе и натираемый металл обрабатываемых поверхностей и т. д. В связи с этим смазочные материалы выводятся из эксплуатации и подвергаются регенерации или утилизации [18; 23].

Одним из многотоннажных отходов смазочных материалов являются эмульсии, которые образуются не только при использовании свежей эмульсии в ходе обработки металла, но и при попадании воды в масло в процессе его применения.

За рубежом для эффективного использования отработанных нефтепродуктов (масла, смазки), содержащих механические примеси и небольшой процент воды, применяются различные технологические процессы. Так, например, компания «Вестфалия» в Испании применяет для очистки отработанных масел технологии механической сепарации, используя декантеры и саморазгружающиеся сепараторы [31]. Технологическая схема переработки отработанных масел указанной фирмой приведена на рис. 10.1.

Декантеры используются на первом этапе для извлечения твёрдых загрязнений от отработанного масла. Они отделяют от масла крупные и волокнистые частицы и обеспечивают непрерывную эксплуатацию установки в автоматическом режиме. Декантеры в зависимости от состава масла снижают содержание в нем твёрдых частиц до $<0,2\%$ и несвязанной воды до $<1\%$. Нефтешлам, извлечённый в декантере, представляет собой плотную пастообразную массу, которую можно использовать как топливо при брикетировании или для производства строительных материалов.

Очистка от мелких примесей и воды отделённого в декантере масла производится в сепараторе. Сепараторы представляют

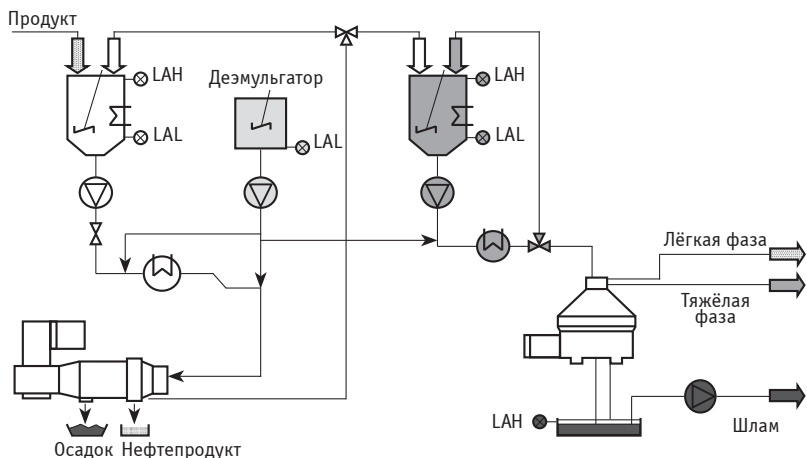


Рис. 10.1. Установка термического обезвреживания (пиролиз — газификация): 1, 3 — ёмкости для масла с подводом воздуха и дозаторами; 2 — ёмкость с дозатором для деэмульгатора; 4 и 5 — плазматроны для подогрева масла; 6 — декантер с гидроцилиндром; 7 — сепаратор с гидроциклоном

собой горизонтальные высокопроизводительные центрифуги с барабаном с непроницаемой стенкой. Они оборудованы шнеком, перемещающим твёрдые частицы (шлам) к разгрузочному отверстию, откуда те непрерывно выделяются и направляются на переработку. Если масло содержит высокое количество присадок и имеет тенденцию к эмульгированию (загустеванию), то перед сепарацией в отработанное масло вводят деэмульгатор (серную кислоту).

В зависимости от состава отработанного масла сепараторы снижают содержание в получаемых нефтепродуктах частиц и связанной воды до $<0,2\%$. Получаемые по такому технологическому процессу фракции масел имеют близкие показатели к маслам, применяемым в промышленности и на транспорте.

10.1.3. Рекомендуемый метод получения базовых масел из отработанных масел

Отработанные масла наиболее эффективно очищать от загрязнений путём применения декантеров и сепараторов, кото-

рые можно приобрести у зарубежных фирм, или отстойники и сепараторы, изготавливаемые отечественными машиностроительными предприятиями, типа УОР401У (СЦ-ЗА). Технологии же получения качественных смазочных материалов различного состава освоены и применяются областными предприятиями (ОАО «ММК» и «Мечел»). В случае применения для очистки больших объёмов отработанных масел и стабилизированных эмульсий наиболее эффективно использование ректификационных колонн после предварительного отделения от масел примесей.

Очистку отработанного масла от примесей возможно проводить также прокачиванием масла через фильтр грубой очистки, предварительно нагрев его до 60 °С, и последующим отстаиванием в течение 12–24 ч. Отделённое от шлама масло подвергают химической очистке, заключающейся в коагуляции загрязнений метасиликатом натрия, взятым в количестве 3–5 % в зависимости от степени загрязнения масла. Обработка масла ведётся путём перемешивания его с добавкой метасиликата натрия в аппарате-мешалке и подогреве до 80 °С в течение 30–40 мин с последующим отделением осадка отстаиванием смеси в отстойнике в течение 16–24 ч при температуре 50 °С.

Осадок, содержащий механические примеси и асфальтосмолистые соединения, сливается в ёмкость и может быть использован для изготовления топливных брикетов. Отстоявшееся масло из аппарата и отстойников подаётся в сепаратор указанного выше типа и далее закачивается в ёмкости с целью дальнейшей её обработки и получения масла с заданными параметрами.

10.1.4. Применяемые методы переработки масляных эмульсий

Эффективные технологии стабилизации и переработки масляных эмульсий разработаны и применяются предприятиями Башкирии. На стабильность эмульсий оказывает влияние, как указывалось ранее, дисперсность частиц и свойство масла (плотность, вязкость и т. д.). Устойчивость эмульсии также зависит от количества и состава содержащихся в эмульсии эмуль-

гаторов, рН водной фазы, среднего диаметра глобул воды и масла, а также от температуры [23; 58]. Разрушение эмульсий производится одним из трёх методов:

- подогревом эмульсии (термообработка);
- введением в эмульсию деэмульгаторов (химическая обработка);
- применением электрического поля (электрообработка).

На практике обычно применяют сочетание термохимического и электрического способов разрушения эмульсий. Было установлено, что нагревание даже до температуры 30–60 °С весьма эффективно снижает вязкость эмульсии, значительно увеличивает разность плотности воды и масла, уменьшает прочность защитной плёнки, окружающей капельки воды. Для лёгких масел рекомендуется подогрев до 100–120 °С, для тяжёлых — 120–140 °С, а давление в интервале 0,6–1,8 МПа.

Наряду с термообработкой применяется введение в эмульсию деэмульгаторов. Наиболее широкое применение нашли в качестве них ПАВ-коллоиды, не образующие ионов в воде. Это такие органические вещества, как оксиэтилированные жирные органические кислоты (ОЖК), алкилфенолы (ОП-10, ЦП-30), органические спирты (неонол, оксанол).

Нефтерастворимые ПАВ образуют в нефти истинные или коллоидные растворы (дирокамин157, оксафон1107 и 43, прохинор2258), на 10–15 % переходящие в воду. Более эффективно разрушаются эмульсии совместным воздействием термохимического и электрического методов (обработкой током при напряжении от 1 до 5 кВ/см).

Глобулы масла и воды порядка 100 мкм легко удаляются из воды седиментацией. Удаление же глобул масла и нефти размером до 10 мкм этим методом практически невозможно, так как скорость их выталкивания из воды около микрометра в секунду. В связи с этим для удаления таких глобул из воды перспективным может быть, по данным специалистов, метод флотации [23; 58].

Флотационная очистка воды от нефти (масел) заключается в захвате глобул нефти пузырьками газа и передаче их на поверхность воды в пенный слой. Скорость протекания таких процессов в соответствии с законом физики зависит от размера частиц.

Для повышения эффективности флотационных процессов применяются два рода воздействий: добавкой в дисперсную систему электролита или ПАВ или путём создания на поверхности пузырька заряда противоположного знака заряда частицы, что приводит к взаимодействию двойных слоёв и появлению сил притяжения. Это возможно сделать и применением ионогенных ПАВ. В ряде случаев для повышения эффективности очистки воды от нефти (масел) необходимо применять коагулянты, флокулянты или проводить химическую флотацию (применять в качестве растворимого электрода алюминий).

Особенности электрохимической флотации. Электрохимическая флотация (ЭФ) — один из наиболее интенсивных процессов разделения веществ в очистке воды. Сущность ЭФ состоит в образовании при электролизе воды высокодисперсных пузырьков газа (от 15 до 200 мкм), которыми извлекаются гидрофобные частицы из раствора или загрязнённой воды без применения реагентов. Преимущество ЭФ перед напорной флотацией состоит в следующем:

- высокая дисперсность газовых пузырьков, сопоставимая с дисперсностью извлекаемых загрязнителей, позволяет не только регулировать скорость процесса путём изменения насыщения жидкости пузырьками газа и одновременно извлекать примеси различного фазового дисперсного состава, но и обеспечить высокую скорость и экономичность процесса, упростить конструкцию аппарата;

- повышенная эффективность очистки за счёт образования окислителей в приэлектродной области позволяет получать химически чистые продукты (водород, атомарный кислород и т. д.);

- возможность раздельной обработки воды кислородом и водородом, экологичность процессов.

Электрохимические флотаторы выполняются одно-, двух- и многокамерными, с различной системой подключения электродов.

10.1.5. Технологии использования отработанных масел для изготовления смазок

Процесс получения канатной смазки СК-1. Канатная смазка предназначена для защиты от коррозии канатов в процессе

их изготовления и эксплуатации. Канатную смазку получают в результате смешения при нагревании минерального масла, которое соответствует марке И-40А (ГОСТ 20799-88), добавкой приведённых ниже углеводородов: петролатум (ТУ 3840166-90); церезин (ГОСТ 2488-79); битум (ГОСТ 6617-76); полиолефины низкомолекулярные (ТУ РБ37493248.002-29) [9; 18].

Процесс приготовления смазки ведётся в аппарате с механическим перемешивающим устройством с подачей в него подогретого до 50 °С масла и последующей добавкой твёрдых углеводородов (битума, церезина, воска). В последнюю очередь добавляют расплавленный петролатум, разогретый до 70 °С. Смесь прогревают в аппарате до температуры 115 °С и после охлаждения до температуры 90 °С разливают в бочки.

Технология изготовления кольцевой смазки СММ-1, -2, -3. Кольцевая смазка предназначена для снижения трения в узлах металлургического оборудования с системами централизованной подачи смазки. Она состоит из следующих исходных компонентов: стеариновой кислоты технической ($C_{17}H_{34}O_2$) (ГОСТ 6484-96); уксусной кислоты (CH_3COOH) (ГОСТ 19814-74); известково-масляной эмульсии; масла базового (отработанного типа И-40А) (ГОСТ 20799-88); жидкости ПСМ-200А (ОСТ 6-02-20-79) в пределах 0,01–0,05 % (в качестве противопенной технологической добавки, при необходимости); присадки ДФ-11 (ТУ 38 590 1254-90) и ПМС-200А (ОСТ 6-02-20-79); ионола (ТУ 177648-522-147-95) [27].

Процесс получения смазки протекает в аппарате, в который загружается $\frac{2}{3}$ необходимого по расчёту количества масла, затем расчётное количество стеариновой кислоты и включаются электрообогрев и мешалка. При достижении температуры в реакторе 75–80 °С загружаются расчётное количество уксусной кислоты и частями тонкой струйкой известково-масляная эмульсия при непрерывном перемешивании и поддержании температуры в пределах 80–85 °С. После загрузки основного количества (около 100 %) известково-масляной эмульсии температура в аппарате поднимается до 95–105 °С, и при таком режиме процесс продолжается примерно в течение 1 ч в зависимости от объёма загрузки.

При достижении оптимума производят медленный подъём температуры до 150–180 °С и в аппарат добавляют оставшееся количество масла при постоянном перемешивании смеси, температуру доводят до 225±25 °С. После окончания процесса смазка выдерживается при максимальной температуре в течение 0,5 ч. Затем её охлаждают до температуры не более 100 °С (лучше 50–60 °С) и гомогенизируют. В случае применения в составе смазки жидких присадок их следует вводить после охлаждения смазки до температуры не более 80 °С, перемешивая в течение 30–40 мин, с последующей гомогенизацией.

Технология приготовления эмульсола. Эмульсол получают в результате смешивания отработанного масла типа марки И-40А с концентратом «Квакерол 40З» производства фирмы «Квэкер Комикэл» (Голандия) при нагревании. Процесс приготовления эмульсола ведут в аппаратах с перемешивающим устройством при температуре 60 °С в течение 5 ч.

10.2. Обезвреживание отработанных масел, загрязнённых токсичными веществами

В промышленности для переработки отработанных масел чаще всего применяется термический и физико-химический методы. Основная характеристика приведённых методов и возможности их применения для обезвреживания масел, загрязнённых токсичными веществами, приведены далее [31; 40].

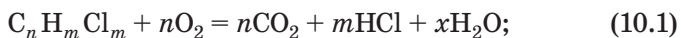
Термический метод, включающий процессы сжигания, газификации и пиролиза, проводится в печах различной конструкции при температуре 600–1 200 °С в зависимости от состава масел, назначения и качества получаемых продуктов. При сжигании отработанных масел образуются диоксид углерода, пары воды, оксиды азота и серы, аэрозоль, оксид углерода, бензпирен и диоксины. Зола, содержащая тяжёлые металлы, в зависимости от её состава периодически вывозится на полигоны для захоронения или используется в производстве цемента при отсутствии в ней токсичных веществ.

Сжиганием возможно и обезвреживать отработанные загрязнённые токсичными веществами масла, но при условии недо-

пущения выброса в атмосферу токсичных веществ. Так, например, таким методом производится переработка хлорсодержащего масла (совола и совтола), образующегося на предприятиях, применяющих энергетические трансформаторы с высоким напряжением. Такие масла по мере ухудшения их свойств выводятся из обращения, что требует применения их регенерации или обезвреживания.

Одним из методов утилизации таких масел является сжигание их в доменных печах на металлургических предприятиях ОАО «НЛМК» и «Северсталь» путём вдувания их совместно с кислородом и катализатором (щёлочью) в фурмы в количестве 1,0–1,5 л/мин.

В процессе горения отработанного хлорсодержащего масла при избытке кислорода и в присутствии катализатора протекают следующие реакции:



Новосибирский институт катализа СО РАН предлагает комплексную утилизацию масел, содержащих совтол, путём применения двухстадийного процесса: каталитического гидрогениза в автоклавах при температуре 100–200 °С и давлении водорода 30–40 атм. Получаемый в процессе продукт отмывается от хлорида натрия и регенерируется в присутствии катализатора (щёлочи) в печах псевдоожиженного слоя при низкой температуре. Ориентировочная стоимость такой установки производительностью 100 т/год составляет 7,1 млн р., а стоимость переработки 1 т хлорсодержащего масла — 65–70 тыс. р.

Метод газификации — широко используемый в металлургии при переработке некоксующихся углей, осуществляемый в вихревых реакторах или печах с «кипящим слоем» при температуре 600–1 100 °С в восстановительной атмосфере газифицирующего агента (воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода или их смесь). В результате реакции образуются синтез-газ (H₂, СО), туман из жидких смолистых веществ, бензпирен и диоксины. Для обезвреживания масел, загрязнённых токсическими

веществами, такой процесс не применяется в связи со сложностью обезвреживания бензпирена и диоксинов и высокими затратами по созданию установок для их обезвреживания.

Многие углеродсодержащие отходы экономично подвергать утилизации с получением необходимых в промышленности продуктов — топливных газов различных составов в зависимости от состава отходов и применяемых методов. В зависимости от агрегатного состояния, химического состава и токсичности рекомендуется применять приведённые далее процессы [3; 33].

Жидкофазное окисление. Такой процесс экономичнее применять для обезвреживания жидких токсичных отходов и осадков сточных вод. Процесс проводится окислением кислородом органических и элементоорганических примесей сточных вод при температуре 150–350 °С и при давлении 2–28 МПа. В процессе окисления образуются органические кислоты, в основном муравьиная и уксусная, или CO_2 , H_2O и N_2 . Такие процессы применять для окисления токсичных отходов неэкономично, кроме того, для этого процесса требуется дорогостоящее коррозионностойкое оборудование.

Гетерогенный процесс. Применяется три разновидности гетерогенных процессов: термokatалитическое окисление и восстановление, парофазовое каталитическое окисление. Термokatалитическое окисление проводится при температуре 250–400 °С для обработки веществ или отходов, содержащих CO , H_2 , углеводороды, NH_3 , фенолы, альдегиды, кетоны, канцерогенные и другие соединения, с образованием углекислого газа, воды и азота. Применяется также такой процесс для глубокого окисления токсичных продуктов при температуре 600–800 °С, не допускается окисление токсичных отходов, содержащих даже в небольшом количестве P , Pb , As , Hg , S .

Термокatalитическое восстановление для обезвреживания газообразных отходов, включающих в себя нитрозные газы, содержащие NO_x . Парофазное каталитическое окисление применяется для перевода органических примесей стоков в парогазовую фазу с последующим окислением их кислородом. Все эти процессы применяются только в комплексе в качестве отдельной стадии с другими методами.

Огневая переработка. Огневая переработка — это процесс высокотемпературного разложения и окисления токсичных отходов с образованием нетоксичных или малотоксичных дымовых газов, содержащих SO_x , P, N_2 , H_2SO_4 , HCl, соли щелочных и щёлочноземельных элементов, инертные газы. В зависимости от необходимости применяются различные режимы переработки отходов: сжигание отходов при температуре 1 200–1 300 °С; огневой окислительный или восстановительный метод и огневая регенерация — процесс извлечения из отходов реагентов. Таким методом можно перерабатывать и высокотоксичные отходы.

Пиролиз углеродсодержащих веществ. Под пиролизом понимают процесс термического разложения веществ без доступа кислорода, в результате чего образуется высококалорийный пиролизный газ, смолистые вещества и твёрдый остаток. Количество и состав образующихся при пиролизе продуктов зависит от состава перерабатываемых веществ, конструкции установки и температурного режима.

Процесс пиролиза используется в производстве активированного угля из древесины, который протекает при 600–800 °С в вакууме. При этом протекают реакции коксо- и смолообразования, разложения высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкую и газообразную фракции, а при наличии в отходах серы, то и образование сероводорода и меркаптанов.

Процесс пиролиза отходов нефтепродуктов активно исследовался с 1985 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), а в Германии — в Университете Тюрингии и научном секторе фирмы Alfa Laval (Франция). По технологии OFS, разработанной в Университете Тюрингии, осадки высушиваются при 100–120 °С, затем подвергаются пиролизу при 450 °С. В результате пиролиза образуется масляная фракция, близкая по составу к дизельному топливу. Процесс экологически безопасный и рентабельный. Однако все предлагаемые методы не решают вопроса по полному обезвреживанию получаемых газов и твёрдых отходов.

Пиролизные процессы в зависимости от состава сырья, условий и конструкции установок в промышленности применяют трёх видов:

1) низкотемпературный пиролиз, протекающий при температуре 450–550 °С и характеризующийся минимальным выходом газа, максимальным выходом смол (масел) и остатком;

2) среднетемпературный пиролиз, протекающий при температуре 800 °С и характеризующийся повышенным образованием газа и уменьшенным выделением смол и масел;

3) высокотемпературный пиролиз, протекающий при 900–1100 °С и характеризующийся максимальным образованием газа и низким выделением смолы и остатка.

Для пиролиза применяются в зависимости от назначения получаемых продуктов два вида технологических процессов:

1) процесс с получением минимального количества газа и максимального содержания смолистых веществ в реакторе (печи) при низкотемпературном разложении продуктов;

2) процесс с получением максимального количества газа и минимального количества смолистых веществ в газогенераторе (печи «кипящего слоя») при средне- и высокотемпературном разложении продуктов.

На практике также для переработки углеводородсодержащих отходов применяются термические методы с использованием различного вида оборудования.

10.3. Термические методы переработки углеводородсодержащих отходов

При обезвреживании углеводородсодержащих отходов сжиганием важной физико-химической характеристикой является теплотворная способность образующихся при их переработке газов, поэтому для выработки концепции обезвреживания углеводородсодержащих отходов необходимо предварительно определить тепловой эффект сжигания отходов при высокой температуре с учётом влажности и фазовых переходов. Положительный тепловой эффект реакции горения отходов может быть только при содержании в них углеводородов не менее

14 %, так как КПД печей сжигания не превышает 70–75 % и переработка отходов с более низким содержанием углеводов неэкономична [9; 54].

Для переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов применяются термические методы, особенно сжигание и пиролиз, самым распространённым из которых является процесс сжигания отходов в печах различной конструкции. Примером крупной такой установки по переработке жидких отходов является инсинератор производительностью 4 м³/ч, находящийся в штате Нью-Джерси (США). Сжигание жидких отходов осуществляется при температуре 1 000–1 200 °С в течение 2,5 с. Установка оборудована скруббером типа Вентури, охладительным скруббером и уловителем аэрозоля.

Для обезвреживания твёрдых промышленных и бытовых отходов используют также вращающиеся печи, в которых сжигаются отходы при температуре 850–1 650 °С. Негорючие отходы (зола, металлолом) после охлаждения водой выводятся в специальные контейнеры. Примером установки, уровень выбросов которой удовлетворяет современным европейским стандартам, является мусоросжигатель фирмы Duroc (Франция) производительностью 20 тыс. т/год. Низкий уровень вредных газовых выбросов достигается дополнительным введением каталитического блока дожига бензпиренов и диоксинов. Однако и при этом концентрация диоксинов превышает установленный в Европе норматив.

В России для сжигания жидких отходов используют барботажные установки «Вихрь» производительностью до 1 т/ч при температуре процесса 800–1 100 °С. Установки оснащены системой утилизации тепла и очистки дымовых газов от аэрозоля и тумана, состоящих из жидких нефтепродуктов и смол. Обезвреживание твёрдых промышленных и бытовых отходов производится также во вращающихся печах, в которых сжигаются отходы при температуре 850–1 650 °С [54].

Сжигание в псевдооживленном слое — это относительно новая технология обезвреживания активного ила и подобных ему отходов. Основными стадиями переработки отходов

являются удаление крупных частиц из отходов, обезвоживание их до 50 % влажности, измельчение отходов, сушка, сжигание, очистка отходящих газов. Камера сгорания представляет собой колонну с футеровкой, заполненную горячим песком или глинозёмом, процесс сжигания в которой проводится при температуре 760–810 °С (пирофлюидная технология). Ил или содержащий нефть отход вводится в печь потоком воздуха и при высыхании сгорает, передавая большую часть тепла песчаной насадке.

В Санкт-Петербурге для обезвреживания активного ила очистных сооружений «Водоканала» в 1997. г по лицензии фирмы Dorr-Oliver GmbH построена и пущена в эксплуатацию установка с псевдоожиженным слоем. Концентрация не сожжённых органических веществ в золе не превышает 2 %, производительность установки — 10–50 т/сут [54].

Газификационная технология обезвреживания отходов была заимствована из металлургической промышленности, в которой для получения горючих газов из бурого высокозольного угля широко используют газификацию в камерных, циклонных или надслоевых реакторах. Отличительная особенность газификации от сжигания состоит в том, что в реакторе газовая фаза имеет восстановительные свойства. Поэтому образование оксидов азота и серы термодинамически невыгодно, а вредных газовых выбросов у газификаторов значительно меньше, чем у печей сжигания. После газификатора синтез-газ направляется в каталитический блок синтеза метанола. Производительность каталитического блока метанола 120 тыс. т/год.

10.4. Применяемые процессы для переработки углеводородсодержащих токсичных отходов

Для обезвреживания токсичных отходов в зависимости от их агрегатного состояния, токсичности и химического состава рекомендуется применять следующие процессы: жидкофазное окисление, гетерогенный процесс, термокаталитическое восстановление, пиролиз, огневую переработку, плазменный метод [18].

В промышленности наиболее часто применяются два вида пиролиза: окислительный и сухой. Окислительный пиролиз — процесс термического разложения углеводородов при их частичном сжигании с непосредственным контакте с продуктами сгорания топлива. Сухой пиролиз — процесс термического разложения углеводородов без доступа кислорода. Применяется три режима пиролиза: низкотемпературный (при 450–550 °С), среднетемпературный (до 800 °С) и высокотемпературный (при 900–1 000 °С). В таком процессе образуется высококалорийный пиролизный газ, жидкий продукт и твёрдый углеродистый остаток.

Углеводородсодержащие отходы, особенно отработанные хлорсодержащие масла, в зависимости от их агрегатного состояния, токсичности и химического состава возможно экономично перерабатывать методом гидрирования [9; 18]. Так, например, Новосибирский институт катализа СО РАН предлагает утилизацию отработанных масел, содержащих хлор, путём применения двухстадийного процесса:

- упомянутую ранее стадию каталитического гидроинолиза в автоклаве при температуре 100–200 °С и давлении водорода 30–40 атм с применением в качестве катализатора металлического натрия последующим отделением продуктов и их регенерацию;
- стадию низкотемпературного беспламенного каталитического сжигания углеводородной смеси с пониженным содержанием хлора в псевдооживленном слое с добавкой специального катализатора.

Данные процессы обеспечивают снижение веса и габаритов аппаратуры; значительно снижают выбросы оксидов азота и углерода, диоксинов и канцерогенных углеводородов по сравнению с традиционным термическим обезвреживанием и т. д. На ОАО «НЛМК» и «Северсталь» организовано сжигание предварительно отработанного хлорированного масла — полихлорбифенилов в доменном процессе путём его вдувания в дому через фурму с добавкой катализатора и избытка кислорода [3].

Перспективным может также стать для внедрения проект установки для утилизации ТБО, разработанный ООО «НПФ

“Энергия”», методом термоудара, мощностью 50 тыс. т/год ТБО с получением пиролизного газа, технической воды и твёрдого углеродсодержащего остатка (патент РФ № 2105245; 1995).

Сущность предложенного процесса заключается в переработке органических веществ путём низкотемпературного пиролиза-термоудара, предварительно мгновенно нагретого со скоростью 103 °С в секунду вещества до границ его существования в конденсированной форме. В процессе пиролиза отходов при температуре (600–700 °С) образуется высококалорийный пиролизный газ и углеподобный остаток, пригодный для производства удобрений и для изготовления строительных материалов.

Разработанный проект имеет ряд положительных качеств. Однако проектом не решён главный вопрос — очистка пиролизного газа от токсичных галогенов. Очистка газа до 98,4 % и наличие галогенов и соляной кислоты даже в небольших количествах и углеводородов приводит к образованию высокотоксичных продуктов. Процесс окисления образующегося при пиролизе газа проводится кислородом на медном катализаторе при температуре 650 °С, давлении 1–1,5 атм в течение 10–15 мин. При этих условиях образуется, по мнению авторов, хлорид меди ($\text{Cu} + 2\text{Cl}^- = \text{CuCl}_2$), который переходит в твёрдый осадок. Однако хлорид меди при температуре выше 500 °С распадается ($\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl} + 1/2\text{Cl}_2$). Таким образом, в конце процесса на выходе газа (вне зоны действия катализатора) будут образовываться ионы хлора и при наличии СО и углеводородов — высокотоксичные соединения.

Хорошо растворимый в воде хлорид меди (при 100 °С его растворимость равна 53,7 г на 100 г воды [49; 64]), попадая в углеродистый осадок, резко повышает в нём содержание растворимой соли, что делает осадок непригодным для изготовления строительных материалов. Учитывая указанные недостатки, внедрять такой проект возможно только после полной очистки газов и осадка от токсичных веществ.

В Челябинской области спроектирован и опробован в опытно-промышленных условиях экономичный многоцелевой плавильный агрегат непрерывного действия «Магма», работающий на промышленном газе. По мнению авторов, предложенный

агрегат по сравнению с традиционно применяющимися агрегатами имеет следующие преимущества, позволяющие упростить и удешевить строительство мусоросжигательного завода по утилизации несортированного мусора и сделать его работу рентабельной:

1. Сжигание мусора производится в атмосфере кислорода на поверхности перегретого шлакового расплава при температуре 1 800–1 900 °С мощностью 300 тыс. т, что позволяет полностью сжечь образующиеся диоксины и фураны.

2. Теплом, снятым с корпуса плавильного агрегата, осуществляется сушка отходов до влажности 15 %, что увеличивает теплоту сгорания коммунальных отходов до 2 500 ккал/кг, улучшает процесс горения отходов, уменьшает количество отходящих газов, удешевляет строительство газоочистных сооружений.

3. Высокая температура в агрегате позволяет получать из минеральных компонентов коммунальных отходов перегретый шлак, по составу и свойствам пригодный для изготовления дополнительной товарной продукции — шлакового щебня, улучшающего технико-экономические показатели процесса сжигания мусора.

4. Конструкция агрегата позволяет возвращать в шлаковый расплав пыль, уловленную в газоочистке.

5. Образующийся при сжигании мусора газ предварительно охлаждается до температуры 170–200 °С, очищается от сернистого газа и кислот (HCl, H₂S, F и др.) известковым молоком и далее от тонкодисперсной пыли в рукавных фильтрах [25].

Однако такая технология переработки ТБО имеет следующие недостатки:

– отсутствие в шлаке токсичных веществ не подтверждено данными анализа;

– применение для очистки газа известкового молока от токсичных веществ не обеспечивает 100 %-й очистки газа от указанных примесей, а также в процессе очистки образующимся гипсом происходит забивка аппаратуры и коммуникаций;

– в процессе очистки газа образуется смесь гипса и бишофита; методы их разделения и применения не приводятся.

10.5. Особенности получения биогаза из бытовых отходов на полигонах

В настоящее время практически во всех странах для переработки природного сырья используется пирометаллургический метод не только с высокими энергетическими затратами, но и с образованием большого количества отходов. Большинство получаемых отходов не находит практического применения и накапливается на территориях предприятий и городов [32; 33]. Неудовлетворительно перерабатываются как промышленные, так и бытовые отходы в основном по причине низкой эффективности применяемых механических и физико-химических методов их утилизации. В связи с этим более перспективным могут быть биотехнологии особенно твёрдых органических отходов, в том числе и твёрдых бытовых.

Биотехнологии переработки твёрдых отходов не только позволяют получать биогаз и снизить энергетические затраты, но и в значительной мере уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду. Общим подходом к решению утилизации отходов с применением биотехнологий является анаэробная деструкция, которая представляет собой бескислородный ферментативный стадийный микробный процесс, осуществляемый в мезофильных (при температуре 30–33 °С) в условиях взаимодействия различных групп микроорганизмов с отходами [32; 51].

Процесс взаимодействия отходов с микроорганизмами протекает от 5 до 30 сут, в зависимости от состава сырья, влажности, скорости перемешивания. В большинстве случаев для биотехнологической переработки применяются отходы, содержащие 3–5 % твёрдых веществ, 75 % из которых составляют органические вещества. При сбраживании 50 % органических веществ превращаются в биогаз, на 65–70 % состоящий из метана, 25–29 % — углекислоты и небольшого количества водорода, сероводорода, аммиака.

Наиболее перспективным оборудованием для переработки отходов по указанной технологии могут быть газогенераторы различной конструкции [3; 31]. Получаемый газ может быть

использован в котельных, в качестве автомобильного топлива и т. д.

В США, Японии, Германии имеются сотни, а в Китае десятки тысяч ферментёров для получения электроэнергии индивидуального пользования в жилых кварталах. В нашей стране получению биогаза пока уделяется недостаточное внимание, первая установка по переработке отходов древесины построена в 2009 г. в Иркутской области. В организации БГИТА (Брянск) разработана установка сжигания отходов для многоцелевого использования: отопление сушильных агрегатов (камер для сушки пилопродукции, фруктов, зерна и др.), производственных помещений, индивидуальных домов и бань, теплиц и т. д. В качестве топлива используются все виды отходов деревообрабатывающих производств. Отличительной особенностью такой установки является небольшой расход топлива (от 5 кг/ч).

Установка может пристыковываться к любым типам сушильных агрегатов. Однако при строительстве новых камер реализуются варианты более экономичного процесса сушки. Утилизация отходов производства позволяет не только получать бесплатную тепловую энергию, но и обеспечивать чистоту на производственной территории, снижать экологическую напряжённость и пожароопасность.

Несколько иной механизм биодеструкции с получением биогаза применяется при переработке ТБО на полигонах. На первой стадии переработки ТБО преобладают аэробные микробные процессы совместно с физическими и химическими, что по существу представляет биокомпостирование. После окончания кислорода снижается температура ТБО, происходит развитие микроаэрофилов, факультативных анаэробов, участвующих в образовании метана. В тёплый период на полигонах наблюдается наиболее интенсивное метанообразование (от 3,1 до 371 л/кг ТБО в год). Снижение размера частиц ТБО до 10–20 мм повышает интенсивность метановыделения в 4 раза. Повышает метановыделение внесение в ТБО в качестве посевного биоматериала твёрдой фазы сточных вод станции аэрации, особенно после её анаэробной биодеструкции. При биодеструкции ТБО в выделяемом биогазе содержание метана составляет 50–60 %.

Биогаз, выделяемый на свалках, может быть уловлен при помощи вертикальных или горизонтальных перфорированных труб из полиэтилена. После удаления из газа конденсата и пыли его теплотворная способность составляет 17–20 МДж/м³, а при дальнейшей очистке достигает 34–37 МДж/м³ [90].

10.6. Перспективные методы переработки пришедших в негодность пестицидов

Свойства пестицидов и применяемые методы их обезвреживания. Одной из проблем, сопровождающих рост научно-технического прогресса в последнее столетие, является нарастающее загрязнение окружающей среды токсичными химическими соединениями, в том числе и пестицидами. Пестициды — это химические вещества, применяемые для борьбы с различными вредителями растений и насекомых [22; 33].

В зависимости от назначения пестициды подразделяются на следующие группы:

1) зооциды — средства для борьбы с вредителями животных (инсектициды для борьбы с насекомыми, родентициды — с грызунами, лаврициды — с личинками насекомых и т. д.);

2) фунгициды и фунгистатики — средства для борьбы с грибами и их спорами, бактериями и вирусами, т. е. средства борьбы с болезнями растений;

3) гербициды — средства для уничтожения сорняков;

4) регуляторы роста — средства, стимулирующие или задерживающие жизненные процессы в растениях (дефолианты, десиканты, дефлоранты);

5) аттрактанты — средства для привлечения насекомых;

6) репелленты — средства для отпугивания насекомых и антисептики — для предотвращения разрушения неметаллических покрытий микроорганизмами. Токсические свойства некоторых из устаревших пестицидов приведены в табл. 10.2 [22].

В 2001 г. Стокгольмской конвенцией к стойким органическим загрязняющим (СОЗ) были отнесены пестициды, приведённые в табл. 10.3 [90].

Таблица 10.2

Свойства и применение некоторых устаревших пестицидов

| Вещество | Растворимость, мг/л | Токсичность для пчёл, рыб | ПДК _{вр} , мг/л | Особые свойства | Применение |
|--|---------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Бромоксинил (бюктрилД) | 130,0 | Для рыб | 0,001 | – | Гербицид, пестицид |
| Бутиловый эфир, 2,4, буталон | Нерастворим | Для рыб | 0,5 | Эмбрионотоксичен | Гербицид |
| 2,4-Д, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота | 540,0 | Для пчёл и рыб | 0,002 | Вызывает лейкопению | Гербицид |
| Молинат (N, N-гексаметилен-S-этилтиокарбамат) | 880,0 | Высокотоксичен для рыб | 0,07 | Стоек в почве | Гербицид |
| Оксифлуорфен (4-нитро-3-этоксифлуорфен-4-трифторметил) | 0,1 | Для насекомых, рыб, птиц | 0,2–0,4 | Летучий | Инсектицид |
| Трифлуралин, 2,6-динитро-N, N-дипропил-4, трифторметиланилин | 1,0 | Высокотоксичен для пчёл и рыб | 0,02 | Легколетучий | Гербицид, пестицид |
| Полихлоркамфен (камфехлор, мелитокс, октафен) | 0,5–3,0 | Для пчёл и рыб | 0,002 | Мутаген | Инсектицид |

Таблица 10.3

Характеристики некоторых стойких хлорорганических соединений

| Обозначение и брутто-формула | T _{пл} , °C | Растворимость в воде, Моль/м ³ | Коэффициент распределения, lgK _{ow} | Летальная доза, LD50 | Коэффициент биоаккумуляции, lgB _{cf} |
|---|----------------------|---|--|----------------------|---|
| А-ГХЦГ C ₆ H ₆ Cl ₆ | 112,5 | 1,61 | 3,83 | 88–91 | 2,51 |
| Алдрин C ₁₂ H ₈ Cl ₆ | 104 | 3,26 | 5,66 | 67 | 3,12 |
| Диэлдрин C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O | 175–176 | 4,24 | 5,16 | 40–50 | 4,10 |
| N, nДДТ C ₁₄ H ₉ Cl ₅ | 107–109 | 5,25 | 5,97 | 113 | 4,47 |
| N, nДДЕ C ₁₄ H ₈ Cl ₄ | 88–89 | 4,60 | 5,69 | – | 4,71 |
| N, nДДД C ₁₄ H ₁₀ Cl ₄ | 112 | 4,81 | 6,02 | 113 | 4,81 |
| Хлордан C ₁₀ H ₆ Cl ₈ | 106–107 | 3,86 | 6,00 | 457–590 | 4,58 |
| Токсафен C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈ | 65–90 | 3,02 | 5,50 | 60 | 3,81 |
| ГХБ C ₆ Cl ₆ | 230 | 4,67 | 5,66 | 3 500 | 3,89 |
| ПХБ ₁₂₅ C ₁₂ H ₅ Cl ₅ | 10 | 4,43 | 6,68 | 1 295 | – |

В Челябинской области переработкой и обезвреживанием пришедших в негодность пестицидов не занимаются. В 2009 г. под контролем Управления Россельхознадзора по Челябинской области вывезены за пределы области и утилизированы путём размещения на специализированном полигоне 58,68 т пришедших в негодность пестицидов. Однако такое решение является не только убыточным, но и небезопасным. Результаты вывоза и обезвреживания пестицидов за 2004–2009 гг. приведены в табл 10.4 [62].

Таблица 10.4

**Вывезено и обезврежено бесхозяйных пестицидов
за 2004–2009 гг., т**

| | | | | | |
|------|------|-------|-------|------|-------|
| 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| 25,0 | 12,0 | 26,25 | 30,07 | 51,8 | 176,2 |

Стокгольмской конвенцией предусмотрены сокращение использования, прекращение производства и последующая полная ликвидация 12 токсичных, в основном хлорорганических СОЗ, а также направление ресурсов на ликвидацию существующих запасов СОЗ. Для выполнения такого решения международными организациями в сотрудничестве с ООН (ЮНИДО) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) от 01.05.2004 г. разработан глобальный Международный проект по ликвидации СОЗ (IPER), основное финансирование по проекту предоставлено Глобальным экологическим фондом (ГЭФ). Постановлением Правительства РФ от 18.05.2002 г. № 320 Российская Федерация ратифицировала Стокгольмскую конвенцию, что открыло перед нашей страной возможность получения финансирования в форме грантов ГЭФ для разработки и выполнения этого решения [90].

Перспективная технология переработки пришедших в негодность пестицидов. Для переработки промышленных хлорсодержащих отходов наиболее целесообразно применять средне- и высокотемпературный пиролиз. Основными агрегатами для пиролиза отходов являются газогенераторы (рис. 10.2–10.3) [31].

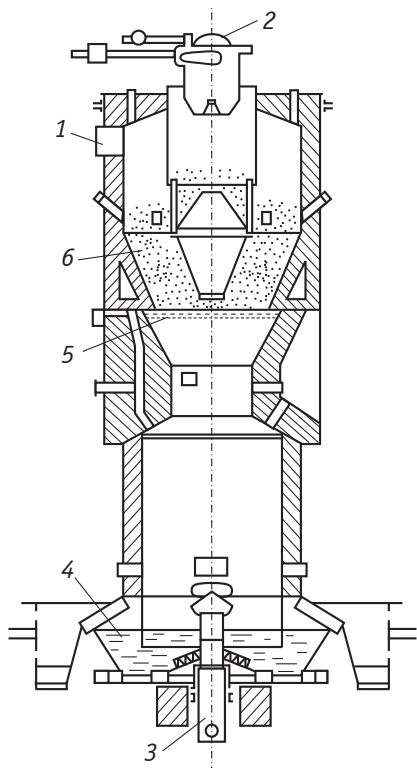


Рис. 10.2. Схема газогенератора:
 1 — отвод парогазовой смеси;
 2 — загрузочное устройство; 3 — труба для подачи воздуха;
 4 — чаша золоудаления;
 5 — дутьевые окна; 6 — шахта полукочкования; 7 — подача воды

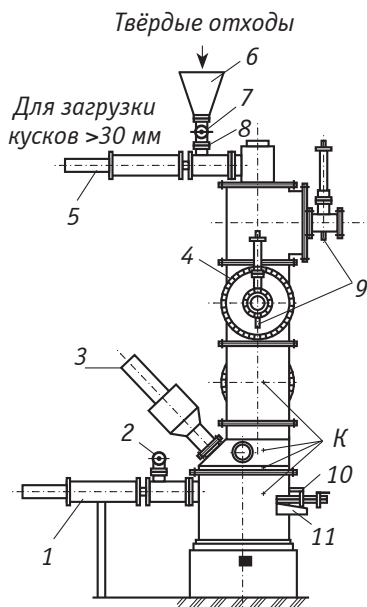
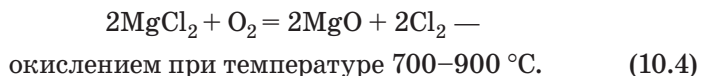
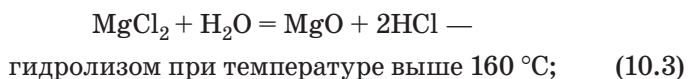


Рис. 10.3. Установка термического обезвреживания (пиролиз-газификация): 1, 5 — гидорцилиндры; 2 — загрузчик; 3 — плазмотрон; 4 — задвижка; 6 — бункер; 7 — питатель; 8 — взрывной клапан; 9 — подвод сжатого воздуха для охлаждения; 10 — запорные устройства; 11 — выпускной лоток; К — контрольные точки

Наиболее прогрессивными и высокопроизводительными из этих газогенераторов является установка с плазмотроном (рис. 10.3). Для обеспечения непрерывной подачи в загрузочное устройство газогенератора тонкодисперсных материалов производится предварительное измельчение грубодисперсных отходов до заданных размеров в дробилках, конструкции которых приведены ранее. Тонкодисперсные материалы подаются в газогенератор распылением инертным газом.

В большинстве случаев реакции при пиролизе являются необратимыми: продукты первичного распада немедленно вступают в новые реакции и не способны образовывать исходный продукт. Поэтому конечные результаты пиролиза в значительной мере определяются соотношением скоростей отдельных реакций, которые зависят не только от химической активности и термической стойкости исходных веществ, но и от температуры и давления процесса. Для охлаждения и очистки от токсичных веществ пиролизного газа применяются скрубберы приведённой ранее конструкции, а для накопления и временного хранения газа — типовой газгольдер.

Наиболее рационально применять для связывания выделяемого в процессе окисления или гидрирования пестицидов хлора реагенты, которые бы связали его в нерастворимое и неразлагаемое при таких условиях и охлаждении соединения. Таким реагентом может быть оксид магния. Образующийся в процессе обработки хлорид магния разлагается в зависимости от условий на оксид магния и соляную кислоту или хлор по приведённым реакциям [33; 43]:



В связи с этим необходимо не допускать образования в процессе разложения пестицидов при таких условиях хлора или соляной кислоты. При охлаждении высококонцентрированной суспензии в зависимости от температуры идёт образование кристаллогидратов приведённого ранее состава [90].

При охлаждении шестиводного хлорида магния до температуры 500 °С вначале образуется $\text{MgO} \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а затем при температуре выше 500–510 °С гидрооксихлорид магния разлагается на оксид магния и соляную кислоту. Учитывая такие условия преобразования соединений магния, процесс обезвреживания пришедших в негодность пестицидов в зависимости

от содержания хлора рекомендуется проводить методом гидрирования или пиролиза.

Переработка хлорсодержащих пестицидов с высоким содержанием хлора. Пришедшие в негодность пестициды с высоким содержанием хлора, как, например, гексахлорбензол, не горючи, и их обезвреживание наиболее экономично вести, предварительно подвергнув гидрогенизации. Гидрогенизация — это процесс, протекающий при температуре и давлении (300–600 °С, 10–30 МПа) под воздействием водорода и катализатора. На условия реакций гидрогенизации оказывает также существенное влияние энергия разрыва связей органического соединения, что подтверждается данными, приведёнными в табл. 10.5 [18].

Таблица 10.5

Энергия разрыва связи некоторых органических веществ

| Соединение | Формула с указанием связи | Энергия, кДж/моль | Соединение | Формула с указанием связи | Энергия, кДж/моль |
|------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------|--|-------------------|
| Метан | CH ₃ -H | 431 | Ароматические углеводороды | В кольце связь -C=C- | 610 |
| Водород | H-H | 435 | Ацетилен | -C≡C- | 820 |
| Кислоты | C-COON | 230 | Метилбензол | C ₆ H ₅ -CH ₃ | 381 |
| Этан | CH ₃ -CH ₃ | 360 | Фенол | C ₆ H ₅ -OH | 293 |
| Нафтыны | -C-C- | 310 | Сульфиды | -C-S- | 230 |

Устойчивость радикалов возрастает в следующем ряду:



Радикалы, стабилизированные за счёт сопряжения с ароматической связью, являются самыми устойчивыми и в то же время наименее реакционноспособными. Образовавшийся нестойкий радикал, обладая, напротив, наибольшей реакционной способностью, начинает цепь превращений, ведущих к образованию продуктов реакции [18].

В связи с этим переработку пестицидов с высоким содержанием хлора (например, лундина или гексахлорбензола) наиболее рационально проводить в зависимости от их состава гидрирова-

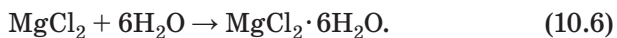
нием при температуре 300–400 °С и давлении 10–30 МПа, а выделяющийся в процессе хлор связывать в очистном аппарате 20–25 %-й магниальной суспензией (каустический магнезит или пыль, уловленная при прокаливании доломита при температуре 700–800 °С).

Для повышения эффективности и полноты очистки выделяющегося газа, содержащего хлор, применён опыт работы по «мгновенному охлаждению» горячего (нагретого до 800 °С) коксового газа, удаляемого из камер коксования в газосборнике, горячей аммиачной водой, нагретой до температуры 90–95 °С [84]. В результате контакта с газом аммиачная вода испаряется и от газа отнимается 637 кал/кг тепла. Газ охлаждается практически мгновенно до указанной выше температуры.

Учитывая этот опыт работы, предложен метод «мгновенного охлаждения» горячего, содержащего хлор газа из автоклава с температурой 400–500 °С, путём распыления в нём нагретой до 90–95 °С указанной магниальной суспензии и дальнейшей её циркуляции через газосборник и скруббер. При таких условиях повышается степень связывания соединений хлора в связи с увеличением его концентрации в газе, что значительно снижает затраты на очистку газа. При контакте суспензии с хлорсодержащим газом будет протекать следующая реакция [33; 63]:



При охлаждении газа в скруббере могут образовываться в зависимости от состава суспензии и условий кристаллогидраты различного состава. Суспензия циркулирует постоянно до повышения в ней содержания 45 %-й концентрации кристаллогидратов при недопущении кристаллизации (кристаллизация начинается при содержании примерно 46,79 % хлорида магния). После достижения указанной концентрации кристаллогидратов в суспензии обработку газа в скруббере проводят новой свежей суспензией из резервного отстойника, а выведенную из цикла суспензию подвергают обработке при температуре 105–110 °С в распылительной сушилке, в результате чего образуются кристаллогидраты бишофита. При обработке суспензии протекает реакция [33; 49]:



Получаемый в процессе бишофит высокого качества, что подтверждается приведёнными данными табл. 4.3 (гл. 4). В связи с тем что бишофит обладает вяжущим свойством, наиболее целесообразно его использовать для изготовления высокого качества магниезальных строительных изделий и материалов.

Обезвреживание хлорсодержащих пестицидов с низким содержанием хлора. При низком содержании хлора в пестицидах их переработку наиболее экономично вести методом пиролиза, а для связывания выделяющегося при указанном процессе хлора в прочные соединения применять также соединения магния (каустический магнезит или доломитовую пыль). Процесс пиролиза таких пестицидов в зависимости от их состава наиболее экономично вести в газогенераторе при температуре 700–800 °С. Наиболее важным вопросом в этом процессе является очистка образованного пиролизного газа от хлора.

Для повышения эффективности и полноты очистки пиролизного газа от низкопроцентных токсичных примесей применён выше описанный метод связывания хлора из пиролизного газа. Таким образом, предлагаемая технология переработки и обезвреживания пришедших в негодность пестицидов не только экономична, но её внедрение позволит значительно улучшить экологическую обстановку в регионе.

10.7. Перспективный комплексный процесс пиролиза углеродсодержащих отходов

10.7.1. Характеристика отходов, рекомендованных для пиролиза

Для пиролиза применяются следующие виды отходов: опилки, шлифовальная древесная пыль, сухой избыточный активный или очистных сооружений, лигнин химической переработки древесины, бумага и картон, отходный технический антрацен, угольная, коксовая и торфяная пыль, отработанная шихта графитации электродов, отходы полимерных, резинотехнических материалов. Основные технические показатели углеводород- и углеродсодержащих отходов приведены соответственно в табл. 10.6 и 10.7.

Таблица 10.6

Состав отходов древесины, избыточного ила, полимеров, резины, антрацена и лигнина

| Показатель | Опилки и шлифовальная пыль | Избыточный ил | Лигнин | Антрацен | Полимеры | Резина |
|---|----------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Углерод, % | 49,4–50,2 | 48,1–50,9 | 46–49 | 95–96 | 85–90 | 70–78,9 |
| Водород, % | 6,1–6,9 | 5,9–6,6 | 3,8–4,3 | 3,1–3,2 | 4,8–5,4 | 4,1–5,6 |
| Сера, % | 0,3–1,7 | 0,1–0,9 | 2,1–2,2 | – | – | 2,0–3,0 |
| Смола, % | 1,2–4,3 | – | 2,1–2,2 | – | 4,8–9,6 | – |
| Зола (наполнитель) | 0,9–3,1 | 5,9–10,4 | 12–17 | 0,7–1,8 | – | 15,0–21 |
| Вода, % | 1,8–2,7 | 2,2–3,0 | 2,0–3,2 | 0,3 | – | – |
| Кислород, % | 43,2–44,6 | 1,1–1,4 | 16–19 | – | – | – |
| Расход кислорода, кг/т | 24,7–30,3 | 63,1–65,5 | 72,2–77,5 | 126,7–128 | 113,3–120,0 | 96,0–109,2 |
| Теплотворная способность, ккал/кг | 4 510–5 831 | 4 510–6 030 | 4 567–5 639 | 8 625–8 709 | 8 325–8 910 | 6 400–7 992 |
| Выход газа из 1 т отхода, м ³ /т | 1 191–1 199 | 1 179–1 237 | 1 212–1 293 | 2 244–2 269 | 2 028–2 162 | 1 648,7–1 964,2 |

Расчёт теплотворной способности проводили по формуле: $Q = 81C + 300H - 26(O - S)$ ккал/кг. По приведённой зависимости произведён расчёт теплотворной способности рекомендуемых для пиролиза отходов с учётом проведения пиролиза кислородом.

Таблица 10.7

Характеристика отходов угольной, коксовой и торфяной пыли, отработанной шихты

| Показатель | Угольная пыль | Коксовая пыль | Торфяная пыль | Отработанная шихта | Отработанное масло |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Углерод, % | 80,0–91,0 | 90,0–96,5 | 51–63 | 45–65 | 76–79 |
| Водород, % | 3,0–5,5 | – | – | – | 8,6–11,2 |
| Зола, % | 5,0–13,5 | 4,5,0–10,0 | 1,3–3,5 | 35–50 | 0,2–0,6 |
| Лигнин, % | – | – | 27,0–28,0 | – | – |
| Расход кислорода, кг | 106–121,3 | 120–128,7 | 105,3–120 | 60–86,7 | 101,3–105,4 |
| Теплотворная способность, ккал/кг | 7 380–9 183 | 7 290–7 816 | 4 698–6 561 | 3 645–5 265 | 7 000–9 420 |
| Выход газа из 1 т отхода, м ³ /т | 1 895,3–2 221,4 | 2 097,1–2 248,4 | 1 407,4–1 708,9 | 1 048,5–1 514,5 | 2 024–2 153 |

10.7.2. Технологические схемы подготовки отходов к переработке пиролизом

Подготовка отходов для пиролиза. Для подготовки опилок, древесной шлифовальной пыли, лигнина, избыточного активного ила, углеродсодержащих отходов применяется технологическая схема, приведённая на рис. 10.4.

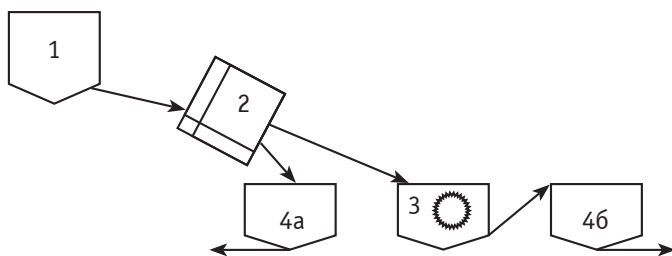


Рис. 10.4. Технологическая схема подготовки сырья (отходов) к пиролизу: 1 — бункеры отходов; 2 — вибрационный грохот; 3 — дезинтегратор; 4 — бункеры готового к переработке сырья

Для подготовки к пиролизу отходов бумаги, картона, полимерных материалов, резины, кожи применяется приведённая на рис. 10.5 схема.

Технологическая схема пиролиза отходов, очистки полученного газа от токсичных примесей и передачи газа потребителю приведена на рис. 10.6.

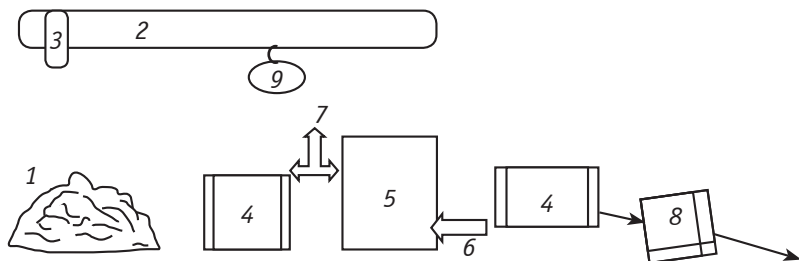


Рис. 10.5. Технологическая схема подготовки сырья (отходов полимеров, резины, кожи): 1 — отходы навалом на складе; 2 — монорельс; 3 — тельфер; 4 — контейнеры; 5 — камера для обработки отходов жидким азотом; 6 — патрубок подачи азота; 7 — патрубок отвода азота; 8 — грохот; 9 — магнит

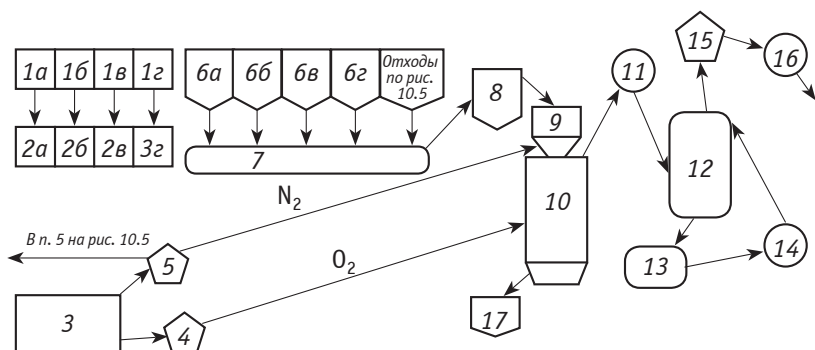


Рис. 10.6. Технологическая схема пиролиза отходов:

1 — приёмные бункеры отходов (1а — опилки, шлифовальная древесная пыль; 1б — избыточный ил, лигнин; 1в — углеродсодержащие отходы — угольная и коксовая пыль; 1г — антрацен, торфяная пыль); 2 — блоки подготовки отходов к пиролизу; 3 — кислородная станция; 4 — кислородный газгольдер; 5 — азотный газгольдер; 6 — бункеры готовых к пиролизу отходов; 7 — транспортёр; 8 — бункер смеси отходов; 9 — загрузочная камера; 10 — газогенератор; 11 — вакуумный насос; 12 — скруббер; 13 — отстойник суспензии; 14 — насос для перекачки суспензии; 15 — газгольдер пиролизного газа; 16 — газодувка; 17 — бункер золы

Технология подготовки к пиролизу измельчённого сырья (опилок, ИАИ, углеродной пыли). Указанные отходы из бункеров через питатель шнековым транспортёром подаются для сушки в барабанную сушилку, в которой сушатся при температуре 110–120 °С, после сушки они поступают на вибрационный грохот, где разделяются на два класса: фракция ниже сетки грохота размером до 6 мм поступает в контейнеры, из которых она разгружается при помощи крана в бункеры готовых для пиролиза отходов, а грубая фракция подаётся для дробления на дезинтегратор, после чего она поступает в такой же контейнер и далее — в бункеры готового для пиролиза отходов. На грохоте также производится отмагничивание отходов железом магнитной шайбой, которые передаются далее на склад металлолома.

Технология подготовки для пиролиза антрацена и отходов угля, кокса и торфа. Процесс подготовки указанных отходов проводится при следующих условиях. Антрацен из при-

ёмного бункера, а отходы угля, кокса и торфа по мере поступления из бункера подаются на грохот для классификации. Мелкая часть размером до 6 мм на грохоте отделяется и направляется в контейнер и далее краном в бункер готовых для пиролиза отходов (антрацен в бункер бв, а), а отходы угля, кокса, торфа — в бункер бг.

Крупные остатки угля, кокса, торфа с верхней части грохота направляются в дезинтегратор для измельчения, после которого они поступают в такой же контейнер и далее в бункер готового для пиролиза отхода.

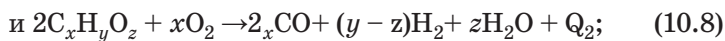
Подготовка к пиролизу отходов полимеров и резинотехнических материалов. Для измельчения отходов полимеров и резинотехнических изделий применён криогенный процесс, сущность которого заключается в том, что указанные отходы разрушаются в течение 25 мин при воздействии на них в устройствах барабанного типа жидкого азота при температуре $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$. В результате криогенного разрушения за один удар в крошку превращается до 75 % резины, содержащей (например, покрышки) 57 % частицы размером 1,25–20 мм, 24 % — 0,14–1,25 мм. Расход жидкого азота составляет 0,25–1,2 кг на 1 кг измельчённого материала. Процесс разрушения указанных отходов рекомендуется производить путём обработки их жидким азотом, получаемым на кислородной станции (рис. 10.6, 3), в специальной теплоизолированной камере. Время обработки жидким азотом зависит от толщины разрушаемого материала и составляет 20–30 мин. После обработки отхода (прекращение подачи азота) камера вскрывается, от измельчённого изделия на грохоте отделяется фракция до 6 мм, направляется в контейнер и далее в бункер готовых к пиролизу отходов, а грубая фракция поддается вторичной обработке жидким азотом.

Особенности пиролиза тонкоизмельчённых отходов. Процесс пиролиза отходов проводится при температуре 600–800 $^{\circ}\text{C}$ в газогенераторе «кипящего слоя», создаваемого подачей в топку газогенератора газодувкой кислорода, подогретого в теплообменнике горячим пиролизным газом до температуры 50–60 $^{\circ}\text{C}$. При запуске процесса разогрев и пуск газогенератора производится путём сжигания отработанного масла,

подаваемого в форсунку совместно с кислородом. При температуре 600 °С в газогенератор через загрузочную камеру подаются измельчённые отходы с распылением азота, нагнетаемого газодувкой. Кипящий слой создаётся путём поддержания в газогенераторе скорости образуемого оживающего агента пиролизного газа и кислорода 0,5–0,6 м/с и 95–100 %-м окислении отходов. Для поддержания постоянной калорийности пиролизного газа отходы дозируются в следующем соотношении: опилки и шлифованная пыль — 20 %, избыточный ил — 20 %, сухой лигнин — 10 %, антрацен — 10 %, отходы угля, кокса, торфа и шихты — по 5 %, полимеры и резина — по 10 %. С транспортёрной ленты они автоматически работающим скиповым подъёмником подаются в бункер смеси, из которого осевым транспортёром доставляются в загрузочную камеру газогенератора. Для обеспечения высокой скорости пиролиза каждой частицы подаваемые отходы при выходе из транспортёра в газогенераторе распыляются сжатым нагретым в теплообменнике отработанным (после криогенного процесса) азотом. Температура процесса и «кипящий слой» в газогенераторе поддерживаются автоматически количеством подаваемых отходов и кислорода, а также разряжением, создаваемым газодувкой горячего газа.

В газогенераторе протекает пиролиз каждого из подаваемых отходов в зависимости от их состава по приведённым реакциям:

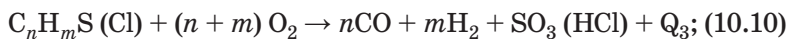
1) при пиролизе отходов отработанного масла, опилок, ила, лигнина, угольной и торфяной пыли [9; 18]:



2) при пиролизе отходов коксовой и антрацитовый пыли и отработанной шихты протекает реакция



3) при пиролизе отходов полимеров и резиновых изделий протекают реакции



4) при пиролизе антрацена протекает реакция



В связи с тем что для пиролиза отходов подаётся в газогенератор вместо воздуха кислород, не происходит практически разбавления пиролизного газа азотом. Это, а также высокая теплотворная способность некоторых отходов (полимеров, угольной и коксовой пыли, антрацена) значительно повышают калорийность получаемого газа, что подтверждается приведённым расчётом. Средний состав горючих компонентов смеси применяемых отходов в соответствии с принятым соотношением составляет: углерода — 62 % и водорода — 5,2 %. Теплотворная способность такого газа будет равна 5 742–6 936 ккал, в среднем 6 340 ккал/кг газа, а выход газа из 1 т отходов составит 1 352–1 592 м³, в среднем 1 472 м³ (теплотворная способность природного газа — 8 500 ккал/кг).

При пиролизе отходов образуются наряду с пиролизным газом твёрдый остаток (зола), который непрерывно выводится с нижней части регенератора шнековым транспортёром с водяным охлаждением, с подачей воды (конденсата) насосом. Охлаждённый отход (зола) собирается в бункере и используется как наполнитель в производстве строительных материалов. В зависимости от химического состава и расхода отходов при пиролизе образуется от 7,3 до 12,4 %, в среднем 9,85 % золы. Горячая вода используется для обогрева производственных помещений.

Очистка получаемого газа производится по технологии, описанной ранее в гл. 4 (4.14 или 4.15), в зависимости от состава выбросов.

Глава 11. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ¹

11.1. Эффективность применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Российской Федерации

11.1.1. Основные причины необходимости создания ВИЭ

Развитие научно-технического прогресса в мировой экономике привело к резкому росту расхода энергии во всех отраслях народного хозяйства, что потребовало поиска новых источников энергии. В современных условиях энергопотребление в большинстве стран мира обеспечивается благодаря невозобновляемым источникам энергии (НВИЭ) (уголь, нефть, газ), гидроэнергии и атомной энергии на основе тепловых нейтронов. Однако, по результатам многочисленных исследований, к 2020 г. органическое топливо, в связи с истощением его запасов, сможет удовлетворять мировое потребление энергии только частично [9; 55]. В связи с этим уже сейчас необходимо изыскивать и создавать новые источники энергии, в том числе и возобновляемые (ВИЭ).

ВИЭ — это возобновляемые источники энергии на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде различных потоков энергии, не являющихся следствием целенаправленной деятельности человека. Начиная с 1990-х гг. по инициативе ЮНЕСКО при поддержке государств-членов ООН и заинтересованных организаций проводятся мероприятия по использованию ВИЭ во многих странах мира, в том числе и в России. В настоящее время всё большее применение находят атомные энергетические станции

¹ В главе использованы результаты по применению ВЭИ в России в лекции В. А. Агеева «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

(АЭС), доля производства энергии которыми в России составляет около 13 %. Во многих странах мира начали применять геотермальные и гелиотермальные виды энергии, энергию приливов и отливов морей, энергию рек, ветра и т. д. [40; 42].

Для организации работ по разработке проектов и строительству новых ВИЭ Постановлением Правительства РФ № 1234-р от 28.08.2003 г. была утверждена Энергетическая стратегия России на период до 2020 г., а затем Распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.

Основными задачами, поставленными Правительством, является использование ВИЭ, стратегическими целями которого обозначены:

- сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов;
- снижение экологической нагрузки от топливно-энергетического комплекса;
- обеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним и сезонным завозом топлива и снижение расходов на дальнепривозное топливо.

Цели применения новых ВИЭ:

- обеспечение устойчивого тепло- и электроснабжения населения и производства в зонах децентрализованного энергоснабжения, в первую очередь в районах Крайнего Севера и на приравненных к ним территориях, объём завоза топлива в которых составляет около 7 млн т нефтепродуктов и свыше 23 млн т угля;
- организация гарантированного минимума энергоснабжения населения и производства в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений;
- снижение вредных выбросов от энергетических установок в городах и населённых пунктах со сложной экологической обстановкой, а также в местах массового отдыха населения [3; 8].

По имеющимся оценкам, технический потенциал ВИЭ России составляет порядка 4,6 млрд т условного топлива в год,

что превышает современный уровень энергопотребления страны, составляющий около 1,2 млрд т условного топлива в год. Экономический потенциал НВИЭ определён в 270 млн т условного топлива в год и постоянно возрастает, достигнув в настоящее время 25 % от годового внутрироссийского потребления.

Доля возобновляемой энергетики в производстве электроэнергии составила в 2002 г. около 0,5 % от общего производства, или 4,2 млрд кВт·ч, а объём замещения органического топлива — около 1 % от общего потребления первичной энергии, или около 10 млн т условного топлива в год [55].

Положительным фактором для развития ВИЭ в России является начавшееся создание законодательной базы. Начата разработка федеральных и отраслевых документов под контролем Федеральной гидрогенерирующей компании ОАО «ГидроОГК», созданной в декабре 2004 г. в процессе реформирования российской электроэнергетики.

11.1.2. Особенности условий для создания нетрадиционной энергетики России

Россия располагает большими потенциальными запасами геотермальной энергии в виде парогидротерм вулканических районов и энергетических термальных вод с температурой 60–200 °С в платформенных и предгорных районах. В 1967 г. на южной оконечности Камчатки была создана первая в стране Паужетская ГеоТЭС мощностью 5 МВт, доведённая впоследствии до мощности 11 МВт. Пробуренные в Паужетской геотермальной системе несколько десятков скважин в суммарном объёме производят пароводяную смесь в количестве, достаточном для расширения Паужетской ГеоТЭС до 25 МВт [3; 40].

Достаточно широко начали применяться также геотермальные и гелиотермальные источники энергии, использующие нагретую выше 100 °С воду, циркулирующую на глубине 2–3 км. В ряде районов Камчатки такие источники воды выходят на поверхность, что значительно упрощает их использование. Технологические процессы получения тепловой и электрической энергии из таких источников хорошо разработаны, их себесто-

имость в 2–2,5 раза ниже тепловой энергии, получаемой в котельных [17; 40].

Глубинное тепло можно использовать для выработки электроэнергии, отопления, горячего водоснабжения жилых и промышленных зданий, разнообразных технологических нужд, а также его можно применять для всех видов энергообеспечения, практически в качестве рабочего тепла в энергетических установках. Чаще всего используют термальные воды неглубокого залегания с температурой 50–100 °С. В северных широтах подземные термальные воды используют для отопления жилищ, для лечебных целей, обогрева теплиц и т. д.

Потенциальные ресурсы естественных геотермальных источников на территории России эквивалентны 100 млн т условного топлива в год. Наиболее крупные источники тепловой энергии находятся на Камчатке, Сахалине, Курильских островах, потенциал которых составляет 2 тыс. МВт.

В ОАО «Калужский турбинный завод» производятся конденсационные блок-модульные ГеоТЭС мощностью 4 и 20 МВт. Три таких блока «Туман-4К» по 4 МВт смонтированы на Верхне-Мутновской ГеоТЭС на Камчатке. В качестве теплоносителя используется пар Мутновского месторождения давлением 0,8 МПа. Строительство Верхне-Мутновской ГеоТЭС было начато в 1995 г. и завершено в 1999 г. В настоящее время мощность введенной в эксплуатацию ГеоТЭС составляет 12 МВт. На Мутновской ГеоТЭС, проектная мощность которой составляет 80 МВт, будут установлены 4 энергомодуля «Камчатка-20» мощностью по 20 МВт. Строительство ГеоТЭС начато в 1992 г. на двух площадках, на каждой из которых располагается главный корпус с двумя энергоблоками [3; 40].

В 1989 г. на Северном Кавказе была создана опытная Ставропольская ГеоТЭС с использованием двухконтурных энергоустановок. В качестве теплоносителя применяется термальная вода с температурой 165 °С, добываемая с глубины 4,2 км. Кроме указанных геотермальных теплоэлектростанций разработан проект и выполнено технико-экономическое обоснование Океанской ГеоТЭС на о. Итуруп (Сахалинская область) суммарной мощностью 1-й и 2-й очередей 30 МВт. Находит-

ся в эксплуатации Курильская ГеоТЭС мощностью 0,5 МВт.

Месторождения парогидротерм имеются в России только на Камчатке и Курилах, поэтому геотермальная энергетика не может играть значительную роль в масштабах страны в целом. Но для указанных районов, энергоснабжение которых целиком зависит от привозного топлива, геотермальная энергетика способна радикально решить проблему энергообеспечения.

В СССР были широко распространены малые ГЭС, которые затем были законсервированы или списаны. Сейчас есть предпосылки возврата к малым ГЭС на новой основе, за счёт производства современных гидроагрегатов мощностью от 10 до 5860 кВт. В настоящее время действуют около 50 микро-ГЭС мощностью от 1,5 до 50 кВт, в том числе каскад ГЭС на р. Толмачёва мощностью трёх очередей около 45 МВт.

Значительное распространение в мире получили различные ветроустановки. Многие страны, в том числе США, Нидерланды, Бельгия, широко применяют и в настоящее время ветроустановки для выработки электроэнергии. Использование только 200-метрового слоя воздуха с размещением в нём ветроэнергетических установок (ВЭУ) общей мощностью 3–5 млрд кВт позволит выработать 10 трлн кВт·ч электроэнергии, что в 5 раз больше энергетического потенциала страны [55].

Особенно перспективны ВЭУ, располагаемые на высоте 6–8 км, на островах и полуостровах различных материков. В области ветроэнергетики созданы образцы отечественных ВЭУ мощностью 250 и 1 000 кВт, находящиеся в опытной эксплуатации. Недалеко от г. Элисты планируется строительство крупной Калмыцкой ВЭС, проектная мощность которой составляет 23 МВт. Первая очередь была построена на базе ВЭУ «Радуга-1» мощностью 1,0 МВт и с июля 1995 г. подключена к энергосистеме Калмыкии.

В Ростовской области в составе «Ростовэнерго» работает ВЭС, известная как ВЭС-300. В её составе 10 ВЭУ мощностью 30 кВт каждая. ВЭУ предоставила немецкая компания HSW в рамках проекта «Эльдорадо Винд».

Заполярная ВЭС мощностью 1,5 МВт (г. Воркута) успешно эксплуатируются с 1993 г. Она построена на базе шести устано-

вок АВЭ-250 российско-украинского производства мощностью 200–250 кВт каждая [3; 40].

В июле 2002 г. при поддержке датской компании Seas Energi Service A. S. состоялось открытие крупной ВЭС возле посёлка Куликово Калининградской области. Куликовская ВЭС состоит из 21 ВЭУ датского производства мощностью 225 кВт каждая, суммарная мощность составляет 5,1 МВт. В дальнейшем планируется создание в Калининградской области первой коммерческой ветроэлектрической станции морского базирования мощностью 50 МВт.

Ветропарк будет построен в 500 м от берега на шельфе Балтийского моря. Подготовлено технико-экономическое обоснование Приморской ветровой электростанции общей мощностью 30 МВт. В качестве основного технологического оборудования приняты комплексные автоматизированные ВЭУ фирмы «Радуга» единичной мощностью 250 и 1 000 кВт, поставляемые заводом укрупнёнными блоками максимальной заводской готовности. ВЭС будет размещаться на мысе Лукина, где планируется установить 80 ВЭУ мощностью 250 кВт, и на мысе Поворотном — 10 ВЭУ мощностью 1,0 МВт. Кроме перечисленных ВЭС в эксплуатации находятся до 1 500 ветроустановок различной мощности (от 0,08 до 30 кВт).

Экономичным является также применение в энергетике биотехнологий. Биоэнергетика основана на получении биомассы путём биосинтеза с последующим использованием её в качестве топлива.

Как известно, основным источником всех процессов на Земле является солнечная энергия, поступающая на поверхность планеты со средней плотностью $1,36 \text{ кВт/м}^2$, которая используется только на 0,01 %. Основной причиной низкого использования солнечной энергии являются сложности в создании эффективных локальных установок, представляющих собой плоский солнечный коллектор. Не менее важной причиной неудовлетворительного применения солнечной энергии является высокая рассеянность энергии и необходимость сооружений колоссальных по площади и расходу конструкционного материала фокусирующих отражателей.

Солнечную энергию возможно также преобразовать в электрическую с помощью фотоэлектрических преобразователей, из которых комплектуются солнечные батареи. В качестве элементов прямого преобразования солнечной энергии в электрическую применяются фотоэлементы на основе кремния и арсенида галлия. Однако КПД таких элементов составляет только 13–15 %, что неэкономично в промышленных условиях.

В 1980-е гг. в Крыму была построена первая экспериментальная солнечная электростанция СЭС-5 мощностью 5 МВт с термодинамическим циклом преобразования энергии, а также экспериментальный комплекс сооружений с солнечным тепло- и хладоснабжением. В 1960–1970-е гг. появились также фотоэлектрические установки автономного электроснабжения. К концу 1980-х гг. в СССР в эксплуатации находились солнечные установки горячего водоснабжения с общей площадью около 150 тыс. м², а производство солнечных коллекторов доходило до 80 тыс. м² в год.

Морская энергетика основана на энергии волн, образующихся на поверхности морских течений и приливов, а также разности температур и солёности воды в разных слоях моря. В связи с этим соответственно существуют и разновидности морской энергии. Наиболее часто применяются установки, работающие с использованием волн. Волновая мощность Мирового океана составляет 2,7 млрд кВт, что могло бы покрыть около 30 % потребности в мире энергии. Мощность установок США и Японии составляет около 40 кВт на метр волнового фронта. В районе Гебридских островов в Великобритании мощность фронта волны достигает 80 кВт/м. Опыт работы волновых энергетических станций показывает, что наиболее благоприятное влияние на окружающую среду оказывают установки, размещаемые вблизи берегов, где происходит интенсивное формирование прибрежной полосы. Однако для волновых процессов характерно относительное непостоянство в пространстве и времени.

Наиболее перспективным направлением морской энергетики является создание гидроэлектростанций, использующих энергию океанических течений (Гольфстрима, Куроисио и т. д.),

преобразование энергии на которых происходит в зависимости от принципа действия насосов (водяные или объёмные). Приливная энергетика во многом зависит от взаимодействия Земли с Луной и Солнцем. Практическое использование энергии приливов в нашей стране началось с постройки опытной Кислогубской ПЭС в устье р. Ура в 60 км западнее Мурманска, где высота приливов достигает 1,1–3,9 м. В экологическом отношении приливные станции — наиболее чистые источники энергии.

В 1968 г. в Кислой губе на побережье Баренцева моря появилась экспериментальная Кислогубская ПЭС мощностью 0,4 МВт, на строительстве которой был впервые использован отечественный прогрессивный метод наплавного строительства плотины. На ПЭС был установлен один обратимый капсульный агрегат французской фирмы «Нейрпик». Кислогубская ПЭС является научной базой ОАО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений». В последние годы станция не эксплуатировалась, но июне 2003 г. руководством Мурманской области и РАО «ЕЭС России» принято совместное решение о её восстановлении. Гидроагрегаты для восстановления станции и увеличения её мощности заказаны на предприятии «Звёздочка» (г. Северодвинск Архангельской области).

В качестве перспектив развития приливной энергетики в России следует отметить проекты Мезенской ПЭС на Белом море (19 200 МВт), Тугурской ПЭС на Охотском море (7 980 МВт). Колоссальные мощности проектируемых ПЭС, обусловленные природным положением, требуют большого числа (по несколько сотен) гидроагрегатов на каждой станции, длительные сроки строительства, огромные капиталовложения как непосредственно в строительство ПЭС, так и в мероприятия по их адаптации в рамках энергосистемы). Всё это делает создание этих ПЭС предметом отдалённого будущего.

Одним из важных направлений создания возобновляемых источников энергии является производство водорода. Создание водородной энергетики в значительной степени зависит от затрат на получение и транспортировку водорода. Теплотворная способность водорода как перспективного энергоносителя

в 3 раза выше, чем углеводородного топлива. Он является экологически более чистым, чем природное топливо, так как не содержит токсичных веществ (серы, тяжёлых металлов). По прогнозам специалистов, потребление водорода к 2020 г. возрастёт в 12–17 раз, в том числе и как топливо транспорта и промышленных агрегатов и отопления зданий и сооружений. Многие энергетики считают, что водород — топливо будущего.

Особенно важным является создание нетрадиционных видов энергии в регионах, мало- или не обеспеченных природными ресурсами нефти, газа, угля, торфа. К таким регионам и относится Челябинская область, в которой отсутствуют месторождения указанных видов энергетического сырья. Бурный рост энергоёмких видов производств, особенно чёрной и цветной металлургии, требует приступить к разработке технологий и созданию возобновляемых видов энергоресурсов. С учётом природно-климатических условий Челябинской области наиболее рационально развивать установки по использованию энергии солнца, ветра, водорода и биоэнергетики.

11.2. Особенности преобразования солнечной энергии и конструкций установок для её производства

11.2.1. Интенсивность солнечного излучения и фотоэлектрические свойства p-n-перехода

Источником энергии солнечного излучения служит термоядерная реакция на Солнце, основная часть которой испускается в виде электромагнитного излучения в диапазоне длин волн $\lambda = 0,2\text{--}3$ мкм. При прохождении через атмосферу солнечный свет ослабляется, в основном за счёт поглощения инфракрасного излучения парами воды, ультрафиолетового излучения — озоном и рассеяния излучения молекулами газов и находящимися в воздухе частицами пыли и аэрозолей [14].

При нулевой воздушной атмосферной массе у её верхней границы интенсивность излучения равна $E_C = 1\ 360$ Вт/м². Величина A_M соответствует прохождению солнечного излучения через безоблачную атмосферу до уровня моря при расположении Солнца в зените. Граничная длина волны, начиная с которой

фотоны будут поглощаться в материале солнечного элемента с шириной запрещённой зоны, различна по ширине для разных материалов и равна E_g :

$$\lambda_r = 1,24 / E_g. \quad (11.1)$$

Так, например, в солнечном фотоэлементе, изготавливаемом на основе пластины из полупроводникового кремния, создаются области с p - и n -типами проводимости путём изменения типа введённых в полупроводник примесей. Так, например, атомы III группы Периодической системы Д. И. Менделеева, введённые в кристаллическую решётку кремния, придают последнему дырочную (положительную) проводимость, а примеси V группы — электронную (отрицательную).

Контакт p - или n -полупроводников (нижний (сплошной) и верхний (гребенчатой структуры)) приводит к образованию между ними контактного электрического поля. При соединении в одном монокристалле полупроводников p - и n -типа возникает диффузионный поток электронов из полупроводника n -типа в полупроводник p -типа и, наоборот, поток дырок из p - в n -полупроводник. В результате такого процесса прилегающая к p - n -переходу часть полупроводника p -типа будет заряжаться отрицательно, а прилегающая часть полупроводника n -типа, наоборот, приобретёт положительный заряд [5].

Таким образом, вблизи p - n -перехода образуется двойной заряженный слой, который противодействует процессу диффузии электронов и дырок. Действительно, диффузия стремится создать поток электронов из n -области в p -область и наоборот — вернуть электроны в n -область. Аналогичным образом поле в p - n -переходе противодействует диффузии дырок из p - в n -область. В результате устанавливается равновесное состояние: в области p - n -перехода возникает потенциальный барьер, для преодоления которого электроны из n -полупроводника и дырки из p -полупроводника должны затратить определённую энергию.

Для разделения носителей тока и появления фотоэлектродвижущей силы (фотоЭДС) должна существовать дополнительная

сила. Наиболее эффективное разделение неравновесных носителей имеет место именно в области p - n -перехода.

Приведённые вблизи p - n -перехода «неосновные» носители (дырки в n -полупроводнике и электроны в p -полупроводнике) диффундируют p - n -переходу, подхватываются полем p - n -перехода и выбрасываются в полупроводник, в котором они становятся основными носителями: электроны будут локализоваться в полупроводнике n -типа, а дырки — в полупроводнике p -типа. В результате полупроводник p -типа получает избыточный положительный заряд, а полупроводник n -типа — отрицательный. Между n - и p -областями фотоэлемента возникает разность потенциалов — фотоЭДС, или напряжение в режиме холостого хода. Полярность фотоЭДС соответствует «прямому» смещению p - n -перехода, которое понижает высоту потенциального барьера и способствует инжекции дырок из p -области в n -область и электронов из n -области в p -область. В результате действия этих двух противоположных механизмов — накопления носителей тока под действием света и их оттока из-за понижения высоты потенциального барьера разной интенсивности света устанавливается разная величина фотоЭДС.

При этом величина фотоЭДС в широком диапазоне освещённостей растёт пропорционально логарифму интенсивности света, при коротком замыкании освещённого p - n -перехода в электрической цепи потечёт ток, пропорциональный по величине интенсивности освещения и количеству генерированных светом электронно-дырочных пар. При включении в электрическую цепь полезной нагрузки величина тока в цепи несколько уменьшится. Обычно электрическое сопротивление полезной нагрузки в цепи солнечного элемента выбирают таким, чтобы получить максимальную отдаваемую этой нагрузке электрическую мощность.

11.2.2. Конструкции и материалы солнечных элементов

Создание конструкций солнечных элементов технологически трудоёмко и затратно, в связи с этим необходимо для их изготовления применять недорогие материалы, как, например, сплавы на основе аморфного кремния (a -Si : H), арсенида галлия и поликристаллических полупроводников [12].

Аморфный кремний является более дешёвым материалом, чем монокристаллический, так как оптическое поглощение аморфного кремния в 20 раз выше, чем кристаллического. Поэтому для значительного поглощения видимого света достаточно плёнки a-Si : H толщиной 0,5–1 мкм вместо дорогостоящих кремневых 300-микрометровых подложек. Кроме того, для получения солнечных электродов (СЭ) не нужно большой площади и операций резки, шлифовки и полировки, необходимых в случае применения монокристаллического кремния. По сравнению с поликристаллическими кремниевыми элементами изделия на основе a-Si : H изготавливают при более низких температурах (300 °С), применяя дешёвые стеклянные подложки, что сокращает расход кремния в 20 раз.

Пока максимальный КПД экспериментальных элементов на основе a-Si : H (12 %) несколько ниже КПД кристаллических кремневых СЭ (~15 %), однако не исключено, что с развитием технологии КПД элементов на основе a-Si : H достигнет теоретического потолка — 16 %.

Арсенид галлия — один из наиболее перспективных материалов для создания высокоэффективных солнечных батарей, что объясняется его особенностями:

- почти идеальная для однопереходных СЭ ширина запрещённой зоны, равная 1,43 эВ;
- повышенная способность к поглощению солнечного излучения: требуется слой толщиной всего в несколько микронов;
- высокая радиационная стойкость совместно с высокой эффективностью делают этот материал чрезвычайно привлекательным для использования в космических аппаратах;
- относительно низкая чувствительность к нагреву батарей на основе GaAs;
- алюминий, мышьяк, фосфор или индий в сплаве арсенида галлия дополнительно повышают его качество.

Главное достоинство арсенида галлия и сплавов на его основе — широкий диапазон возможностей для дизайна СЭ. Фотоэлемент на основе GaAs может состоять из нескольких слоёв различного состава, что позволяет разработчику с большой точностью управлять генерацией носителей заряда. Типичный

солнечный элемент на основе GaAs состоит из очень тонкого слоя AlGaAs. Основной недостаток арсенида галлия — высокая стоимость. Для удешевления производства предлагается формировать СЭ на более дешёвых подложках; выращивать слои GaAs на удаляемых подложках или подложках многократного использования.

Поликристаллические тонкие плёнки также весьма перспективны для солнечной энергетики. Чрезвычайно высокая способность к поглощению солнечного излучения у диселенида меди и индия (CuInSe_2) — 99 % света поглощаются в первом микроне этого материала (ширина запрещённой зоны — 1,0 эВ) [4; 17]. Наиболее распространённым материалом для изготовления окна солнечной батареи на основе CuInSe_2 является CdS. Иногда для улучшения прозрачности окна в сульфид кадмия добавляют цинк. Немного галлия в слое CuInSe_2 увеличивает ширину запрещённой зоны, что приводит к росту напряжения холостого хода и, следовательно, повышению эффективности устройства. Один из основных способов получения CuInSe_2 — электрохимическое осаждение из растворов CuSO_4 , $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$ и SeO_2 в деионизованной воде при соотношении компонентов Cu : In : Se как 1 : 5 : 3 и $\text{pH} > 1,2 - 2,0$.

Теллурид кадмия (CdTe) — ещё один перспективный материал для солнцезенергетики. У него почти идеальная ширина запрещённой зоны (1,44 эВ) и очень высокая способность к поглощению излучения. Плёнки CdTe достаточно дешёвы в изготовлении. Кроме того, технологически несложно получать разнообразные сплавы CdTe с Zn, Hg и другими элементами для создания слоёв с заданными свойствами.

Подобно CuInSe_2 наилучшие элементы на основе CdTe включают гетеропереход с CdS в качестве оконного слоя. Оксид олова используется как прозрачный контакт и просветляющее покрытие. Серьёзная проблема на пути применения CdTe — высокое сопротивление слоя $p\text{-CdTe}$, что приводит к большим внутренним потерям. Но она решена в $p\text{-i-n}$ -структуре с гетеропереходом CdTe/ZnTe. Плёнки CdTe обладают высокой подвижностью носителей заряда, а солнечные элементы на их основе — высокими значениями КПД, от 10 до 16 %.

Среди солнечных элементов особое место занимают батареи, использующие *органические материалы*. Коэффициент полезного действия солнечных элементов на основе диоксида титана, покрытого органическим красителем, весьма высок — около 11 %. Основа солнечных элементов данного типа — широкозонный полупроводник, обычно TiO_2 , покрытый монослоем органического красителя. Принцип работы элемента основан на фотовозбуждении красителя и быстрой инжекции электрона в зону проводимости TiO_2 . При этом молекула красителя окисляется, через элемент идёт электрический ток и на платиновом электроде происходит восстановление трииодида до иодида. Затем иодид проходит через электролит к фотоэлектроду, где восстанавливает окисленный краситель.

11.2.3. Классификация и основные элементы гелиосистем

Системам солнечного теплоснабжения характерна тепловая энергия. По способу использования солнечной радиации системы солнечного низкотемпературного отопления подразделяют на пассивные и активные. Пассивными являются системы солнечного отопления, в которых в качестве элемента, воспринимающего солнечную радиацию и преобразующего её в теплоту, служат само здание или его отдельные ограждения — здание-коллектор, стена-коллектор, кровля-коллектор и т. п. (рис. 11.1) [10].

Активными называются системы солнечного низкотемпературного отопления, в которых гелиоприёмник является самостоятельным отдельным устройством, не относящимся к зданию. Активные гелиосистемы подразделяются:

- по назначению (системы горячего водоснабжения, отопления, комбинированные системы для целей теплохолодоснабжения);
- по виду используемого теплоносителя (жидкостные — вода, антифриз и воздушные);
- по продолжительности работы (круглогодичные, сезонные);
- по техническому решению схем (одно-, двух-, многоконтурные).

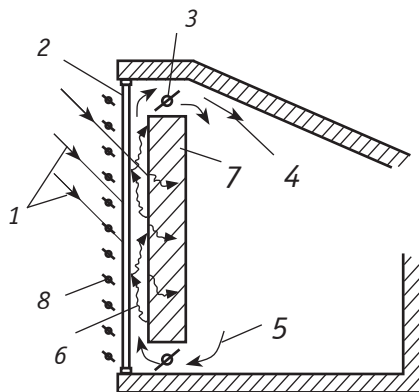


Рис. 11.1. Пассивная низкотемпературная система солнечного отопления «стена-коллектор»: 1 — солнечные лучи; 2 — лучепрозрачный экран; 3 — воздушная заслонка; 4 — нагретый воздух; 5 — охлаждённый воздух; 6 — собственное волновое тепловое излучение массива стены; 7 — чёрная лучевоспринимающая поверхность стены; 8 — жалюзи

Простейшая конструкция активного гелиоприёмника приведена на рис. 11.2.

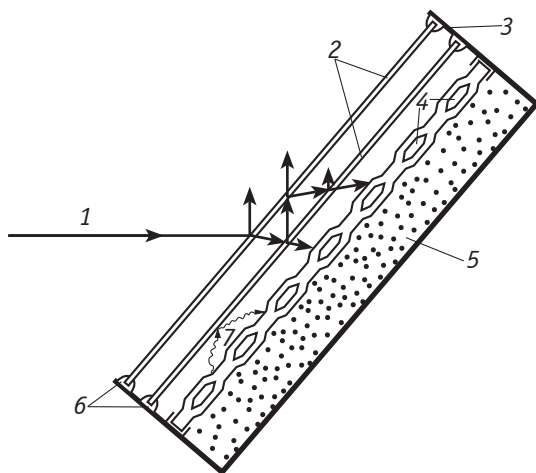


Рис. 11.2. Концентрирующий гелиоприёмник: 1 — солнечные лучи; 2 — тепловоспринимающий элемент (солнечный коллектор); 3 — зеркало; 4 — механизм привода системы слежения; 5 — трубопроводы, подводящие и отводящие теплоноситель

В активных системах широко распространённым незамерзающим во всём диапазоне рабочих параметров теплоносителем является воздух. При применении его в качестве теплоносителя возможно совмещение систем отопления с системой вентиляции. Однако воздух — малотеплоёмкий теплоноситель, что ведёт к увеличению расхода металла на устройство систем такого отопления по сравнению с водяными системами.

Вода является теплоёмким и широкодоступным теплоносителем. Однако при температурах ниже 0 °С в неё необходимо добавлять незамерзающие жидкости. Кроме того, нужно учитывать, что вода, насыщенная кислородом, вызывает коррозию трубопроводов и аппаратов. Но расход металла в водяных геосистемах значительно ниже, что в большой степени способствует более широкому их применению.

Сезонные геосистемы горячего водоснабжения обычно одноконтурные и функционируют в летние и переходные месяцы, в периоды с положительной температурой наружного воздуха. Они могут иметь дополнительный источник теплоты или обходиться без него в зависимости от назначения обслуживаемого объекта и условий эксплуатации. Геосистемы отопления зданий обычно двухконтурные или, чаще, многоконтурные, причём для разных контуров могут быть применены различные теплоносители (например, в геоконтуре — водные растворы незамерзающих жидкостей).

Комбинированные геосистемы круглогодичного действия для целей теплоснабжения зданий, как правило, многоконтурные и включают дополнительный источник теплоты в виде традиционного теплогенератора, работающего на органическом топливе, или трансформатора теплоты. Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения включает в себя три контура циркуляции:

- первый состоит из солнечных коллекторов, циркуляционного насоса и жидкостного теплообменника;
- второй состоит из бака-аккумулятора, циркуляционного насоса и теплообменника;
- третий контур состоит из бака-аккумулятора, циркуляционного насоса, водовоздушного теплообменника (калорифера).

Функционирует система солнечного теплоснабжения следующим образом. Теплоноситель (антифриз) теплоприёмного контура, нагреваясь в солнечных коллекторах, поступает в теплообменник, где теплота антифриза передаётся воде, циркулирующей в межтрубном пространстве теплообменника под действием насоса второго контура. Нагретая вода поступает в бак-аккумулятор, из которого она забирается насосом горячего водоснабжения, доводится при необходимости до требуемой температуры в дублёре и поступает в систему горячего водоснабжения.

В случае отсутствия солнечной радиации или нехватки тепловой энергии, вырабатываемой солнечными коллекторами, в работу включается дублёр. Выбор и компоновка элементов системы солнечного теплоснабжения в каждом конкретном случае определяются климатическими факторами, назначением объекта, режимом теплопотребления, экономическими показателями.

11.2.4. Конструкции применяемых гелиоприёмников

Гелиоприёмники могут быть различной конструкции: концентрирующие, плоские и т. д. Концентрирующие гелиоприёмники представляют собой сферические или параболические зеркала, выполненные из полированного металла, в фокус которых помещают тепловоспринимающий элемент (солнечный котёл), через который циркулирует теплоноситель. В качестве теплоносителя используют воду или незамерзающие жидкости. При использовании в качестве теплоносителя воды в ночные часы и в холодный период систему обязательно опорожняют для предотвращения её замерзания [10; 12].

Для обеспечения высокой эффективности процесса улавливания и преобразования солнечной радиации концентрирующий гелиоприёмник должен быть постоянно направлен строго на Солнце. С этой целью гелиоприёмник снабжают системой слежения, включающей датчик направления на Солнце, электронный блок преобразования сигналов, электродвигатель с редуктором для поворота конструкции гелиоприёмника в двух плоскостях.

Преимуществом систем с концентрирующими гелиоприёмниками является способность выработки теплоты с относительно высокой температурой (до 100 °С) и даже пара. К недостаткам следует отнести высокую стоимость конструкции; необходимость постоянной очистки отражающих поверхностей от пыли; работу только в светлое время суток, а следовательно, потребность в аккумуляторах большого объёма; большие энергозатраты на привод системы слежения за ходом Солнца, соизмеримые с вырабатываемой энергией. Эти недостатки сдерживают широкое применение активных низкотемпературных систем солнечного отопления с концентрирующими гелиоприёмниками. В последнее время наиболее часто для солнечных низкотемпературных систем отопления применяют плоские гелиоприёмники.

Плоский солнечный коллектор — устройство с поглощающей панелью плоской конфигурации и плоской прозрачной изоляцией для поглощения энергии солнечного излучения и преобразования её в тепловую. Плоские солнечные коллекторы состоят из стеклянного или пластикового покрытия (одинарного, двойного, тройного), тепловоспринимающей панели, окрашенной со стороны, обращённой к солнцу, в чёрный цвет, изоляции на обратной стороне и корпуса (металлического, пластикового, стеклянного, деревянного).

В качестве тепловоспринимающей панели можно использовать любой металлический или пластмассовый лист с каналами для теплоносителя. Изготавливаются тепловоспринимающие панели из алюминия или стали двух типов: лист-труба и штампованные панели (труба в листе). Пластмассовые панели из-за быстрого старения под действием солнечных лучей разогреваются до температур 70–80 °С, превышающих температуру окружающей среды, что ведёт к возрастанию конвективной теплоотдачи панели в окружающую среду и её собственного излучения на небосвод.

Для достижения более высоких температур теплоносителя поверхность пластины покрывают спектрально-селективными слоями, активно поглощающими коротковолновое излучение солнца и снижающими её собственное тепловое излу-

чение в длинноволновой части спектра. Такие конструкции на основе «чёрного» никеля, «чёрного» хрома, окиси меди на алюминии, окиси меди на меди и другие весьма дорогостоящи.

Другим способом улучшения характеристик плоских коллекторов является создание вакуума между тепловоспринимающей панелью и прозрачной изоляцией для уменьшения тепловых потерь (солнечные коллекторы четвёртого поколения).

Опыт эксплуатации солнечных установок на основе солнечных коллекторов выявил ряд существенных недостатков подобных систем. Прежде всего это высокая стоимость коллекторов. Увеличение эффективности их работы за счёт селективных покрытий, повышения прозрачности остекления, вакуумирования, а также устройства системы охлаждения экономически нерентабельно. Существенным недостатком является необходимость частой очистки стёкол от пыли, что практически исключает применение коллектора в промышленных районах.

При длительной эксплуатации солнечных коллекторов, особенно в зимних условиях, наблюдается частый выход их из строя из-за неравномерности расширения освещённых и затемнённых участков стекла за счёт нарушения целостности остекления. Отмечается также большой процент выхода из строя коллекторов при транспортировке и монтаже. Значительным недостатком работы систем с коллекторами является неравномерность загрузки в течение суток и года.

Опыт эксплуатации коллекторов в условиях Европы и европейской части России при высокой доле диффузной радиации (до 50 %) показал невозможность создания круглогодичной автономной системы горячего водоснабжения и отопления. Все гелиосистемы с солнечными коллекторами в средних широтах требуют устройства больших по объёму баков-аккумуляторов и включения в систему дополнительного источника энергии, что снижает экономический эффект от их применения. В связи с этим наиболее целесообразно их использование в районах с высокой и средней интенсивностью солнечной радиации.

11.2.5. Тепловое аккумулирование солнечного обогрева и охлаждения помещений

Типичная схема активной системы с тепловым аккумулированием энергии для получения горячей воды включает первичный контур на антифризе, теплообменник в нижней части аккумулирующего бака и дополнительный нагреватель в верхней его части (рис. 11.3) [10]. Так как эффективность солнечного коллектора снижается с увеличением разности температур первичного контура и окружающей среды, температуру первичного контура следует поддерживать на возможно более низком уровне. Для этого следует обеспечить небольшой перепад температур в теплообменнике, воспрепятствовать перемешиванию в баке и обеспечить подвод тепла только в самую холодную часть бака.

Удельные ёмкости аккумуляторов для кратковременного аккумулирования обычно составляют 50–100 кг воды на 1 м² площади коллектора, а для долговременного аккумулирования в климатических условиях Центральной Европы необходимо создавать аккумуляторы с удельной ёмкостью 1 000 кг/м². В теплоносителе создаётся и поддерживается градиент концент-

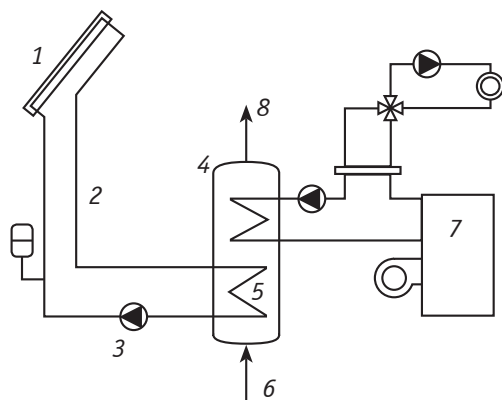


Рис. 11.3. Схема получения горячей воды для бытовых нужд с использованием солнечной энергии: 1 — солнечные коллекторы; 2 — первичный цикл (антифриз); 3 — циркуляционный насос; 4 — аккумулирующий бак; 5 — солнечный теплообменник; 6 — подача холодной воды; 7 — дополнительный нагреватель; 8 — линия подачи

рации соли (концентрация увеличивается с глубиной) между верхним конвективным слоем (под действием ветра) и нижним конвективным слоем (в результате отвода тепла). Благодаря этому конвекция и связанный с ней теплоотвод к поверхности подавляются, и слой толщиной ~1 м, в котором нет конвекции, служит тепловой изоляцией.

Таким способом можно достичь температуры воды 100 °С, а 90 °С является обычным расчётным значением в зонах с жарким климатом.

Были предложены и разработаны системы аккумулирования на основе использования теплоты фазового перехода для зарядки и разрядки воздухом или водой с оребрѐнными кольцевыми каналами с отдельными контурами зарядной и разрядной сред. Таким образом, теплообменник позволяет проводить одновременно зарядку и разрядку. Каждый теплообменный элемент состоит из внутренней и наружной трубок, тепловой контакт между которыми обеспечивается продольными рѐбрами из материала с хорошей теплопроводностью (например, алюминия). Кольцевое пространство между рѐбрами заполнено материалом, аккумулирующим энергию фазового перехода, равную теплоте плавления. В этом варианте система теплового аккумулирования работает как гибридный аккумулятор, в котором используются теплота фазового перехода и теплота нагрева рабочего тела (рис. 11.4).

Более эффективными энергоаккумуляторами являются агрегат CALMAC и теплообменники с оребрѐнными кольцевыми каналами для аккумулирования энергии с использованием теплоты фазового перехода, схемы которых представлены на рис. 11.5 и 11.6.

Коллекторы солнечного тепла разделяются на активные и пассивные, роль последних часто выполняют сами конструкционные детали здания. Такие детали должны обладать прозрачными внешними поверхностями (в виде окон или прозрачных покрытий) и высокой эффективной теплоёмкостью. Правильно выбранные свойства системы ТАЭ способствуют выравниванию температуры в помещении.

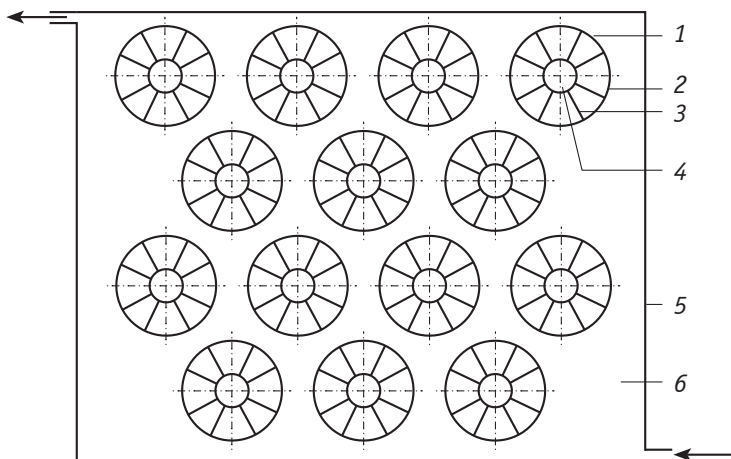


Рис. 11.4. Теплообменник с оребрѐнными кольцевыми каналами для аккумулирования энергии с использованием теплоты фазового перехода:

1 — элемент теплообменного блока; 2 — термоаккумулирующее вещество; 3 — продольное ребро; 4 — горячий теплоноситель; 5 — резервуар (кожух); 6 — холодный теплоноситель для разрядки

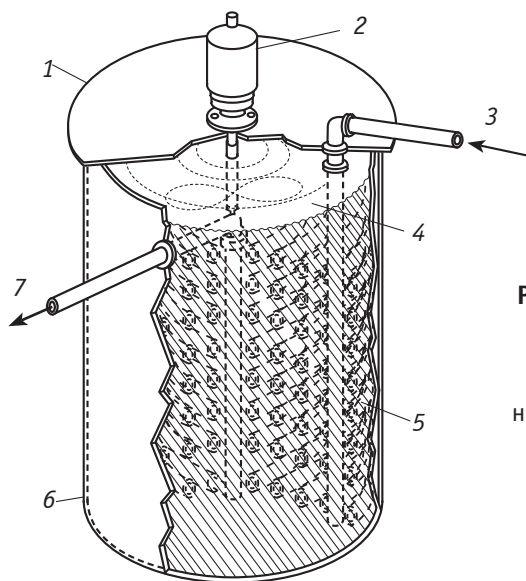


Рис. 11.5. Агрегат CALMAC для аккумулирования теплоты фазового перехода

на $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ или $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$:

1 — съѐмная крышка; 2 — двигатель для перемешивания; 3 — вход воды; 4 — гидрат соли; 5 — пластиковый теплообменник; 6 — бак; 7 — выход воды

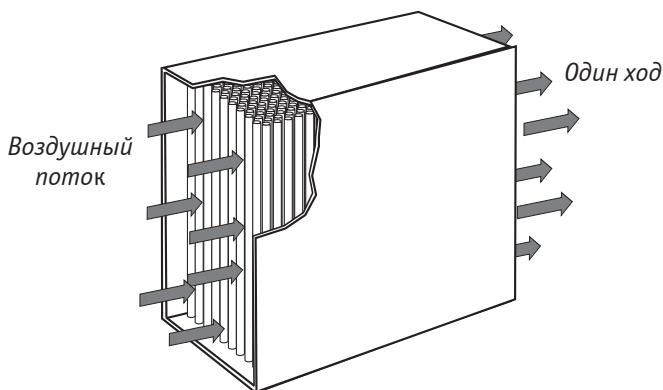


Рис. 11.6. Блок солнечных энергоаккумулирующих стержней с 2 400 кг $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($T_{\text{ф}} = 27,2 \text{ }^\circ\text{C}$) в полиэтиленовых цилиндрах для отопления квартиры

Если такие свойства солнечной системы ТАЭ, как толщина, теплопроводность и теплоёмкость коллектора, выбраны правильно, то проходящие через внешнюю поверхность солнечные тепловые потоки могут быть задержаны примерно на 12 ч, что внесёт благоприятный вклад в тепловой баланс помещения на режимах как нагрева, так и охлаждения.

11.2.6. Экологические последствия применения солнечной энергетики

Солнечные станции являются достаточно землеёмкими, их удельная землеёмкость изменяется от 0,001 до 0,006 га/кВт с наиболее вероятными значениями 0,003–0,004 га/кВт. Однако в случае создания СЭС с солнечными прудами удельная землеёмкость повысится и увеличится опасность загрязнения подземных вод рассолами. Это приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т. д. [17].

В некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, а применение в солнечных энергетических системах низкокипящих жидкостей чревато их неизбежными утечками, что во время длительной эксплуатации может привести к значительному загрязнению

питьевой воды. Кроме того, во время изготовления кремниевых, кадмиевых и арсенидогелиевых фотоэлектрических элементов в воздухе производственных помещений появляются кремниевая пыль, кадмиевые и арсенидные соединения, опасные для здоровья людей.

Возможные неблагоприятные воздействия на окружающую среду солнечных энергетических станций:

- опасность перегрева и возгорания систем, заражения продуктов токсичными веществами при использовании солнечных систем в сельском хозяйстве;
- изменение теплового баланса, влажности, направления ветра в районе расположения станции;
- затемнение больших территорий солнечными концентраторами, возможная деградация земель; воздействие на климат космических СЭС;
- создание помех телевизионной и радиосвязи;
- передача энергии на Землю в виде микроволнового излучения, опасного для живых организмов и человека. Необходимо использовать экологически чистый диапазон волн для передачи энергии на Землю.

11.3. Энергия ветра и её использование с помощью специальных устройств

11.3.1. Происхождение ветра, ветровые зоны России

Основной причиной возникновения ветра является неравномерное нагревание солнцем земной поверхности. Земная поверхность неоднородна: суша, океаны, горы, леса обуславливают различное нагревание поверхности под одной и той же широтой. Вращение Земли также вызывает отклонения воздушных течений. Все эти причины осложняют общую циркуляцию атмосферы. Возникает ряд отдельных циркуляций, в той или иной степени связанных друг с другом [79].

На экваторе у земной поверхности находится зона затишья со слабыми переменными ветрами. На севере и на юге

от зоны затишья расположены зоны пассатов, которые вследствие вращения Земли с запада на восток имеют отклонение к западу. Таким образом, в северном полушарии постоянные ветры приходят с северо-востока, в южном — с юго-востока. Пассаты простираются примерно до 30° северной и южной широт и различаются равномерностью воздушных потоков по направлению и скорости.

Средняя скорость юго-восточных пассатов северного полушария у поверхности земли составляет 6 м/с. Такие ветры вблизи больших континентов нарушаются сильными годовыми колебаниями температуры и давления над материками. Высота слоя пассатов изменяется от 1 до 4 км. Выше над пассатами находится слой переменных ветров, а над ним находится зона антипассатов, дующих в направлении, противоположном направлению пассатов. Высота слоя антипассатов изменяется от 4 до 8 км в зависимости от времени года и места расположения. В субтропических широтах в поясах высокого давления зоны пассатов сменяются штилевыми областями. К северу и югу от этих областей приблизительно до 70° на всех высотах дуют ветры между западным и юго-западным румбами в северном полушарии и между западным и северо-западным — в южном полушарии. В этих широтах, кроме того, в атмосфере непрерывно возникают и снижаются вихревые движения, усложняющие простую схему общей циркуляции атмосферы.

В особых местных условиях рельефа земной поверхности (моря, горы и т. п.) образуются местные ветры. Вследствие изменения температур днём и ночью возникают береговые морские ветры, называемые бризами. Днём при солнечной погоде суша нагревается сильнее, чем поверхность моря, поэтому нагретый воздух становится менее плотным и поднимается вверх. В связи с этим более холодный морской воздух устремляется на сушу, образуя морской береговой ветер. Поднимающийся над сушей воздух движется в верхнем слое в сторону моря, а на некотором расстоянии от берега струи воздуха опускаются вниз.

Таким образом, возникает циркуляция воздуха с направлением внизу — на берег моря, вверху — от суши к морю. Но-

чью над сушей воздух охлаждается сильнее, чем над морем, поэтому направление циркуляции изменяется: внизу воздух передвигается на море, а сверху — с моря на сушу. Зона распространения бриза около 40 км в сторону моря и 40 км в сторону суши. Высота распространения бризов в широтах России достигает 200–300 м. В тропических странах бризы наблюдаются почти в течение всего года, а в умеренном поясе только летом, при жаркой погоде. В России бризы наблюдаются летом у берегов Чёрного и Каспийского морей.

Годовые изменения температуры в береговых районах больших морей и океанов также вызывают циркуляцию, аналогичную бризам, но периодически. Такая циркуляция, более крупного размера, чем бризы, называется муссонами. Возникают муссоны по следующим причинам. Летом континент нагревается сильнее, чем окружающие его моря и океаны; благодаря этому над континентом образуется пониженное давление, воздух внизу устремляется к континенту от океанов и морей, а сверху наоборот, передвигается от континентов к окружающим океанам и морям. Эти ветры называются морскими муссонами. Зимой континенты значительно холоднее, чем поверхность моря; над ними образуется область повышенного давления; вследствие этого нижние слои воздуха направляются от континента к океанам и морям, а в верхних слоях — наоборот, от океанов и морей к континентам.

Эти ветры называются материковыми муссонами. Сильные муссоны можно наблюдать на южном побережье Азии — в Индийском океане и Аравийском море, где летом они имеют юго-западное направление, а зимой — северо-восточное. У восточных берегов Азии также наблюдаются муссоны. Зимой дуют суровые северо-западные материковые ветры; летом юго-восточные и южные морские влажные ветры. Эти ветры значительно влияют на климат Дальневосточного края.

Различные зоны России имеют ветровые режимы, сильно отличающиеся один от другого. Значение среднегодовой скорости ветра в каждом районе позволяет приближённо судить о целесообразности использования ветродвигателя и об эффективности агрегата. Прибрежные зоны северной части

России, Каспийское побережье и северная часть Сахалина отличаются высокой интенсивностью ветрового режима. Здесь среднегодовые скорости ветра превышают 6 м/с.

В этих районах часто наблюдаются ураганные ветры (выше 30 м/с), которые сопровождаются снежными метелями и буранами. Поэтому в указанной зоне можно использовать только агрегаты с ветродвигателями высокой быстроходности (двух-трёхлопастные), прочность которых рассчитана на ветровые нагрузки при скоростях ветра 40 м/с. В Арктике и на побережье наиболее эффективно применение ветроэлектрических станций, работающих совместно с тепловым резервом, а также небольших ветроэлектрических агрегатов.

Большинство областей европейской части России относится к зоне средней интенсивности ветра. В этих районах среднегодовая скорость ветра составляет от 3,5 до 6 м/с. К этой же зоне относится часть территории, лежащая юго-восточнее оз. Байкал, а также южные и горные районы Челябинской области. Третья зона занимает обширную территорию Восточной Сибири и Дальнего Востока, некоторых областей европейской части России. В этой зоне скорости ветра относительно невелики — до 3,5 м/с, и широкое применение здесь ветроэнергетических установок не рекомендуется.

11.3.2. Классификация ветродвигателей по принципу работы двигателей

Ветроэнергетика — это преобразование энергии ветра во вращательное движение лопастного колеса и роторов, поступательное движение парусников, в колебания, воспринимаемые пьезоэлектрическими преобразователями и т. д. Коэффициент полезного действия ветряных установок достигает 0,25–0,5 в зависимости от конструкции основных элементов. Запасы энергии ветра на Земле очень велики, по некоторым данным, составляют более 80 трлн кВт в слое воздуха толщиной до 500 м. В России в XX в. было более 250 тыс. ветряных мельниц, вырабатывающих около 1 500 МВт энергии. Многие страны, в том числе США, Нидерланды, Бельгия и др. широ-

ко применяют и в настоящее время ветряные установки для выработки электроэнергии.

Существующие системы ветродвигателей по схеме устройства ветроколеса и их расположения в потоке ветра разделяются на три класса [40; 87].

Первый класс включает ветродвигатели, у которых ветровое колесо располагается в вертикальной плоскости; при этом плоскость вращения перпендикулярна направлению ветра, и, следовательно, ось ветроколеса параллельна потоку. Такие ветродвигатели называются крыльчатыми. Быстроходностью называется отношение окружной скорости конца лопасти к скорости ветра [87]:

$$Z = wR/V. \quad (11.2)$$

Крыльчатые ветродвигатели, согласно ГОСТ 2656-44, в зависимости от типа ветроколеса и быстроходности, разделяются на три группы:

- ветродвигатели многолопастные, тихоходные, с быстроходностью $Z_n \leq 2$;
- ветродвигатели малолопастные, тихоходные, в том числе ветряные мельницы, с быстроходностью $Z_n > 2$;
- ветродвигатели малолопастные, быстроходные, $Z_n \geq 3$.

Ко второму классу относятся системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения ветрового колеса. По конструктивной схеме они разбиваются на группы:

- карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра;
- роторные ветродвигатели системы Савониуса.

К третьему классу относятся ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса и называемые барабанными. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра.

Основные недостатки карусельных и барабанных ветродвигателей вытекают из самого принципа расположения рабочих поверхностей колеса в потоке ветра, а именно:

- 1) так как рабочие лопасти колеса перемещаются в направлении воздушного потока, ветровая нагрузка действует не од-

новременно на все лопасти, а поочерёдно. В результате каждая лопасть испытывает прерывную нагрузку, коэффициент использования энергии ветра получается весьма низким и не превышает 10 %, что установлено экспериментальными исследованиями;

2) движение поверхностей ветроколеса в направлении ветра не позволяет развить большие обороты, так как поверхности не могут двигаться быстрее ветра;

3) размеры используемой части воздушного потока (ометаемая поверхность) малы по сравнению с размерами самого колеса, что значительно увеличивает его вес, отнесённый к единице установленной мощности ветродвигателя. У роторных ветродвигателей системы Савониуса наибольший коэффициент использования энергии ветра 18 %.

Крыльчатые ветродвигатели свободны от перечисленных выше недостатков карусельных и барабанных ветродвигателей. Хорошие аэродинамические качества крыльчатых ветродвигателей, конструктивная возможность изготавливать их на большую мощность, относительно лёгкий вес на единицу мощности — основные преимущества ветродвигателей этого класса.

Коммерческое применение крыльчатых ветродвигателей началось с 1980 г. За последние годы мощность ветродвигателей увеличилась в разы: от 20–60 кВт при диаметре ротора

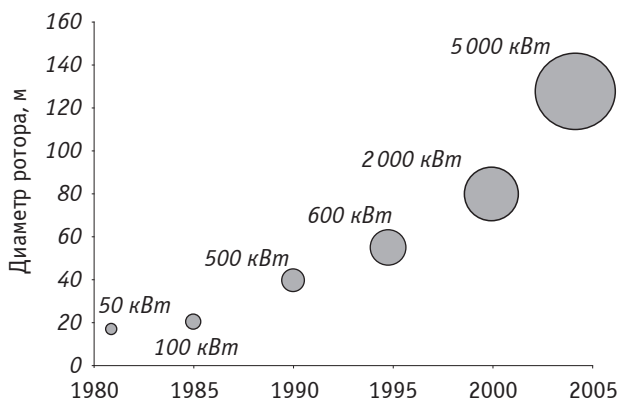


Рис. 11.7. Рост мощности и диаметра коммерческих ветродвигателей

около 20 м в начале 1980-х гг. до 5 000 кВт при диаметре ротора свыше 100 м к 2003 г. (рис. 11.7).

Некоторые прототипы ветродвигателей имеют ещё большие мощность и диаметр ротора. За тот же период стоимость генерируемой ветряками энергии снизилась на 80 % [7]. Зависи-

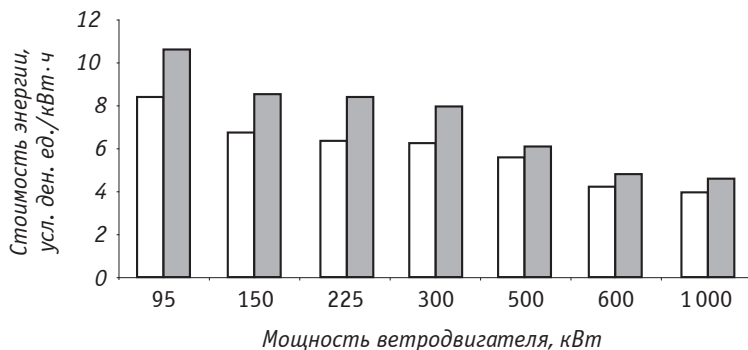


Рис. 11.8. Влияние на стоимость энергии мощности ветродвигателей при их расположении на побережье и вдали от моря (в ценах 2001 г.)

мость стоимости электроэнергии от мощности ветродвигателей при их расположении представлена на рис. 11.8.

11.3.3. Работа поверхности ветроколеса при действии на неё силы ветра

Скоростью ветра называют расстояние в метрах, проходимое массой воздуха в течение одной секунды. Скорость ветра постоянно меняется по величине и направлению, причиной которого является неравномерное нагревание земной поверхности и неровности рельефа местности. Поток ветра с поперечным сечением F обладает кинетической энергией, а энергия ветра изменяется пропорционально кубу его скорости. Мощность T определяется произведением силы P на скорость V по формуле [79]

$$T = PV. \quad (11.3)$$

Одну и ту же работу можно получить либо за счёт большой силы при малой скорости перемещения рабочей поверхности,

либо, наоборот, за счёт малой силы, а следовательно, и малой поверхности, но при соответственно увеличенной скорости её перемещения. Работа при этом будет равна произведению силы на скорость U , с которой перемещается поверхность F , т. е.:

$$T = P_x U, \quad (11.4)$$

где P_x — сила сопротивления, которая равна

$$P_x = C_x F \frac{\rho}{2} (V - U)^2, \quad (11.5)$$

где C_x — аэродинамический коэффициент лобового сопротивления; F — поверхность миделевого сечения тела, т. е. проекции площади тела на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока. В этом случае ветер набегает на поверхность с относительной скоростью, равной

$$W = V - U. \quad (11.6)$$

Подставив значение P_x из уравнения (11.5) в уравнение (11.4), получим

$$T = C_x F \frac{\rho}{2} (V - U)^2 U. \quad (11.7)$$

При некоторой величине скорости U коэффициент ξ (коэффициент использования энергии ветра) имеет максимальное значение, и если скорость перемещения поверхности равна нулю $U = 0$, то и работа ветра также равна нулю. Если $U = V$, т. е. поверхность перемещается со скоростью ветра, работа также будет равна нулю, так как отсутствует сила сопротивления, за счёт которой совершается работа. Отсюда следует, что значение скорости U заключено в пределах между $U = 0$ и $U = V$.

Установлено, чтобы получить максимальный коэффициент ξ , поверхность ветродвигателя должна перемещаться со скоростью

$$U = \frac{1}{3} V. \quad (11.8)$$

Максимальный коэффициент использования энергии ветра при работе поверхности силой сопротивления не может быть больше $\xi = 0,192$.

11.3.4. Влияние ветроэнергетики на природную среду

Факторы воздействия ВЭС на природную среду, а также последствия этого влияния и основные мероприятия по снижению и устранению отрицательных проявлений приведены далее.

Неблагоприятные факторы ветроэнергетики:

- отчуждение земельных площадей;
- шумовые воздействия; электро-, радио- и телевизионные помехи;
- локальные климатические изменения;
- опасность для мигрирующих птиц и насекомых;
- ландшафтная несовместимость, непривлекательность, визуальное невосприятие, дискомфортность;
- изменение традиционных морских перевозок, неблагоприятные воздействия на морских животных.

Под мощные промышленные ВЭС необходима площадь из расчёта от 5 до 15 МВт/км² в зависимости от розы ветров и местного рельефа района. Для ВЭС мощностью 1 000 МВт потребуется площадь от 70 до 200 км². Выделение таких площадей, особенно в промышленных регионах, сопряжено с большими трудностями, так как такие земли могут использоваться под хозяйственные нужды.

Проблема использования территории упрощается при размещении ВЭС на акваториях. Например, предложения по созданию мощных ВЭС на мелководных акваториях Финского залива и Ладожского озера не связаны с изъятием больших территорий из хозяйственного пользования. Из отводимой площади акватории для ВЭС непосредственно под сооружения для ВЭУ понадобится лишь около 2 %.

Наиболее важный фактор влияния ВЭС на окружающую среду — это акустическое воздействие. Шумовые эффекты от ВЭУ имеют разную природу и подразделяются на механические и аэродинамические воздействия низкочастотными (менее 16–20 Гц) и высокочастотными (от 20 Гц и выше). Удаление ВЭС от населённых пунктов и мест отдыха решает проблему шумового эффекта для людей. Однако шум может влиять на фауну, в том числе морскую.

Помехи, вызванные отражением электромагнитных волн лопастями ветровых турбин, могут сказываться на качестве телевизионных и микроволновых радиопередач, а также различных навигационных систем в районе размещения ветрового парка ВЭС на расстоянии нескольких километров.

11.4. Особенности применения биологической энергетики в Челябинской области

Биогаз — газ, получаемый метановым брожением биомассы. В результате биохимической реакции, в которой принимают участие метановые бактерии, выделяется биогаз, его основными составляющими являются: метан (CH_4 , около 70 %), углекислый газ (CO_2 , около 30%) и некоторое количество H_2 , H_2S , N_2 . Теплотворная способность данной газовой смеси от 5 000 до 8 000 ккал/м³, в зависимости от состава органических отходов.

Суть процесса получения биогаза в биореакторе заключается в переработке следующих видов сырья и отходов производства и потребления (например, навоз и помёт птиц, растительные и молочные отходы, энергетические культуры).

Пропорциональное смешение органики с целью повышения объёма выхода биогаза:

- навоз КРС + помёт птиц повышает выход биогаза на 6 %;
- навоз КРС + куриный помёт + навоз свиней (1 : 0,5 : 0,5) — на 11 %;
- навоз КРС + свиной — на 7 %
- навоз КРС + сосняки (опавшая хвоя) — на 5 %.

Необходимо отметить, что птичий помёт в чистом виде не может перерабатываться в биогаз в обычном реакторе, поскольку содержит высокий уровень кислот, при котором метановые бактерии погибают (на птицефабриках дополнительно используют реактор гидролиза) [30].

В принципе, процесс биореакции в закрытом пространстве (анаэробное сбраживание) со временем начинается сам по себе, но существенно замедляется при низких температурах воздуха. Наиболее оптимальная температура для под-

держания биологической активности метановых бактерий 30–400 °С [9; 18; 51]. Для искусственного ускорения начала процесса применяют подогрев биомассы с помощью обычного обогревателя-змеевика до температуры +38 °С.

Для увеличения скорости брожения и образования биогаза применяют механическое перемешивание биомассы. На процесс брожения влияют и химические показатели, в частности, уровень рН: если он высок, процесс существенно замедляется либо вовсе останавливается, а также различные добавки.

Замедлению реакции сбраживания способствует наличие в биомассе сырья антибиотиков, консервантов и остатков моющих средств. Поэтому отходы жизнедеятельности человека малопригодны для биогазовых процессов.

Для производства биогаза применяются следующие три направления:

- синтез биогаза из органических компонентов;
- брожение биомассы;
- использование таких энергоносителей, как спирты, получаемые пиролизом биомассы (растений, древесины и т. д.).

Ресурса древесины, несмотря на массовые пожары, должно хватить на 150 лет, и, согласно статистике, он составит 14 % энергопотребления мира, что соответствует сжиганию 1 257 млн т нефти. Особенно эффективно использование теплоты, выделяемой при брожении и пиролизе органических отходов (навоза, помёта, опилок и т. п.), для обогрева парников и теплиц. Второе направление — извлечение из биомассы энергоносителей (биогаза, спирта) из отходов древесины и животноводства переработкой их пиролизом в газогенераторах — вертикальных трубчатых аппаратах или печей «кипящего слоя».

Особенности получения тепловой энергии с помощью биомассы [3; 40]:

1. Непосредственное сжигание биомассы (древесина, водоросли, камыш и т. д.) не требует больших капитальных вложений и поэтому пока широко применяется в России. Чаще всего источником топлива является не простой лес, а специальные породы быстрорастущих деревьев. Основной недоста-

ток этого вида топлива — большой объём, особенно соломы, половы, отрубей, а также высокий процент влаги.

2. Брожение биомассы — использование теплоты, выделяемой при брожении указанных выше органических отходов, не даёт большого экономического эффекта. Наиболее экономично в процессе пиролиза перерабатывать избыточный ил, многотоннажные бытовые отходы и промышленные углеродосодержащие отходы, получаемый газ при переработке которых в больших объёмах может быть использован и для промышленных целей.

3. Биогаз и спирты, извлекаемые из отходов древесины и животноводства переработкой их пиролизом в газогенераторах различной конструкции, промышленные предприятия могут применять не только как энергетическое топливо, но и как химическое сырьё для производства многих ценных продуктов.

В России в настоящее время работают несколько комплексов с биогазовыми установками: в Подмосковье — птицефабрика «Новомосковская», животноводческая ферма «Поярково» агрофирмы «Искра», в Нижегородской области — Сергачёвская птицефабрика. Правительство РФ в 2009 г. утвердило план, согласно которому к 2020 г. объём электроэнергии, вырабатываемой на основе ВЭИ, должен вырасти с менее чем 1 % до 4,5 %.

Биоэнергетические станции по сравнению с традиционными электростанциями являются наиболее экологически безопасными. Они способствуют избавлению окружающей среды от загрязнения всевозможными отходами. Городские стоки и твёрдые отходы, отходы при рубках леса и деревообрабатывающей промышленности являются в то же время сырьём для получения энергии, удобрений, ценных химических веществ. Поэтому широкое развитие биоэнергетики эффективно в экологическом отношении. Однако неблагоприятные воздействия на объекты природной среды при энергетическом использовании биомассы имеют место.

Биоэнергетика оказывает существенное влияние на состояние окружающей среды:

- выбросы твёрдых частиц, канцерогенных и токсичных веществ, окиси углерода, биогаза, биоспирта;
- выброс тепла, изменение теплового баланса;
- обеднение почв органикой, истощение и эрозия почв, взрывоопасность;
- большое количество отходов (промывочные воды, остатки перегонки и т. д.).

11.5. Основные затруднения при внедрении водородной энергетики

Создание водородной энергетики в значительной степени зависит от затрат на получение и транспортировку водорода. Существует две группы методов получения водорода:

1. Термокаталитические методы — это каталитический риформинг, парофазная конверсия метана и углеводородов, парциальное окисление углеводородов и термическое разложение воды.

2. Химические методы — все разновидности электролиза воды.

Термокаталитическими методами получают водородсодержащий газ, содержащий 75–80 % водорода, и для получения водорода с концентрацией 99 % требуется очистка ВСГ. Сырьё для получения водорода должно содержать в зависимости от метода получения 1–3 мг/м³ серы (при конверсии), а на блоке конверсии СО 0,1 мг/м³. Химическими методами получают водород высокой чистоты (99,99 %). Однако водород, получаемый таким методом, имеет очень высокие затраты и применяется только для изготовления специальных продуктов, в том числе и для ракетного топлива [18; 40].

Теплотворная способность водорода как перспективного энергоносителя в 3 раза выше, чем углеводородного топлива. Он является экологически более чистым, чем природное топливо, так как не содержит токсичных примесей (серы, тяжёлых металлов). Для получения водорода кроме разложения воды термо- и электрохимическим способами перспективно применение химических реакций с катализаторами. Например, получение водорода из сероводорода морской воды. Транс-

портировка же водорода по трубопроводам не создаёт каких-либо осложнений по сравнению с транспортировкой природного газа. По прогнозам специалистов, потребление водорода к 2020 г. возрастёт в 12–17 раз. Особенно эффективно будет применение водорода в качестве топлива для автотранспорта. Водород по массовой энергоёмкости превосходит углеводородные топлива примерно в 3 раза, спирты — в 5–6 раз. Однако использование водорода сильно затруднено в энергетике, так как он сжижается при очень низкой температуре и обладает высокой диффузионной способностью, что предъявляет повышенные требования к контактирующим материалам. Кроме того, он взрывоопасен. Применение водорода как моторного топлива в автотранспорте возможно в двух вариантах: в качестве основного топлива и как добавки к современным моторным топливам.

Основной трудностью при использовании водорода в сжиженном виде является необходимость применения при транспортировке жидкого водорода в криогенных резервуарах с двойными стенками, пространство между которыми заполнено изоляцией. Кроме этого, для безопасности эксплуатации жидкого водорода необходимы высокая герметизация топливopодающей системы и обеспечение сброса избыточного давления, а при переводе автотранспорта на водородное топливо мощность двигателя снижается на 20–25 %.

Наилучшие результаты получаются при непосредственном впрыске водорода в цилиндры в смеси с бензином. Наиболее оптимальным составом смеси считается 3 % водорода и 97 % бензина. При работе ДВС на такой смеси количество оксида углерода в выхлопном газе снижается в 5 раз, углеводородов — в 4 раза по сравнению с предельными нормами, а оксиды азота вообще отсутствуют [88].

Приведённые результаты применения новых видов источников возобновляемой энергии показывает их высокую экономичность, что позволит в перспективе не допустить развития энергетического кризиса на планете.

Глава 12. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2020 ГОДА

12.1. Основные направления развития минерально-сырьевой базы области

В соответствии со стратегией развития экономики УрФО до 2020 г. существенные изменения должны коснуться следующих отраслей Челябинской области: минерально-сырьевой базы, металлургического комплекса, машиностроения, стройиндустрии и строительных материалов. Экономика Челябинской области в УрФО занимает одно из ведущих мест, особенно по производству минерального сырья, чёрных и цветных металлов, тяжёлого машиностроения и т. д. Так, например, вся общероссийская добыча магнезита, молотого талька, обогащённого каолина, свыше 42 % графита производится в Челябинской области. Несмотря на это согласно стратегии развития экономики УрФО для обеспечения роста основных видов продукции предусмотрен дальнейший рост выпуска приведённых видов сырья [62; 74].

Объёмы минерально-сырьевого производства области в настоящее время близки к имеющимся предельным технологическим мощностям добывающих предприятий и могут быть реализованы без существенных капиталовложений по крайней мере в течение 5–10 лет. Будущее минерально-сырьевого обеспечения экономики УрФО и области зависит от преодоления следующих негативных факторов:

- отсутствие или слабое освоение минерально-сырьевой базы некоторых отраслей промышленности, потребности которых покрываются за счёт импорта сырья и изделий (руды железа, марганца, титана, ниобия, циркония и других);

- добыча в ограниченных масштабах некоторых полезных ископаемых при значительных запасах, как, например, хро-

митовые концентраты; обеспечение внутреннего потребления за счёт импорта из Казахстана;

- практически полная передача фонда недропользования в своей ликвидной и инвестиционно привлекательной части добывающим компаниям;

- монополизированность добычи ряда полезных ископаемых, снижающая конкуренцию в недропользовании;

- незаинтересованность ведущих горнодобывающих компаний, обладающих высокой обеспеченностью текущей добычи запасов, переданных в лицензионное пользование, в финансировании ранних стадий геологоразведочных работ (прогноз, поиски) в связи с высоким уровнем геологических и экономических рисков;

- низкая инвестиционная привлекательность геологоразведочных работ из-за действующей системы лицензионного недропользования.

На эффективность добычи сырья и его переработку существенное влияние оказывает неблагоприятная экологическая обстановка в большинстве центров добычи минерально-сырьевых ресурсов промышленного Урала, загрязнение почв, поверхностных и подземных водных ресурсов прежде всего путём воздействия неорганизованных свалок отходов добычи минерального сырья (железных и медных руд, других металлов и неметаллического сырья).

Основной целью развития минерально-сырьевого комплекса Челябинской области является воспроизводство минерально-сырьевых ресурсов в объёмах, обеспечивающих компенсацию их потребления промышленными предприятиями Урала и России в целом. В связи с этим приоритетными задачами развития минерально-сырьевого комплекса Челябинской области являются:

- 1) обеспечение геологической изученности территории области, и в первую очередь в зоне работы действующих и планируемых горнопромышленных районов;

- 2) повышение эффективности, комплексности и рациональности использования минерально-сырьевых ресурсов для удовлетворения текущих и перспективных потребностей базовых отраслей экономики области;

3) увеличение выпуска минерально-сырьевым комплексом области продукции высокой степени передела и стимулирование разработки низкорентабельных месторождений;

4) внедрение новых технологий, обеспечивающих рациональное природопользование и снижение безвозвратных потерь полезных ископаемых [63].

Ключевыми факторами в решении сырьевых проблем горно-металлургических проектов должны стать создание и применение современных прогрессивных технологий добычи, обогащения и передела руд, обеспечивающих эффективную эксплуатацию ныне нерентабельных месторождений, извлечение главных и сопутствующих ценных компонентов, замкнутый технологический цикл, минимизацию экологического ущерба и утилизацию отходов. Немаловажно, что внедрение новых высокоэффективных технологий позволит повысить глубину переработки, а следовательно, и эффективность российского минерального сырья.

Среди передовых перспективных технологий в области добычи и переработки полезных ископаемых следует выделить следующие:

- при добыче минерального сырья применять скважинное подземное выщелачивание, скважинную гидродобычу, радиометрическую крупнопорционную сортировку руды;

- при рудоподготовке шире использовать «сухие» методы дробления, измельчения (в том числе сверхтонкого), обеспечивающие оптимальное раскрытие полезных минералов при минимизации энергоёмкости операций;

- при крупнокусковом обогащении минерального сырья применять высокопроизводительные методы радиометрического, магнитного, гравитационного обогащения;

- при глубоком обогащении минерального сырья применять магнитное обогащение на аппаратах с постоянными магнитами, «сухие» методы гравитации, электрическую сепарацию, селективную флотацию;

- использовать новые пиро-, химико- и биометаллургические процессы с применением нетоксичных и малотоксичных реагентов, подготовку тонкодисперсных концентратов

к металлургической плавке в химико-технологическом переделе;

– при проведении минерало-аналитического обеспечения применять на всех стадиях работ по добыче и переработке полезных ископаемых современные высокоточные и экспрессные методы и технологии анализа вещественного состава, структуры и свойств пород, руд, минералов, технопродуктов, сертифицированных по единым стандартам.

При внедрении и использовании всех имеющихся инновационных технологий добычи и переработки полезных ископаемых производительность труда в минерально-сырьевом комплексе Урала, по экспертным оценкам, может возрасти в долгосрочной перспективе в 2–2,5 раза по отношению к современному уровню.

12.2. Особенности развития металлургического комплекса области

За три столетия на Урале создана крупнейшая в России и мире металлургическая промышленность. Сегодня на металлургический комплекс приходится примерно 25 % общего объема производства промышленной продукции УрФО, а доля округа в объеме производства металлургической продукции России превышает 40 %. Металлургические предприятия округа производят почти 40 % российской стали и готового проката чёрных металлов, около 45 % стальных труб, более 50 % из них производится в Челябинской области [74].

Важнейшими особенностями развития металлургического комплекса области являются:

- постепенный рост объёмов производства и потребления металлопродукции;
- увеличение объёмов экспортно-импортных операций в стоимостном выражении;
- применение политики ресурсосбережения и снижения экологического воздействия на все сферы жизнедеятельности населения на фоне мирового повышения стоимости энергоресурсов и требований к охране окружающей среды;

- приобретение компаниями активов смежных металлопотребляющих отраслей и объектов инфраструктуры (энергетических мощностей и др.);

- повышение качества продукции и совершенствование её сортамента;

- укрупнение компаний-производителей металлопродукции и расширение их деятельности в других странах.

В настоящее время в металлургии Урала и области существует ряд проблем, затрудняющих её развитие, в том числе:

- высокий уровень износа основных промышленно-производственных фондов;

- нарушение ранее действовавшего механизма воспроизводства рудносырьевой базы металлургии области;

- отсутствие в области и на Урале достаточной железорудной базы чёрной металлургии, рудной базы по вольфраму; неосвоенность рудной базы по стратегическим металлам (марганец, хром, титан);

- нерентабельность освоения большинства имеющихся месторождений в современных экономических условиях; численность запасов многих металлов в качестве забалансовых;

- повышенный по сравнению с зарубежными предприятиями-аналогами удельный расход многих предприятий сырья, материальных и энергетических ресурсов в натуральном выражении на производство однотипных видов металлопродукции;

- низкий уровень производительности труда и неразвитость сети малых и средних предприятий, выпускающих широкую номенклатуру металлоизделий в соответствии с требованиями рынка металлопродукции, особенно при реализации инновационных проектов в машиностроении.

В совокупности эти проблемы обусловили высокую загрязнённость природной среды в центрах металлургической промышленности. В связи с этим главной целью развития металлургического комплекса Урала и области на период до 2020 г. является инновационное обновление отрасли, обеспечивающее повышение её экономической эффективности, решение экологических проблем, ресурсосбережение и повышение кон-

курентоспособности продукции, а также увеличение поставок на рынок государств-участников СНГ и мировой рынок.

Технико-технологическая и инфраструктурная оснащённость уральского комплекса и области требует кардинальной модернизации. Так, средний износ активной части (машин) и основных производственных фондов в чёрной металлургии достиг 50 %. Недостаточно высокий технологический уровень ряда производств обуславливает значительное отставание по основным технико-экономическим показателям от металлургии развитых стран (США, стран Европейского союза и Японии). Это приводит к тому, что показатели деятельности предприятий области по сравнению с зарубежными фирмами значительно хуже:

- на 20–30 % выше средняя энергоёмкость выплавки стали в чёрной металлургии УрФО и области;
- в 2 раза выше количество отходов при производстве проката;
- в 2,5–3 раза ниже средняя производительность труда;
- в 2 раза выше суммарное удельное негативное воздействие на окружающую среду;
- более 50 % составляет доля импорта в закупках нового металлургического оборудования.

Важнейшей проблемой развития чёрной металлургии является проблема переработки техногенных образований. На долю предприятий чёрной металлургии приходится до 44 % промышленных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, 32 % сброса загрязнённых сточных вод и около 72 % токсичных отходов. Проблемы, связанные с переработкой отходов металлургического производства, имеют не только экологический характер.

В связи с этим до 2020 г. необходимо:

- 1) повсеместно увеличить глубину передела и расширить номенклатуру выпускаемой продукции;
- 2) произвести замену мартеновского производства электросталеплавильным;
- 3) осуществить переход на выпуск продукции из непрерывнолитых заготовок кислородно-конверторной стали;

4) наладить производство высокопрочных труб большого диаметра из природномикролегированных сталей повышенной прочности и хладостойкости.

К числу важнейших направлений экономии энергоресурсов в чёрной металлургии в первую очередь следует отнести развитие предприятий, связанных с подготовкой железорудного сырья и кокса:

- в сталеплавильном производстве — это полный вывод из эксплуатации мартеновских печей, снижение сквозной энергоёмкости конверторной стали, внедрение технологии внепечной обработки стали (установка «ковш–печь»), вакуумирование, доведение объёмов непрерывной разливки стали до 100 %;

- в доменном производстве — улучшение подготовки доменной шихты, замена природного газа пылеугольным топливом, переход воздухонагревателей на использование тепла отходящих газов;

- в производстве проката и труб — внедрение низкотемпературной прокатки стали, технологии деформационно-термического упрочнения сортового проката, применение сквозной технологии прямой прокатки путём совмещения машин непрерывной разливки стали с прокатным станом;

- вовлечение в производство запасов железорудного сырья 2-й очереди Качканарского горно-обогатительного комбината;

- разработка месторождений марганцевых и хромовых руд;

- расширение производства феррованадия и ферросплавной подотрасли металлургического комплекса;

- изменение сортамента сталей в сторону производства микролегированной металлопродукции;

- развитие инфраструктуры заготовки лома и совершенствование контроля оборота лома чёрных и цветных металлов;

- повышение на инновационной основе качества огнеупоров, производимых на металлургических предприятиях;

- создание на всех металлургических предприятиях информационно-управляющих центров, внедряющих современные информационные технологии для управления производством на всех его стадиях;

– организация необходимого инвестиционного обеспечения научно-технических разработок и подготовка кадров, в том числе создание технико-внедренческого центра металлургической промышленности и тяжёлого машиностроения.

Развитию чёрной металлургии Урала будет способствовать строительство комплексов по производству холоднокатаного проката и проката с покрытием на металлургическом комбинате в г. Магнитогорске, рельсобалочной продукции на металлургическом комбинате в г. Челябинске. Челябинская область является также основной базой производства продукции цветной металлургии, занимая ведущее в стране место по производству рафинированной меди и никеля. Развитие внутреннего рынка цветных металлов и прогрессивных видов металлопродукции до 2020 г. будет связано с увеличением потребления меди — на создание энергосберегающего безопасного оборудования и приборов, теплообменных аппаратов, прогрессивных видов медного и латунного проката для автомобилестроения, производства товаров длительного пользования, а также цинка — на увеличение производства стальной оцинкованной продукции, резинотехнических изделий и лакокрасочных материалов.

В связи с реализацией стратегии развития авиационной промышленности на период до 2015 г. предполагалось значительное увеличение спроса на различные виды прокатной продукции из титановых сплавов. Развитие этих тенденций приведёт к увеличению спроса на цветные металлы к 2020 г. по сравнению с 2010 г. на 80–100 %.

Основным сдерживающим фактором развития цветной металлургии области является дефицит отдельных видов руд, который покрывается импортными поставками. В связи с этим важнейшей проблемой дальнейшего развития отрасли становится создание надёжной сырьевой базы. На Урале вследствие интенсивной разработки месторождений цветных металлов в значительной степени отработаны запасы богатых и легкообогатимых руд. Для переработки используют рудное сырьё со сравнительно низким содержанием ценных компонентов, а также техногенные образования и лом.

Важную роль в сырьевом обеспечении производства играет вторичное сырьё. На предприятиях медной подотрасли скопились миллионы тонн отвалов, содержащих цинк, свинец и драгметаллы. Использование этих отходов в производстве позволит не только улучшить обеспечение предприятий сырьём, но и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Серьёзной проблемой является высокий износ основного оборудования, особенно в прокатном производстве, что ограничивает выпуск современной и конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Актуальной является проблема переработки отходов производства. Для её решения необходимо внедрение новых прогрессивных технологий, которые обеспечат не только экологически более чистое производство, но и существенно сократят затраты на получение конечной продукции. Основными целями развития цветной металлургии области являются расширение и модернизация производства и структуры отрасли, обеспечивающие увеличение качественной продукции в объёмах, удовлетворяющих российских и зарубежных потребителей цветных металлов.

Для реализации этих целей необходимо решить следующие задачи:

1) строительство и ввод в эксплуатацию высокопроизводительных автогенных процессов с максимальным комплексным использованием сырья при минимальном загрязнении окружающей среды;

2) расширение сырьевой и энергетической базы;

3) внедрение новых технологий переработки руд цветных металлов, в первую очередь отвалов, содержащих цинк, свинец и драгметаллы, что улучшит не только обеспечение предприятий сырьём, но и экологическую обстановку в районах, специализирующихся на выпуске цветных металлов;

4) расширение использования вторичного сырья в производстве;

5) перепрофилирование и ликвидация устаревших и неконкурентоспособных производственных мощностей и комплексов цветных металлов;

б) обновление производственного оборудования и строительство новых предприятий.

Решение этих вопросов позволит освоить новые экспортные рынки для поставок продукции из цветных металлов.

Прирост экспортных поставок цветных металлов в инновационном сценарии развития будет связан в основном с поставками алюминия и меди, осуществляемыми с вновь введенными мощностями, и поставками готовых деталей из титана и титановых сплавов.

В производстве тяжёлых цветных металлов предполагается расширение внедрения автогенных процессов с использованием нового плавильного оборудования при переработке сульфидного сырья, а также внедрение экологически чистых технологий и оборудования по улавливанию и утилизации серы, свинца, цинка и других элементов из отходящих газов металлургических агрегатов. Строительство гидрometаллургических предприятий по переработке коллективных продуктов обогащения руд цветных металлов позволит максимально использовать комплексное сырьё при минимальном воздействии процессов на окружающую среду.

Предлагаемый инновационный сценарий в основной капитал позволит не только обновить основные фонды предприятий, но и обеспечить реализацию следующих инвестиционных проектов:

1) реконструкция рафинировочных мощностей для меди и строительство нового цеха с увеличением мощности по производству катодной меди до 500 тыс. т/год;

2) строительство горно-обогатительного комплекса по переработке труднообогатимых медно-молибденовых руд мощностью 36 млн т руды в год;

3) строительство гидрometаллургических заводов по переработке окисленных медно-порфировых руд;

4) строительство завода по переработке отходящих газов металлургических агрегатов мощностью до 1 млн т серной кислоты в год;

5) расширение обогатительных мощностей по переработке отходов пирометаллургического передела с извлечением

меди, цинка, золота и серебра с попутным получением строительных материалов.

12.3. Перспективы развития машиностроительного комплекса области

Машиностроение является одним из базовых отраслевых комплексов в промышленности не только в округе, но и в Челябинской области. В настоящее время наиболее развито на Урале производство машин и оборудования, электрооборудования, электронного и оптического оборудования, а также производство транспортных средств. В структуре промышленного производства на долю указанных видов деятельности приходится 5,5 % (в структуре обрабатывающих производств — 13,5 %) [74].

В Челябинской области развито прежде всего тяжёлое машиностроение, на предприятиях которого производятся тракторы (93 % общероссийского производства), бульдозеры (более 80 %) и грузовые автомобили (около 8 %). Значительное развитие получило производство электродвигателей малой мощности, продукции приборостроения, часов и ряда других видов машиностроительной продукции. Вместе с тем сдерживают развитие машиностроительного комплекса следующие факторы:

1. Недостаточная загрузка мощностей машиностроительного комплекса. До 1991 г. машиностроительные предприятия Урала были ориентированы на нужды топливно-энергетического комплекса Западной Сибири и добывающих отраслей других регионов страны. Начиная с 1990-х гг. нарастали процессы выбытия предприятий машиностроительного комплекса Урала из кооперации с предприятиями топливно-энергетического комплекса и металлургии.

2. Слабая работа в области диверсификации и специализации производства, а также невысокий уровень конкурентоспособности продукции машиностроения в связи с её низким качеством, недостаточной надёжностью и ценовым показателем снижают потребность в таком оборудовании.

3. Неблагоприятное финансовое положение предприятий машиностроительного комплекса также ухудшает условия по расширению выпуска оборудования. По данным статистики, в 2011 г. более 30 % предприятий машиностроительного комплекса страны были убыточны, поэтому очевидно, что они не в состоянии осуществлять модернизацию производства и внедрять новые конкурентоспособные образцы продукции [74]. Более 60 % основных фондов отрасли исчерпали свой эксплуатационный ресурс. Инновационные вложения в модернизацию производства машиностроительных предприятий крайне низкие. В последние годы машиностроение получало около 2 % общего объёма ежегодных инвестиций в основной капитал предприятий.

Эти факторы влияют на снижение качества продукции и производительности труда, ведут к росту брака, ограничению технологических возможностей предприятий, росту затрат в производстве, экологическим потерям и в конечном итоге к существенному снижению конкурентоспособности выпускаемой машиностроительной продукции. Практически на всех рынках машиностроительной продукции наблюдается экспансия импорта.

Основной целью развития машиностроения как УрФО, так и Челябинской области является его инновационное развитие с темпами роста не ниже 10 % в год и опережающим обновлением технологической базы, решением проблемы подготовки профессиональных кадров и проведением прогрессивной амортизационной политики.

Достижение указанной цели возможно только при условии приоритетного и быстрого обновления и модернизации его производственной инфраструктуры машиностроительного комплекса, активизации инвестиционно-инновационной деятельности, институциональных и инфраструктурных преобразований. В кратчайшие сроки необходимо восстановить и развить до высокотехнологичного уровня отрасль, отстающую от аналогичных отраслей в развитых странах на целый технологический уклад, или как минимум на 30 лет.

Для достижения поставленных целей необходима реализация следующих мер:

- 1) техническое перевооружение и производственно-технологическая реструктуризация предприятий отрасли;
- 2) обновление и модернизация парка технологического оборудования;
- 3) диверсификация машиностроительного производства и расширение номенклатуры выпускаемой продукции;
- 4) сохранение и развитие научно-технического потенциала;
- 5) развитие производств, осуществляющих разработку и внедрение импортозамещающих технологий, а также проведение политики импортозамещения;
- 6) проведение активной энергосберегающей политики и осуществление мероприятий по снижению прямых затрат;
- 7) повышение производительности труда и переход от стратегии выпуска единых серий и параметрических рядов машиностроительной продукции к стратегии преимущественного выпуска комплектного оборудования, что приводит к расширению функции обслуживания потребителя;
- 8) увеличение экспортной составляющей в реализации продукции машиностроения и повышение эффективности системы сбыта на машиностроительных предприятиях;
- 9) улучшение инвестиционного климата в машиностроении и активизация инвестиционных потоков долгосрочного характера;
- 10) поддержание и дальнейшее развитие сети региональных технопарков, а также содействие развитию особых экономических зон;
- 11) расширение объёмов деятельности специализированных технологических центров;
- 12) обеспечение создания и поддержание работы узкоспециализированных малых и инновационных предприятий;
- 13) всестороннее развитие предприятий машиностроения на основе внутрирегиональной отраслевой и межотраслевой кооперации, а также содействие процессам внешней кооперации между предприятиями.

В совокупности решение указанных задач позволит также существенно повысить экологическую безопасность и качество окружающей среды на предприятиях отрасли.

Только инновационный подход в рамках инновационного сценария способен обеспечить структуризацию и восстановление машиностроения на высокотехнологичной основе.

12.4. Особенность развития в области строительного комплекса и производства строительных материалов

Строительный комплекс является одной из важнейших отраслей экономики Челябинской области. Специфика развития производства строительных материалов заключается в том, что в его недрах сосредоточены колоссальные запасы минералов и углеводородного сырья. Область обладает огромными запасами строительных материалов (бутовый камень, щебень, сырьё для производства цемента, разные виды глин) [31; 74].

Основной целью развития строительного комплекса области является формирование на её территории производственной инфраструктуры промышленности строительных материалов и стройиндустрии, обеспечивающей необходимое по масштабам, качеству и темпам устойчивое социально-экономическое развитие области.

Для развития строительного комплекса области необходимо решить следующие основные задачи:

- реализация на территории области градостроительной политики, проводимой Россией;
- привлечение инвестиций в жилищное строительство;
- содействие комплексному развитию субъектов РФ, входящих в состав УрФО, для создания благоприятных условий жизнедеятельности населения;
- создание и развитие современной социальной инфраструктуры;
- строительство качественного комфортабельного жилья для жителей округа, а также объектов гражданского строительства;
- развитие базы жилищно-коммунального хозяйства путём ввода новых и реконструкции существующих объектов тепло-, водо-, энерго- и газоснабжения;

- решение проблем инженерного обустройства, а также транспортного строительства;

- рациональное природопользование и сохранение культурного и исторического наследия, а также дальнейшее развитие системы саморегулирования в строительном комплексе округа.

Развитие строительного комплекса области, включающего проектирование, изыскание, производство строительных материалов и осуществление строительно-монтажных работ, будет происходить в следующих направлениях:

- опережающее развитие производственной базы строительства как основы надёжности функционирования строительного комплекса;

- развитие и совершенствование сети строительно-монтажных организаций, повышение уровня их мобильности, внедрение в их практику инновационных технологий производства строительных работ;

- снижение ресурсоёмкости и стоимости строительства за счёт совершенствования проектно-конструкторских решений зданий и сооружений, внедрения научно-технических достижений, применения современных качественно новых строительных материалов, а также производства местных строительных материалов и конструкций;

- разработка ресурсосберегающих строительных систем для малоэтажного строительства;

- создание системы инженерной поддержки зданий и сооружений, а также создание системы контроля за безопасностью, сроками и качеством строительных работ;

- использование современных информационных технологий и обеспечение принципов экологизации строительного комплекса;

- модернизация базы промышленности строительных материалов на основе новых технологий и видов строительных материалов, необходимых для развития малоэтажного строительства, а также обеспечение выпуска новых строительных материалов на мини-заводах, монтируемых на свободных площадях работающих предприятий;

– создание условий для расширения производства теплоизоляционных материалов на основе торфяной базы области с использованием попутного нефтяного газа;

– осуществление разведки, экспертной оценки месторождений полезных ископаемых, необходимых для организации собственных промышленных производств и оценки эффективности инвестиций по созданию предприятий строительной индустрии в области.

Промышленность строительных материалов является уникальным утилизатором техногенных отходов. Более 90 % промышленных отходов составляют «хвосты» добычи и обогащения полезных ископаемых. С целью более активного использования крупнотоннажных отходов в промышленности и коммунальной сфере необходима утилизация техногенных отходов, что позволит создать рынок вторичных ресурсов. Перспективы развития рынка строительных материалов напрямую зависят от темпов строительства жилья и объектов инфраструктуры.

Целью развития жилищного строительства является развитие массового строительства жилья эконом-класса на территории области, отвечающего стандартам ценовой доступности, энергоэффективности и экологичности. Для этого необходимо обеспечить реализацию программ развития жилищного строительства, предусматривающих следующие мероприятия:

1) введение упрощённого порядка предоставления земельных участков под малоэтажное жилищное строительство;

2) разработка документов территориального планирования;

3) комплексное развитие коммунальной инфраструктуры в целях жилищного строительства, а также развитие социальной инфраструктуры для строительства жилья эконом-класса;

4) стимулирование частной инициативы граждан и формирование условий для создания жилищных некоммерческих объединений граждан, в том числе жилищно-строительных кооперативов;

5) наращивание объёмов строительства жилья для предоставления его по договорам социального найма;

6) разработка и реализация механизмов защиты прав граждан, вложивших собственные и (или) заёмные средства в строительство жилья;

7) развитие местной строительной индустрии и промышленности строительных материалов, а также реализация проектов комплексного освоения территорий в целях жилищного строительства;

8) осуществление мероприятий по обеспечению жильём семей, имеющих право воспользоваться средствами материнского (семейного) капитала в целях улучшения жилищных условий.

Для решения поставленных задач в сфере развития строительного комплекса необходимо добиться максимально возможного применения механизмов государственно-частного партнёрства.

12.5. Восстановление лесного комплекса области

Лесной комплекс области, включая лесное хозяйство, лесозаготовительную деятельность и перерабатывающие производства, занимает важное место в экономике области, особенно в условиях её диверсификации. Область, как указывалось ранее, располагает значительными лесосырьевыми ресурсами. Общий запас древесины в области на 01.01.1012 г. составляет 358,26 млн м³ [62; 68].

Всего в 2011 г. в области заготовлено 2 316,8 тыс. м³ ликвидной древесины. Рубки ухода за лесом проведены на площади 15 202,0 га, при этом заготовлено 477,7 тыс. м³ ликвидной древесины. Основную массу переданных в аренду лесных участков составляет заготовка древесины. В области работает 61 арендатор на площади 1 682,85 тыс. га. В соответствии с Законом Челябинской области от 02.09.2007 г. № 204-ЗО Главным управлением лесами области отпущено 273 тыс. м³ древесины.

Развитие лесного комплекса области сдерживается следующими факторами:

- снижение динамики лесовосстановления, в том числе посадки и посева леса;
- эксплуатация физически и морально устаревшей техники;
- недостаточное финансирование работ по охране и защите лесов, что обуславливает значительные потери лесных ресурсов от пожаров, вредителей и болезней и приводит к нарушению биологического разнообразия лесов, а в местах интенсивного освоения лесов — к снижению их ресурсного и экологического потенциала;
- слаборазвитая транспортная инфраструктура лесного фонда;
- низкий уровень использования расчётной лесосеки;
- высокий уровень нелегального оборота древесины;
- низкий уровень использования отходов лесопильного производства;
- недостаточное развитие мощностей по химической и химико-механической переработке древесины;
- недостаточная загрязненность мощностей основных производств;
- недостаток квалифицированных кадров в лесном комплексе, низкий уровень оплаты труда и низкая производительность труда;
- отсутствие базы сервисного и эксплуатационного обслуживания российской лесозаготовительной техники.

В 2011 г. лесовосстановительные работы в области проведены на площади 3,3 тыс. га, в том числе посадка леса — 2,7 тыс. га, содействие естественному возобновлению леса — 0,6 тыс. га. Агротехнический уход за лесными культурами проведён на площади 14,2 тыс. га. Из общей площади проведённых лесовосстановительных работ арендаторами на арендованных участках создано лесных культур на площади 1,45 тыс. га, проведено содействие естественному возобновлению 0,21 тыс. га.

На лесных питомниках выращено 19,2 млн стандартных сеянцев и саженцев, в том числе 18,9 млн шт. хвойных пород, из них 6,6 млн шт. из семян с объектов постоянной лесосеменной базы.

В 2011 г. по восстановлению лесов выполнены следующие работы:

1. Введено молодняков в хозяйственно-ценные насаждения на площади 2,5 тыс. га, в том числе за счёт создания лесных культур — 1,6 тыс. га, за счёт содействия естественному возобновлению леса — 0,4 тыс. га и за счёт естественного возобновления площадей — 0,5 тыс. га.

2. Заготовлено лесных семян для посева в лесных питомниках — 1,16 т, в том числе хвойных — 0,21 т. Подготовлены почвы под лесные культуры в 2012 г. на площади 2,5 тыс. га.

3. Срочно проведены санитарно-оздоровительные мероприятия на площади 26,9 тыс. га с общим запасом древесины 534,6 тыс. м³ в насаждениях, повреждённых в предыдущие годы.

По данным учёта лесного фонда, на 1 января 2012 г. фонд лесовосстановления увеличился на 0,2 тыс. га и составил 34,6 тыс. га. Лесокультурный фонд составил 14,4 тыс. га.

Основная цель развития лесного комплекса области по инновационному сценарию состоит в эффективном обеспечении сбалансированного спроса на продукцию лесного комплекса на внутреннем и внешнем рынках на основе повышения её конкурентоспособности, а также рационального и наиболее полного использования лесосырьевого потенциала. Для достижения указанной цели необходимо решить в соответствии с программой работ по повышению лесовосстановления следующие задачи:

1) совершенствование организации рационального и неистощительного использования лесов, важнейшим звеном которой должен стать институт долгосрочной аренды лесных участков с обеспечением полного цикла воспроизводства лесных ресурсов;

2) системная модернизация лесного хозяйства и обрабатывающих производств, направленная на повышение эффективности производства и конкурентоспособности производимой продукции на основе инновационных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий;

3) опережающее развитие мощностей по глубокой механической, химической и энергетической переработке древесины

и древесных отходов, создающее условия для диверсификации производства и повышения эффективности использования лесосырьевого потенциала регионов области;

4) обеспечение эффективного использования лесов, а также развитие рыночных механизмов использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов;

5) организация научно-инновационного развития и необходимого кадрового обеспечения лесного комплекса;

6) совершенствование структуры и роста объемов продукции лесопромышленного производства с высокой добавленной стоимостью;

7) развитие транспортной инфраструктуры в районах реализации приоритетных инвестиционных проектов и освоения новых лесных массивов;

8) создание системы модельных лесов в округе, которая может решить вопрос с проведением опытных рубок и других научных исследований, направленных на совершенствование лесопользования и инновационное развитие лесного комплекса;

9) снижение экологической нагрузки на окружающую среду [68; 92].

Инновационный сценарий развития области, предполагающий ускорение инвестиционного процесса также и в лесном комплексе, в первую очередь предусматривает следующие мероприятия:

- масштабная технологическая модернизация производств;
- внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий;
- существенный рост производительности труда;
- возрастание инновационной активности;
- освоение производства новой высокотехнологичной продукции, производящейся в развитых лесопромышленных странах (современные конструкционные материалы из древесины, биотопливо);
- организация выпуска лесного машиностроения на базе использования отечественного и зарубежного научно-технического потенциала, закупки лицензий и организации совместного производства.

Предусматриваются изменения в структуре лесопромышленного производства за счёт создания крупных лесопромышленных комплексов, приоритетного развития плитных производств. В состав таких комплексов кроме лесопильно-деревообрабатывающих, фанерных и плитных производств включать лесозаготовки и лесное хозяйство.

Развитие промышленной переработки древесного сырья позволит вовлечь в экономику лесного сектора неиспользуемые ресурсы мягколиственной, низкосортной древесины и древесные отходы. Уровень глубокой переработки древесины должен достичь 60–70 %, при этом существенно снизится отгрузка необработанного леса.

12.6. Особенности развития агропромышленного комплекса области

Агропромышленный комплекс Челябинской области в экономике УрФО имеет важное значение. Наличие чернозёмных почв южных районов является благоприятным фактором для развития сельскохозяйственного производства. Природно-климатические и экономические условия позволяют выращивать в области в значительном объёме зерновые и зернобобовые культуры, картофель, овощи, плоды и ягоды, скот и птицу, а также производить молоко и яйца [32; 81].

В связи с этим в растениеводстве необходимо решать следующие задачи:

- наращивать объёмы производства продукции растениеводства на основе повышения урожайности основных видов сельскохозяйственных культур;
- восстанавливать плодородие почв за счёт реконструкции и создания новых оросительных каналов и внесения удобрений;
- развивать кормопроизводство путём введения в севооборот высокобелковых и высокоэнергетических культур;
- активно внедрять почвозащитные, ресурсо- и энергосберегающие технологии и комплексы машин при возделывании сельскохозяйственных культур;

– модернизировать и строить новые мощности по хранению и переработке продукции растениеводства, а также совершенствовать систему её реализации;

– вести работу по подготовке и переподготовке кадров для сферы растениеводства.

Актуальной проблемой области является восстановление и сохранение плодородия почв и средозащитных функций лесов [7; 30].

В области происходит сокращение площади сельскохозяйственных угодий и развитие негативных процессов, ведущих к деградации почв и снижению их плодородия. Сработка гумуса в регионе достигает 0,42–0,82 т/га в год, при этом урожайность сельскохозяйственных культур не превышает 40–70 % климатически обеспеченной урожайности. Проблема восстановления и сохранения средозащитных функций лесов региона связана с нарушением принципов непрерывного и неистощительного лесопользования, уменьшением лесовосстановительных работ на землях лесного фонда и работ по созданию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения. Важное значение имеет также озеленение территорий городов и населённых пунктов. Решение указанной проблемы станет важным фактором оздоровления окружающей среды в регионе.

В животноводстве необходимо решить следующие задачи:

– увеличить объёмы производства продукции животноводства на основе повышения продуктивности скота и птицы;

– развивать племенную базу за счёт российских племенных ресурсов.

Для решения этих вопросов разработана областная программа «Развитие сельского хозяйства в Челябинской области на 2013–2020 годы», утверждённая постановлением Правительства Челябинской области от 26.09.2012 г. № 518-1-П. Программа должна обеспечить рост следующих показателей:

– индекса производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий (в сопоставимых ценах), в 2020 г. по отношению к 2012 г. на 56,4 %, в том числе продукции животноводства — на 47,5 %, растениеводства — на 69,2 %;

– уровня занятости сельского населения трудоспособного возраста, к 2020 г. — до 72,5 %;

– удельного веса прибыльных крупных и средних сельскохозяйственных организаций в общем их числе к 2020 г. до 80,0%

– объемов субсидируемых кредитов;

– показателей развития растениеводства;

– производства животноводческой продукции;

– технической оснащённости отрасли сельского хозяйства.

Перечень основных программных мероприятий:

– оказание государственной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям в целях развития растениеводства, животноводства, технической и технологической модернизации сельского хозяйства;

– возмещение части затрат на уплату процентов по привлечённым кредитам кредитных организаций;

– меры, направленные на улучшение общих условий функционирования сельского хозяйства.

Объём финансирования Программы из областного бюджета на 2013–2020 гг. составляет 6 739,25 млн р. (в текущих ценах), в том числе:

2013 г.— 755,15 млн р.;

2014 г.— 675,00 млн р.;

2015 г.— 675,00 млн р.;

2016 г.— 926,82 млн р.;

2017 г.— 926,82 млн р.;

2018 г.— 926,82 млн р.;

2019 г.— 926,82 млн р.;

2020 г.— 926,82 млн р.

Перечень подпрограмм:

– «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Челябинской области на 2013–2020 годы»;

– «Развитие мясного скотоводства в Челябинской области на 2013–2020 годы»;

– «Развитие свиноводства в Челябинской области на 2013–2020 годы»;

– «Развитие молочного скотоводства и стимулирование про-

- изводства молока в Челябинской области на 2013–2020 годы»;
- «Поддержка начинающих фермеров Челябинской области на период 2013–2020 годов»;
 - «Развитие семейных животноводческих ферм в Челябинской области на 2013–2020 годы»;
 - «Развитие информационно-консультационной службы в Челябинской области на 2013–2020 годы».

12.6.1. Реализация приоритетного национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» в Челябинской области

Национальный проект «Развитие АПК» является для Челябинской области продолжением работы по развитию и модернизации АПК области. Основная деятельность по реализации проекта сосредоточена на увеличении производства животноводческой продукции и стимулировании развития малых форм хозяйствования [81].

Проект предусматривает три направления деятельности. Первые два — ускоренное развитие животноводства и стимулирование развития малых форм хозяйствования в агропромышленном комплексе — полностью входят в сферу ответственности Министерства сельского хозяйства. Третье направление — обеспечение жильём молодых специалистов, приехавших на работу в сельскую местность и занятых в сельскохозяйственном производстве — будет реализовываться в рамках ФЦП «Социальное развитие села». За его реализацию отвечает Министерство регионального развития совместно с Минсельхозом. Главные аспекты проекта:

1. Предложенные механизмы экономической политики должны мотивировать приход в сельское хозяйство крупных частных капиталов, способных создать современные конкурентоспособные сельскохозяйственные производства. Заявленная экономическая политика должна носить комплексный, системный и долгосрочный характер.

2. Необходимо содействовать организации цивилизованной системы функционирования малых форм бизнеса как личных подсобных хозяйств граждан, так и крестьянско-фермер-

ских хозяйств путём организации доступного и масштабного микрокредитования, создания соответствующей банковской инфраструктуры, формирования кооперативов для совместного решения таких задач, как сбыт и переработка продукции, обработка сельскохозяйственных земель, материально-техническое снабжение, взаимное кредитование, и выполнения ряда других функций.

3. В связи с тем, что практическая реализация НПН «Развитие АПК» будет осуществляться непосредственно в регионах, определяющая роль принадлежит администрациям субъектов РФ, их органам управления АПК. Финансирование проекта предусматривается на основе региональных и местных бюджетов.

4. Большую роль в реализации национального проекта играют отраслевые ассоциации и союзы производителей, участие которых предусмотрено как в формировании методологии механизмов реализации проектов, так и в координации взаимодействия хозяйственных субъектов аграрного бизнеса с органами исполнительной власти [80–82].

В НПН «Развитие АПК» действует возвратный механизм. Впервые предусмотрены инвестиционные кредиты для сельхозпредприятий на 8 лет. Технологическое оборудование в лизинг можно получить сроком на 10 лет с удорожанием в год только до 2 %. Племенной скот по схеме лизинга — на 5 лет, под нулевой процент. По инвестиционным кредитам федерация гасит две трети ставки рефинансирования Центробанка. Так, если ставка коммерческого банка на сегодня составляет 16 %, то предприятию остаётся погасить 3 %, то есть $16 - 13 = 3$ %. Если ставка коммерческого банка 18 %, то к погашению остаётся 5 % и т. д.

По каждому направлению — ускоренное развитие отрасли животноводства и стимулирование развития малых форм хозяйствования — установлены общероссийские индикативные показатели, основные — это увеличение производства молока на 4,5 % и мяса — на 7 %.

Для обеспечения требуемого роста производства в Челябинской области в областной программе разработаны мероприятия по реализации двух направлений проекта.

В течение двух лет в Челябинской области планируется строительство и модернизация животноводческих комплексов на 45 600 мест, приобретение для обновления племенной базы хозяйств 7 950 голов скота. Для стимулирования малых форм хозяйствования — создание 13 кредитных, 8 заготовительных и снабженческо-сбытовых кооперативов, организация земельной ипотеки на площади не менее 70 тыс. га. Эти действия обеспечат реализацию задач, поставленных в национальном проекте.

Для стимулирования увеличения производства продукции животноводства разработан новый порядок предоставления субсидий из областного бюджета. Создана рабочая группа, которая контролирует и анализирует ход реализации проекта в сельских районах и на предприятиях. С этой же целью завершается разработка территориальных программ сельских муниципальных образований. Для стимулирования развития малых форм хозяйственной деятельности ведётся работа по созданию кредитных и снабженческо-сбытовых кооперативов.

Уже созданы кредитные кооперативы «Троицкий фермер», «Еткульский», в процессе регистрации ещё два в Чесменском и Нагайбакском районах. В области должны работать 10 кредитных и 11 снабженческо-сбытовых кооперативов. Фермерские хозяйства также включены в работу по реконструкции и строительству новых животноводческих помещений, сумма кредита на эти цели составила 57 млн р. Общая сумма кредитов, привлечённых фермерскими и личными подсобными хозяйствами, за два года должна составить 988 млн р.

Сегодня на выполнение программы уже направлены средства областного бюджета. Общая сумма ассигнований из областного бюджета на сельхозпроизводство составляет 236 млн р., и 434 млн р. выделено в этом году на создание областного продовольственного фонда. Кроме того, губернатором приняты предложения министерства выделить дополнительный объём финансирования из дополнительных доходов области для реализации президентских инициатив в размере 500 млн р. Они будут направлены в качестве субсидий на приобретение 4 000 голов племенного скота (из расчёта 50 р./кг

живого веса); на приобретение поголовья свиней и кормов, большой партии кормозаготовительной техники; на субсидирование процентных ставок по кредитам, взятым молочными заводами на приобретение оборудования для оснащения пунктов закупа молока у населения, и на возмещение 5 % ставки по кредитам, выданным фермерским и личным подсобным хозяйствам для развития производства.

Основной задачей для тружеников села является выполнение всех индикативных показателей национального проекта. В растениеводстве необходимо удерживать достигнутые результаты по урожайности сельскохозяйственных культур. Для этого будет продолжено внедрение передовых ресурсосберегающих технологий. В животноводстве необходимо обеспечить дальнейшее увеличение продуктивности животных с помощью улучшения работы по воспроизводству стада и укрепления племенного ядра, увеличения объёма и повышения качества кормовой базы, внедрения передовых технологий в процессы заготовки кормов, содержания животных.

Для решения этих задач на техническое перевооружение хозяйств из областного бюджета уже выделен 1 млрд р. и планируется привлечь более 3 млрд р. кредитных ресурсов.

Для укрепления финансовой базы предприятий АПК будет продолжена работа по привлечению инвесторов, стоит задача довести объём пашни в обработке, находящийся под инвесторами, до 1 млн га. Всё это позволит улучшить финансово-экономическое состояние сельских территорий области.

12.7. Улучшение окружающей среды и обеспечение экологической безопасности

Среди федеральных округов страны самое неблагоприятное экологическое состояние природной среды в целом наблюдается в Челябинской и Свердловской областях. Динамика экологических процессов остаётся преимущественно негативной.

Экологическая ситуация в области осложняется наличием множества многотонных свалок и промышленных отходов, которые необходимо утилизировать и эффективно перерабатывать при целенаправленном использовании инновационных технологий.

Решение проблем рационального природопользования и экологии в рамках Стратегии является одним из важных направлений. При этом особое внимание должно быть уделено экологической чистоте источников питьевого водоснабжения, решению проблем утилизации отходов, сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу, в том числе в связи с ростом промышленности и объёмом транспортных перевозок.

Серьёзной проблемой является экологически безопасное функционирование городского хозяйства. Его развитие невозможно без осуществления первоочередных мер по газификации, развитию систем водоснабжения и канализации, размещению и утилизации твёрдых бытовых отходов и озеленению городской территории.

В области сохраняется высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. В воздушную среду городов поступают диоксид серы, оксиды углерода и азота, углеводороды, летучие органические соединения и другие вещества, что приводит к ухудшению санитарно-гигиенических условий проживания населения и росту его заболеваемости.

Острота экологической ситуации в области усугубляется радиационной обстановкой, сложившейся в результате деятельности федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение “Маяк”».

На территории области в отвалах и шламохранилищах, на полигонах и несанкционированных свалках накоплено более 3 млрд т различных отходов. Особую опасность представляют запрещённые и непригодные к применению пестициды (около 315 т), которые не находят эффективного применения [62].

Основными направлениями решения сложившихся проблем в сфере обращения с отходами являются:

- внедрение существующих и разработка недостающих ин-

новационных технологий утилизации и переработки отходов производства и потребления;

- активизация деятельности органов местного самоуправления;

- разработка и реализация комплексных экологических программ, направленных на решение проблем отходов производства и потребления, образующихся и размещаемых на их территориях;

- разработка генеральных схем очистки территорий муниципальных образований;

- организация раздельного сбора и размещения отходов производства и потребления;

- строительство предприятий по утилизации отходов производства и потребления (заводы по переработке твёрдых бытовых отходов), в том числе межмуниципальных комплексов по переработке бытовых отходов;

- ликвидация несанкционированных объектов размещения отходов;

- введение дополнительных мер стимулирования предприятий, занимающихся переработкой и утилизацией отходов.

Эффективным механизмом обеспечения экологической безопасности в сфере обращения с отходами должна стать долгосрочная целевая региональная программа комплексной переработки и утилизации производственных и твёрдых бытовых отходов на территории Челябинской области.

Основной проблемой ресурсного потенциала водохозяйственного комплекса области является снижение загрязнения поверхностных и подземных водных объектов. Несмотря на некоторое сокращение в течение последних двух лет объёмов стоков в водные объекты, антропогенная нагрузка на последние остаётся значительной. Вместе со сточными водами в реки и озёра области поступают загрязняющие вещества — органические соединения, нефтепродукты, сульфаты, хлориды, фосфор, азот нитратный и аммонийный, соли тяжёлых металлов, ртуть, алюминий и другие вещества. Загрязнение водных объектов в сочетании с изменением гидрохимического режима ведёт к снижению эффективности их

воспроизводственных функций и развитию процессов деградации, что стало одной из основных причин возникновения проблемы обеспечения населения региона чистой питьевой водой.

В последние годы ситуация с состоянием подземных и поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения, а также с качеством воды в местах водозабора существенно не изменилась и продолжает оставаться неудовлетворительной практически на всей территории области. Как указывалось ранее, состояние с обеспечением населения области питьевой водой неудовлетворительное. На таком же уровне предприятиями и городами ведётся очистка сточных вод, что приводит к высокому сбросу неочищенных сточных вод в водоёмы. В связи с этим стратегическими целями развития водохозяйственного комплекса области являются:

- гарантированное обеспечение водными ресурсами населения и отраслей экономики и снабжение качественной питьевой водой населения;
- рациональное и комплексное использование водных ресурсов региона, создающее условия для эффективного развития промышленности, энергетики, водного транспорта, сельского и рыбного хозяйства, туристско-рекреационного комплекса;
- охрана и восстановление водных объектов и водных ресурсов Урала;
- обеспечение защищённости населения и населённых мест региона от негативного воздействия вод.

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

- модернизация очистных сооружений на основе новейших технологий очистки воды;
- совершенствование и внедрение инновационных технологий подготовки питьевой воды;
- разработка и реализация схем комплексного использования и охраны водных объектов региона;
- снижение негативного воздействия вод на жизнедеятельность населения и повышение эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений;

– обустройство зон санитарной охраны водных объектов — источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, включая подземные, обеспечение режима соответствующих зон санитарной охраны.

В обеспечении экологического равновесия на территории региона важную роль играют земли особо охраняемых территорий, система которых развита недостаточно и находится в неудовлетворительном состоянии. В первую очередь это относится к состоянию водоохранных зон рек и водохранилищ, особенно источников питьевого водоснабжения. На многих водных объектах водоохранные зоны не обустроены и включают несанкционированную застройку, прибрежные полосы не очищены, продолжается загрязнение и захламление земель, из водоохранных зон не выводятся животноводческие фермы, сводится лесная и кустарниковая растительность.

В результате реализации стратегических целей развития водохозяйственного комплекса Урала будет обеспечено снижение:

- на 45–50 % удельной водоёмкости валовой региональной продукции;
- на 30–40 % потери воды при её транспортировке;
- в 2,5–3 раза доля загрязнённых сточных вод в общем объёме отводимых в водные объекты сточных вод, подлежащих очистке.

Задачи обеспечения комплексного решения экологических проблем Уральского федерального округа:

- обеспечение экологически безопасного развития предприятий промышленности, сельского хозяйства, жилищно-коммунального хозяйства и других отраслей экономики;
- улучшение состояния атмосферного воздуха, снижение объёмов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- улучшение состояния поверхностных и подземных вод, расширение сети контроля состояния водных объектов;
- обеспечение экологической безопасности в области обращения с отходами производства и потребления, создание предприятий по переработке отходов непосредственно на полигонах округа;

- восстановление плодородия земель и средозащитных функций лесов, увеличение объёмов рекультивации земель;
- предотвращение и ликвидация последствий экологически опасных чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера;
- сохранение биоразнообразия и предотвращение деградации экосистем Уральского федерального округа;
- развитие сети особо охраняемых природных территорий, в том числе создание государственного природного заповедника «Белозёрский» (Тюменская область) и национального парка «Зигальга» (Челябинская область), а также сохранение природных комплексов водно-болотных угодий, в первую очередь имеющих международное значение;
- усиление системы экологического образования и воспитания населения, в том числе работников, занятых в промышленном производстве;
- научная разработка и внедрение природосберегающих технологий, строжайшее соблюдение экологических стандартов при строительстве, транспортном и промышленном освоении территорий округа.

Существенными факторами, оказывающими влияние на безопасность жизнедеятельности человека, на устойчивость и эффективность многих отраслей экономики, в том числе энергетики, транспорта, строительства, сельского и жилищно-коммунального хозяйства, являются погода и климат.

В связи с этим необходимо развитие нормативно-правовой базы по разработке и реализации мер, обеспечивающих снижение антропогенного воздействия в области изменения климата путём:

- использования энергоэффективных и энергосберегающих технологий;
- использования возобновляемых и альтернативных источников энергии;
- стимулирования природоохранной деятельности хозяйствующих субъектов;
- введения налоговых, таможенных льгот для предприя-

тий, осуществляющих деятельность, направленную на улучшение экологической ситуации, в том числе деятельность по переработке отходов и сокращению выбросов парниковых газов в атмосферный воздух.

В целях обеспечения гидрометеорологической безопасности населения и объектов экономики в Уральском федеральном округе, в особенности таких погодозависимых отраслей, как энергетика, транспорт, водохозяйственный комплекс, строительство и сельское хозяйство, необходимо опережающее развитие наблюдательной сети, включая развитие мониторинга состояния окружающей среды и её загрязнения.

В рамках формирования системы производственно-экологического мониторинга окружающей среды предполагается создание в регионах Урала ситуационных центров, связанных с ситуационным центром полномочного представителя Президента РФ в УрФО для обеспечения непрерывного поступления необходимой информации о состоянии природных ресурсов, производственной базой и состоянием окружающей среды.

12.8. Текущее состояние и перспективы развития транспортной, энергетической, информационно-телекоммуникационной инфраструктуры Челябинской области

12.8.1. Транспортная инфраструктура

Основными документами, определяющими направления развития транспортной инфраструктуры, в том числе позволяющими обеспечить развитие Уральского федерального округа, являются Транспортная стратегия РФ на период до 2030 г., утверждённая распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р, Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 г., утверждённая распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р, федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)», утверждённая Постановлением Правительства РФ от 5 декабря 2001 г. № 848 и являющая-

ся необходимым и неотъемлемым инструментом реализации указанных стратегий в сфере транспорта.

Реализация направлений развития транспортной инфраструктуры, установленных указанной Транспортной стратегией, осуществляется в рамках отраслевых подпрограмм федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)», а также федеральных целевых программ регионального развития с учётом инвестиционных возможностей федерального бюджета.

Основные задачи развития транспортной инфраструктуры и в целом транспортной системы Урала:

- 1) создание условий для комплексного освоения новых территорий и разработка месторождений полезных ископаемых;
- 2) формирование единой дорожной сети, круглогодично доступной для населения и хозяйствующих субъектов;
- 3) привлечение внебюджетных инвестиций в инновационное развитие транспортной инфраструктуры;
- 4) снижение транспортных издержек реального сектора экономики;
- 5) сохранение квалифицированных кадров в отрасли;
- 6) обеспечение доступности транспортных услуг для населения и устойчивая работа организаций транспортного комплекса;
- 7) обновление парка подвижного состава новыми, современными транспортными средствами.

При формировании транспортной инфраструктуры и определении направлений и мер по её развитию необходимо в максимально возможной степени учитывать влияние гидрометеорологических факторов. Реализация мероприятий по развитию транспортной системы должна пройти в два этапа.

Первый этап (до 2015 г.) был ориентирован на развитие существующей транспортной инфраструктуры, обеспечивающей необходимые пропускные способности на основных направлениях перевозок, обновление парка транспортных средств, состава речного и воздушного флота, совершенствование технологических процессов. Особое внимание уделялось формированию единой дорожной сети, круглогодично

доступной для населения и хозяйствующих субъектов, ликвидации существующих разрывов в транспортной сети, комплексному подходу к развитию транспортно-логистической инфраструктуры, внедрению инноваций в отрасли, привлечению внебюджетных средств в развитие транспортной инфраструктуры, транспортных подходов к пограничным пунктам и транспортным узлам.

Второй этап (2015–2020 гг.) включает создание резервов, необходимых для обеспечения ускоренного развития транспортной системы, повышение конкурентоспособности, эффективности и качества транспортного обслуживания, создание инфраструктурных условий для развития и расширения опорной транспортной сети, реализации транзитного потенциала, повышение роли транспортно-логистической инфраструктуры в организации товародвижения.

На железнодорожном транспорте приоритетом является расширение сети железных дорог, которая станет инфраструктурной основой развития ресурсной базы в районах нового освоения. Указанной стратегией также предусмотрена организация скоростного железнодорожного движения в Челябинском железнодорожном узле и на железнодорожной линии Челябинск — Магнитогорск.

Необходимо активизировать работы по ремонту и капитальному ремонту автомобильных дорог и искусственных сооружений с концентрацией ресурсов на отдельных наиболее важных направлениях федеральных дорог, в том числе на дорогах М-5 «Урал» от Москвы через Пензу, Самару, Уфу до Челябинска в границах Челябинской области. В рамках развития воздушной транспортной инфраструктуры в Уральском федеральном округе необходимо развивать наиболее крупные аэропорты, в том числе в Челябинске (Баладино).

12.8.2. Энергетическая инфраструктура

Электроэнергетика — базовая отрасль экономики России, обеспечивающая потребности экономики и населения страны в электрической и тепловой энергии, во многом определяющая устойчивое развитие всех отраслей экономики стра-

ны. Процесс опережающего развития энергетической инфраструктуры является необходимым фактором успешного экономического развития Урала. На территории Урала расположены объекты энергетики пяти оптовых и двух территориальных генерирующих компаний, двух федеральных и двух региональных сетевых компаний.

За последние годы существенных изменений в структуре используемого топлива на электростанциях, расположенных в пределах территории Уральского федерального округа, не произошло. Тепловыми электростанциями сегодня вырабатывается 90,5 % потребляемой электроэнергии, 6,9 % вырабатывается тепловыми энергоблоками предприятий и организаций, 2,6 % — атомной электростанцией (Белоярской АЭС).

Приоритетные направления развития энергетической инфраструктуры в Уральском федеральном округе на прогнозный период:

1) развитие существующих и создание новых объектов генерации, в том числе в рамках проекта «Урал промышленный — Урал полярный», для обеспечения районов нового освоения и преодоления прогнозного энергодефицита;

2) совершенствование структуры генерации за счёт создания и развития угольных и атомных электростанций;

3) использование нетрадиционных, возобновляемых источников энергии;

4) повышение эффективности производства электроэнергии тепловых электростанций, использующих газ, за счёт проведения масштабного обновления генерирующего оборудования с использованием парогазовой и газотурбинной технологий;

5) развитие сетевого хозяйства;

6) использование возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, в том числе производства биогаза большой мощности.

Таким образом, обеспечение сбалансированного социально-экономического развития указанных отраслей промышленности и сельского хозяйства всех регионов УрФО, в том числе и Челябинской области в долгосрочной перспективе предполагает:

- стимулирование экономического развития области путём создания новых «центров роста» на основе региональных конкурентных преимуществ;
- координацию инфраструктурных инвестиций государства и инвестиционных стратегий бизнеса с учётом приоритетов его пространственного развития и ресурсных ограничений, в том числе демографических;
- сокращение дифференциации в уровне и качестве жизни населения в различных регионах и на территории каждого района с помощью эффективных механизмов социальной и бюджетной политики, реализации межрегиональных проектов, обеспечивающих рост человеческого потенциала.

Глава 13. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

13.1. Понятия, виды и формы природопользования и требования, предъявляемые к рациональному использованию природных ресурсов

Под природопользованием понимают возможность человеком использовать полезные свойства окружающей природной среды — экологических, экономических, культурно-оздоровительных и пр. — в производственной деятельности. Природопользование осуществляется в двух формах: общее и специальное. Общее природопользование, например, пользование воздухом, не требует специального разрешения [36; 40].

Природопользование осуществляется физическими и юридическими лицами на основании разрешения уполномоченных государственных органов. Оно имеет целевой характер и подразделяется на следующие виды использования природных ресурсов: пользование землёй и недрами, лесопользование, водопользование, пользование животным миром и т. д.

Специальное природопользование регулируется кодексами Российской Федерации — Земельным, Лесным, Водным, законами РФ — «О недрах» (от 21.02.1992 № 2395-1), «Об охране атмосферного воздуха» (от 04.05.1999 № 96-ФЗ) и др. [65]. В соответствии с этими законами и кадастрами пользование природными ресурсами физическими и юридическими лицами осуществляется по лицензиям или договорам, выдаваемым и заключаемым в зависимости от условий производства специальными государственными органами.

Природный ресурс — это совокупность естественных тел и явлений природы, которые использует человек в своей де-

тельности, направленной на поддержание своего существования [34; 36]. Рациональное использование природных ресурсов — это одно из основных составных частей системы природопользования. Сфера общественного производства, связанная с использованием природных ресурсов, включает ресурсопотребление, ресурсопользование и воспроизводство ресурсов.

К ресурсопотреблению относятся отрасли производства, связанные с изъятием из природной среды вещества и энергии, сохраняющие природную форму (добыча минерального сырья и топлива, эксплуатация лесов, водопотребление, рыболовство, охота и т. д.). Переработка сырья и топлива осуществляется в таких отраслях, как теплоэнергетика, металлургия, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, производство стройматериалов, переработка сельскохозяйственного и древесного сырья [36; 66].

К ресурсопользованию относятся также отрасли производства, осуществляющие изъятие вещества из природной среды и его воспроизводство путём применения различных природных процессов. К ним относятся отрасли земледелия, животноводства, рекреации, гидроэнергетики, транспорта, строительства.

Воспроизводство природных ресурсов направлено на расширение областей получения природных ресурсов, поддержание первоначального состояния природных компонентов и комплексов, а также восстановление нарушенных объектов природной среды. К ним относятся лесо- и рыбозаводство, звероводство, рекультивация и мелиорация земель, регулирование стока, очистка воздуха, вод и почв от загрязняющих веществ, заповедная деятельность, а также отрасли производства, обеспечивающие необходимый прирост и повышение продуктивности природных ресурсов, такие как геологоразведка, лесотаксация и др.

Ресурсопотребление, ресурсопользование и воспроизводство ресурсов тесно связаны между собой в процессе вещественно-энергетического обмена между хозяйством и природной средой. В связи с этим изучение этого процесса имеет

очень важное значение для рационального природопользования и оптимизации состояния окружающей среды. Особенное значение имеет концепция ресурсных циклов, означающих совокупность превращений и перемещений определённого природного вещества или веществ в процессе использования человеком, включая его выявление, добычу, переработку, потребление и обратное возвращение в природную среду в рамках кругооборота данного вещества (или веществ) на планете [36; 66].

Природный ресурс охватывает не только собственно производственную, но и все остальные стадии обмена веществ между обществом и природной средой. Важным является и то, что возобновляемые природные ресурсы включают также стадию воспроизводства этих ресурсов, связанную с воздействием человека на соответствующие звенья биологического круговорота веществ.

Для предотвращения или ослабления негативных последствий ресурсопотребления и ресурсопользования необходима разработка и внедрение принципов и нормативной базы природопользования, учитывающих взаимосвязи в природе и целостность гео- и экосистем. При разработке этих положений необходимо учитывать главный принцип рационального природопользования: экономическая специализация и организация производства, социальное устройство общества должны соответствовать природно-ресурсному потенциалу (обеспеченности) территории, ресурсовоспроизводящей и средовосстановительной функциям гео- и экосистем, их естественной способности противостоять антропогенным воздействиям [35; 66].

Соблюдение этих требований не приведёт к резкому изменению природно-ресурсного потенциала территорий и акваторий, нарушению наиболее устойчивых взаимосвязей в природе, существенному ухудшению условий окружающей среды, а также жизни и деятельности человека. Для реализации этого принципа необходим комплексный подход к изучению и использованию природных ресурсов, экологизации проектирования, строительства и эксплуатации хозяйственных

объектов, нормированию и соблюдению антропогенных нагрузок, выполнению природоохранных нормативов и правил, использованию экономических рычагов природопользования, обоснованию выбора места сооружения хозяйственного объекта с учётом конкретных ландшафтно-экологических условий территории [34; 35].

При комплексном подходе к использованию природных ресурсов необходимо:

- выявлять, учитывать и оценивать всё многообразие ресурсов территории, рассматривая объекты использования как составную часть целого природного комплекса;

- определять все возможные последствия изменений природы;

- обосновывать и выбирать такие пути хозяйственной деятельности, которые позволят не только наиболее полно использовать ресурсы, но и сократить отходы и минимизировать отрицательное воздействие производства на окружающую среду.

Одним из важнейших направлений реализации комплексного подхода при использовании природных ресурсов является создание территориально-производственных комплексов, характеризующихся определённой специализацией, сконцентрированностью в пределах компактной территории, обладающих единой производственной и социальной инфраструктурой. Внедрение таких комплексов позволит более полно использовать имеющиеся ресурсы, особенно сырьевые и энергетические, и тем самым снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Второе направление реализации комплексного подхода к использованию природных ресурсов — это разработка и внедрение региональных экологических программ и территориальных комплексных схем охраны природы, в которых предусмотрено решение не только экологических вопросов по предотвращению или хотя бы снижению антропогенного воздействия создаваемого хозяйственного комплекса на окружающую среду, но и повышение коэффициента использования природного сырья, снижение образования отходов

и технологии их повторного использования или эффективной переработки.

Не менее важным требованием рационального природопользования является также необходимость разработки и выполнения экологических нормативов, правил, стандартов, регламентов. Действующие в настоящее время в стране природоохранные нормативы разделяют на три группы:

1) государственные стандарты (ГОСТ) — нормативные документы, определяющие единые понятия, методы и характеристики явлений, процессов, качественные показатели выпускаемой продукции и имеющие юридическое значение;

2) санитарно-гигиенические и экологические нормативы по охране окружающей среды;

3) строительные нормы и правила (СНиП) по проектированию и строительству хозяйственных объектов, основное назначение которых заключается в установлении единых требований к проектируемым и строящимся объектам [62; 71].

В настоящее время особую актуальность приобретает проблема использования экономических рычагов (механизма) природопользования. Важнейшие из них:

– экономическая оценка природных ресурсов и введение платы за их пользование;

– экономическая оценка воздействия хозяйственной и иной деятельности человека на окружающую среду;

– применение экономического стимулирования за применение ресурсо- и энергосберегающих технологий и поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности;

– установление специальной платы за негативное воздействие предприятий на состояние окружающей среды;

– утверждение лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также на размещение отходов и применение льгот за выпуск экологически чистой продукции;

– создание экологических фондов для решения неотложных вопросов рационального природопользования и т. д.

13.2. Экологический мониторинг природных ресурсов

Экологический мониторинг — это система регулярных длительных наблюдений за состоянием окружающей природной среды (ОПС), отражающая динамику происходящих в ней изменений с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза развития ситуаций в будущем. Это инструмент защиты ОПС от антропогенного воздействия. В настоящее время в Российской Федерации создана и функционирует Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЗМ) и принят государственный стандарт «Мониторинг окружающей природой среды» (ГОСТ Р22.1.02–95) [3; 33].

На основе собранной информации разрабатывается прогноз возможных дальнейших изменений ОПС и мероприятия по снижению влияния объектов на окружающую среду. Ключевым элементом экологического мониторинга является оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), представляющая собой процедуру учёта экологических требований законодательства при подготовке и принятию решений о социально-экономическом развитии общества.

В зависимости от целей и задач объектов наблюдения различают несколько видов экологического мониторинга:

- глобальный — предусматривает слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере и осуществление прогноза возможных изменений;
- региональный — охватывает отдельные регионы, на территории которых наблюдаются процессы и явления, отличающиеся по природному характеру или антропогенным воздействиям;
- импактный — обеспечивает наблюдения в особо опасных зонах и территориях, непосредственно примыкающих к источникам загрязняющих веществ;
- базовый — отслеживает состояние природных систем, на которые практически не накладываются региональные антропогенные воздействия;

– социально-гигиенический (система организационных, социальных, медицинских, санитарно-эпидемиологических и иных мероприятий) — включает в себя мониторинг окружающей среды, мониторинг источников антропогенного воздействия, биологический мониторинг. В процессе его проведения решаются следующие вопросы:

- организация единой системы сбора и обработки данных наблюдений;
- информационное обеспечение органов власти и управления комплексной информацией о состоянии окружающей среды и проблемы;
- оценка и прогноз состояния объектов окружающей природной среды;
- оценка риска от загрязнения окружающей природной и разработка нормативов.

В Российской Федерации руководство ЕГСЭМ до 2000 г. осуществляла Госкомэкология России, а с 2001 г. руководство ЕГСЭМ, в том числе и мониторинг по состоянию с утилизацией и переработкой отходов передано Министерству природных ресурсов и природопользования (Указ Президента РФ от 17.05.2000 г. № 867), а мониторинг за состоянием земельного фонда — Роскомитету РФ по земельной политике России.

Указом Президента РФ № 724 от 12.05.2008 г. и Постановлением Правительства РФ от 29.05.2008 г. № 404 произведено перераспределение обязанностей между Министерством природных ресурсов, Росприроднадзором и Ростехнадзором [33].

13.3. Инвентаризация и создание кадастров природных ресурсов

Инвентаризация (учёт) природных ресурсов необходима не только для рационального и эффективного их использования, но и для недопущения истощения отдельных особенно редких видов ресурсов. При инвентаризации природных ресурсов в зависимости от состава и назначения применяются различные формы учёта — наряду с традиционными спосо-

бами изучения ресурсов (например, наблюдением за режимом и качеством вод в водоёмах, лесотаксацией и т. д.) широко начали применяться аэрокосмические методы исследования и компьютерная обработка полученных результатов [45].

Аэрокосмические методы не только более точно выявляют площади естественных и антропогенных ландшафтов и экологическое состояние нарушенных земель, но и позволяют провести ресурсное картографирование территорий, оперативно следить за ходом изменения характеристик земельных и биологических ресурсов, а также за проявлением неблагоприятных природно-антропогенных процессов, например, лесных пожаров. Полученные результаты позволяют не только оценить современное состояние ресурсов, но и составить прогноз их изменения при воздействии хозяйственной деятельности людей.

Возросший объём информации об изменении состояния природных ресурсов потребовал создания специальных систем по компьютерной обработке и хранению получаемых при исследовании материалов, т. е. геоинформационной системы (ГИС) сбора, хранения блока данных. Применительно к учёту ресурсов блок данных должен содержать следующие характеристики природных ресурсов:

- картографическую базу (цифровые топографические карты, материалы аэро- и космической съёмки, специальные ресурсные карты и др.);
- параметры состояния природных ресурсов и так называемые кадастры ресурсов;
- экологическую обстановку на территории региона.

Эти материалы постоянно пополняются и расширяются. Особенное внимание при выполнении инвентаризации природных ресурсов уделяется незаменимым и невозполняющимся ресурсам, а также элементам природы, которым грозит быстрое уничтожение.

Одним из важнейших результатов инвентаризации является создание кадастров природных ресурсов. Кадастры природных ресурсов — это свод экономических, экологических, технических и организационных показателей, характеризующих

ющих количество и качество природных ресурсов, а также состав и категории природопользователей. Данные кадастров являются основой рационального использования природных ресурсов и охраны природной среды.

На базе кадастров определяется оценка природных ресурсов, их стоимость, система мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды. Природные кадастры разрабатываются по каждому виду природных ресурсов с учётом основных положений законов и кадастров Российской Федерации. Они представляют определённую экономико-правовую структуру природных ресурсов региона.

Так, Государственный земельный кадастр, в соответствии с положениями Земельного кодекса РФ представляет собой систематизированный свод документированных сведений об объектах государственного кадастрового учёта о правовом режиме земель в стране, о кадастровой стоимости, местоположении, размерах земельных участков и прочно связанных с ними объектов недвижимого имущества [45; 89].

Кадастр также должен включать качественный состав почв, распределения земель по использованию, собственники земель (владельцев, арендаторов, пользователей) и др.

Государственный кадастр месторождений полезных ископаемых, в соответствии с Законом «О недрах» ведётся в целях обеспечения разработки федеральных и региональных программ геологического изучения недр, комплексного использования месторождений полезных ископаемых, рационального размещения предприятий по их добыче, а также в других народно-хозяйственных целях.

Кадастр должен включать в себя сведения по каждому месторождению, характеризующие количество и качество основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, содержащиеся в них компоненты, горнотехнические, гидрогеологические, экологические и другие условия разработки месторождения, содержать геолого-экономическую оценку каждого месторождения, а также включать в себя сведения по выявленным проявлениям полезных ископаемых [41; 45]. Он также должен включать сведения о ценности каж-

дого месторождения полезных ископаемых, горнотехнические, экономические и экологические условия их разработки.

Водный реестр (кадастр), в соответствии с Водным кодексом РФ, представляет собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов и муниципальных образований РФ, физических и юридических лиц, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах.

Реестр включает также сведения о водохозяйственных системах, о гидротехнических сооружениях, о водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах, текущую и перспективную оценку состояния водных объектов с целью планирования водных ресурсов, предотвращения истощения водисточников, восстановления качества воды до нормативного состояния [45; 89].

Государственный лесной реестр (кадастр), в соответствии с Лесным кодексом РФ, представляет собой систематизированный свод документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, о лесничествах и лесопарках. Содержит также информацию о составе земель лесного фонда, о защитных лесах и особо защитных участках, о количественных, качественных и экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов, а также сведения о правовом режиме лесного фонда, о представлении лесов гражданам и юридическим лицам [33; 89].

Реестр охотничьих животных ведётся Управлением охоты и охотничьего хозяйства, в котором приводится количественный и качественный учёт животных охотничьего фонда, устанавливаются резкие ограничения охоты на те виды, которые проявляют устойчивые тенденции к сокращению популяций. Функции кадастров выполняют три вида реестров: Реестр рыбных запасов, составляемый комитетом по рыболовству, Реестр природно-заповедных территорий и объектов — заповедников, национальных парков, памятников природы и Реестр загрязнителей окружающей среды, функции по ведению последних двух возложены на Министерство природных ресурсов и экологии.

13.4. Экологический аудит, методы его проведения и особенности

В условиях ухудшения экологической обстановки и нерационального использования природных ресурсов одной из важнейших задач развития общества и экономики страны становится экологический аудит. Применение аудита необходимо не только на уровне государства, но и предприятиями-природопользователями, особенно когда конкурентоспособность товаров промышленного и потребительского назначения на национальном и мировом рынках стала определяться экологическими показателями и затратами на охрану окружающей среды [26; 33].

Экологический аудит наиболее рационально применять для решения экономических проблем, основными направлениями которых являются нижеследующие:

1. Проведение проверок бухгалтерской (финансовой) отчетности, платёжно-расчётной документации, налоговых деклараций и т. д.

2. Осуществление детальной оценки воздействия техногенной деятельности на окружающую среду и здоровье населения.

3. Применение комплексного подхода к определению целей, сущности, организации и порядка проведения экологического аудита, обеспечивающего безопасность и инвестиционную привлекательность предприятий.

4. Представление экологического аудита как организационно-управленческого, правового механизма обеспечения безопасности в окружающей среде с учётом расширения прав населения.

5. Применение экологического аудирования как вида предпринимательской деятельности, а аудита предприятия как его независимой проверки.

Сущность экологического аудита заключается в комплексном подходе, базирующемся на оценке соответствия деятельности аудируемого предприятия нормам и правилам общего аудита, требованиям обеспечения как техногенной безопас-

ности окружающей среды, так экологической безопасности предприятия.

Экологическое аудирование должно проводиться на уровне:

- государственных структур;
- транснациональных корпораций;
- отрасли (её соответствие общему экологическому курсу);
- территории (региона), муниципального образования;
- предприятия.

Экологический аудит проводится:

- в процессе приватизации государственных и муниципальных предприятий;
- при реализации процедуры банкротства;
- при проведении обязательного экологического страхования;
- при подготовке инвестиционных проектов и программ, когда это предусмотрено условиями инвестирования.

Принципы экологического аудита:

- объективность и независимость эоаудиторов от проверяемого субъекта хозяйственной деятельности, собственников и руководителей экологических аудиторских организаций и третьих лиц при проведении экологического аудита;
- профессионализм и компетентность эоаудитора в вопросах охраны окружающей среды, природопользования и специфики обследуемого субъекта хозяйственной деятельности;
- достоверность и полнота информации, предоставляемой субъектом хозяйственной деятельности;
- планирование работ по проведению экологического аудита;
- комплексность экологического аудита (охват всех аспектов воздействия на окружающую среду);
- конфиденциальность информации, полученной в результате проведения экологического аудита;
- ответственность эоаудиторов за результаты проводимых исследований.

Госстандарт РФ в 1998 г. издал ряд стандартов, в том числе и ГОСТ Р ИСО 14010-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы», 14011-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита.

Проведение аудита систем управления окружающей средой», 14012-98 «Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии». Применяя указанные документы, организации имеют право проводить аудиторскую деятельность по различным направлениям и выдавать по проведённой аудиторской проверке специальное заключение.

13.5. Особенности проведения сертификации природных ресурсов

Экологическая сертификация (*certum* — верно, *facere* — делать) — это разработка, оформление и контроль использования экологических сертификатов, которые являются документом, выдаваемым государственными органами в соответствии с правилами системы экологической сертификации, удостоверяют соответствие определённым экологическим стандартам и требованиям готовой продукции, технологии её производства и жизненного цикла в целом [3; 89].

Установленным экологическим требованиям, которые являются обязательным условием (ограничением), изложенным в законодательных и нормативных документах и направленным на обеспечение рационального природопользования, охрану окружающей среды, защиту здоровья и гигиенического фона человека. Система экологической сертификации — это система, содержащая определённые правила процедуры и управления для её проведения, установленные в соответствии с государственной политикой в области сертификации и общими правилами её осуществлением в стране [Там же].

Сертификации подлежат следующие объекты и товары:

- товары для личных (бытовых) нужд граждан;
- выполняемые работы и оказываемые услуги населению;
- продукция производственно-технического назначения, в том числе средства производства и строительная продукция;
- системы качества продукции и производства, в том числе

объекты окружающей природной среды, природные ресурсы (почва, древесина, семена, племенная продукция);

– отходы производства и потребления, технологические процессы.

Введение системы обязательной сертификации промышленных объектов и выпускаемой продукции по экологическим требованиям должно обеспечить:

– реализацию обязательных экологических требований природоохранного законодательства при осуществлении хозяйственной деятельности;

– внедрение экологически безопасных производств, технологических процессов и оборудования;

– соблюдение требований экологической безопасности и предотвращение загрязнения окружающей среды при размещении, переработке, транспортировке, обезвреживанию и захоронении отходов производства и потребления, а также при производстве, эксплуатации и ликвидации различных видов продукции;

– предотвращение ввоза в страну экологически опасных продуктов, отходов, технологий и услуг;

– содействие интеграции экономики страны в мировой рынок и выполнение международных обязательств Российской Федерации в области управления качеством окружающей среды и рациональным природопользованием.

13.6. Лицензии на право использования природных ресурсов и лимитирование природопользования

Природоресурсовая лицензия — это разрешение на ведение определённого вида деятельности, связанной с использованием какого-либо природного ресурса. По своей сущности лицензия на природопользование является:

- актом собственника (владельца) природного ресурса;
- формой проявления контроля государства за рациональным использованием ресурса;
- средством регулирования рационального природопользования [33; 36].

Лицензия выдаётся на каждый вид деятельности на определённый срок по заявкам или по конкурсу. В лицензии предусматривается контроль за законностью, рациональной деятельностью и соблюдением экологических и санитарных норм, а также нормативного потребления соответствующего природного ресурса.

В связи с тем, что Лесным кодексом РФ предусматривается два вида лесопользования — основное (заготовка древесины и живицы) и побочное (сбор ягод, грибов, орехов и т. д.), то и порядок лесопользования различается. При лесопользовании в плановом порядке органы лесного хозяйства и правительство Российской Федерации определяют потребности в древесине, устанавливают расчётную лесосеку по отдельным регионам, определяют общий объём древостоя, подлежащего вырубке, на основе чего выписывают лесорубочные билеты (разновидность лицензии). Лесной билет — другая разновидность лицензии в лесном хозяйстве, выдаваемый на заготовку живицы, а также на побочные лесные пользования (заготовку трав, сенокошение и т. д.).

Лицензии на использование животного мира — рыболовство, охоту на животных и птиц, пользование животным миром в научных, культурно-просветительных целях, а также на продажу животных выдаются Министерством природы, а на лекарственные травы — Минздравом РФ.

Выдача лицензий на инвентаризацию выбросов вредных веществ производственными объектами, установление суточного, годового лимита выбросов и выдача разрешений на выброс вредных веществ производится Министерством природных ресурсов и экологии.

Лимиты устанавливаются для предприятий природопользователей на все виды загрязняющих веществ: выбросы в атмосферу, сбросы в водные объекты и на размещение отходов производства и потребления.

Лимиты на изъятие природных веществ устанавливаются по каждому объекту:

- по землям — по действующим нормам отвода земель для строительства автомобильных и железных дорог, магистральных трубопроводов, газовых и нефтяных скважин и т. д.;

- по водным объектам применяются утверждённые органами водного хозяйства лимиты потребления вод для орошаемого земледелия, для животноводческих комплексов, для промышленного потребления, для эксплуатации систем коммунального хозяйства;

- в области охраны, использования и воспроизводства лесов главным лимитирующим показателем является расчётная лесосека, определяющая равенство между количеством ежегодно прироста леса и вырубаемой в порядке заготовок древесины;

- количество граждан — на прибывание в лесу и число той или иной популяции животных, от которых зависит состояние леса;

- в области охраны и использования животного мира разрабатываются лимиты по отстрелу и отлову животных, птиц и рыбы.

Целью установления лимитов является природоохранная и экономическая (сбор платы за нормативное и сверхнормативное потребление ресурсов).

Порядок лицензирования различных видов деятельности приводится в Федеральном законе от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (с изменениями и дополнениями).

13.7. Особенности представления недр для разработки месторождений общераспространённых полезных ископаемых

Согласно ст. 18 и 19 Закона «О недрах» установлен порядок предоставления недр для разработки месторождений общераспространённых полезных ископаемых, порядок пользования недрами юридическими лицами и гражданами в границах предоставленных им земельных участков с целью добычи общераспространённых полезных ископаемых.

Недра для добычи общераспространённых полезных ископаемых с целью производства строительных материалов могут не предоставляться при условии возможности использования отходов горнодобывающего и иных производств, являющихся альтернативными источниками сырья [65].

Собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков имеют право, по своему усмотрению, в их границах осуществлять без применения взрывных работ добычу общераспространённых полезных ископаемых, не числящихся на государственном балансе, и строительство подземных сооружений для своих нужд на глубину до пяти метров, а также устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин на первый водоносный горизонт, не являющийся источником централизованного водоснабжения, в порядке, устанавливаемом соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Согласно ст. 22 этого же закона пользователь недр имеет право:

- использовать предоставленный ему участок недр для любой формы предпринимательской или иной деятельности, соответствующей цели, обозначенной в лицензии или в соглашении о разделе продукции;
- самостоятельно выбирать не противоречащие действующему законодательству формы этой деятельности;
- использовать результаты своей деятельности, в том числе добытое минеральное сырьё, в соответствии с лицензией или

соглашением о разделе продукции и действующим законодательством;

- использовать отходы своего горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, если иное не оговорено в лицензии или в соглашении о разделе продукции;

- ограничивать застройку площадей залегания полезных ископаемых в границах предоставленного ему горного отвода;

- проводить без дополнительных разрешений геологическое изучение недр за счёт собственных средств в границах горного отвода, предоставленного ему в соответствии с лицензией или соглашением о разделе продукции;

- обращаться в органы, предоставившие лицензию, по поводу пересмотра условий лицензии при возникновении обстоятельств, существенно отличающихся от тех, при которых лицензия была предоставлена.

Пользователь недр обязан обеспечить:

- соблюдение требований законодательства, а также утверждённых в установленном порядке стандартов (норм, правил) по технологии ведения работ, связанных с пользованием недрами, и при первичной переработке минерального сырья;

- соблюдение требований технических проектов, планов и схем развития горных работ, недопущение сверхнормативных потерь, разубоживания и выборочной отработки полезных ископаемых;

- ведение геологической, маркшейдерской и иной документации в процессе всех видов пользования недрами и её сохранность;

- представление геологической информации в федеральный и соответствующий территориальный фонды геологической информации;

- представление достоверных данных о разведанных, извлекаемых и оставляемых в недрах запасах полезных ископаемых, содержащихся в них компонентов, об использовании недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, в федеральный и соответствующий территориальный фонды геологической информации, в органы государственной статистики;

– безопасное ведение работ, связанных с использованием недрами;

– соблюдение утверждённых в установленном порядке стандартов (норм, правил), регламентирующих условия охраны недр, атмосферного воздуха, земель, лесов, водных объектов, а также зданий и сооружений от вредного влияния работ, связанных с использованием недрами;

– приведение участков земли и других природных объектов, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для их дальнейшего использования;

– сохранность разведочных горных выработок и буровых скважин, которые могут быть использованы при разработке месторождений и(или) в иных хозяйственных целях; ликвидацию в установленном порядке горных выработок и буровых скважин, не подлежащих использованию;

– выполнение условий, установленных лицензией или соглашением о разделе продукции, своевременное и правильное внесение платежей за пользование недрами.

К пользователям недр или привлекаемым ими для пользования недрами другим юридическим и физическим лицам предъявляются требования о наличии специальной квалификации и опыта, подтверждённых государственной лицензией (свидетельством, дипломом) на проведение соответствующего вида деятельности: геологической съёмки, поисков, разведки, разных способов добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений, других видов пользования недрами.

Разработку месторождений общераспространённых полезных ископаемых юридическими и физическими лицами при наличии у них лицензии или договора, выданного специальными государственными органами на проведение таких работ после проведения экологической экспертизы представленных проектов разработки месторождения.

13.8. Экологизация технологических процессов и производств

Одним из важнейших вопросов рационального использования природных ресурсов является экологизация природных ресурсов, заключающаяся в разработке таких технологических процессов и методов, внедрение которых будет наносить минимальный ущерб окружающей среде. Для определения эффективности разрабатываемых технологических процессов применяются следующие методы их оценки:

1. Определяются меры экологической опасности выбранных способов производства.

2. Устанавливается степень вредности выбросов и сбросов в окружающую среду.

3. Определяется опасность для окружающей среды выпускаемой продукции, отходов производства, их хранение и использование.

4. Предусматриваются мероприятия по соблюдению действующих нормативов технологий добычи и переработки сырья, земле и ресурсоёмкости, отходности, а также санитарно-гигиенических правил.

5. Производится сравнение предложенных технологических процессов с перспективными зарубежными аналогами [34; 35].

Экологизация технологических процессов предполагает применение комплексного и интенсивного использования природных ресурсов, экономный расход сырья, внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, переработку отходов и экологического паспорта предприятия. Комплексное использование природных ресурсов предусматривает всесторонность их освоения. Например, при комплексной переработке древесины на одном предприятии предусматривается лесопиление, изготовление мебели, тары и других видов продукции, а также получение целлюлозы, бумаги и т. д. Кроме того, должны перерабатываться отходы лесозаготовки и лесопереработки.

Интенсификация использования природных ресурсов предусматривает увеличение количества полезных продук-

тов, поучаемых из единицы объёма или площади без увеличения географического пространства. Например, извлечение большего объёма полезных ископаемых без увеличения территории места добычи.

В настоящее время особое значение приобретает вопрос о переработке отходов производства и потребления. Применение комплексной переработки твёрдых бытовых отходов позволяет не только уничтожить токсичные отходы, но и получать из них ценные продукты. Так, например, путём сортировки ТБО (отделения от них отходов резины, полимеров, кожи, металла и т. д.) получать из них высокого качества резинотехнические изделия, изделия из пластмассы, металлолом и т. д. Путём сжигания оставшейся части ТБО получать дополнительную тепловую энергию, а их компостированием — ценное удобрение.

Важное значение имеет экономия сырья (вещества) и энергии, которая достигается не только установлением жёстких норм расхода ресурсов, но и внедрением ресурсосберегающих и малоотходных технологий (процессов), комбинированных способов производства, снижением потерь ресурсов и т. д. Малоотходные технологические процессы особенно широко применяются в химической промышленности, в цветной металлургии, в энергетике и т. д.

13.9. Договорные формы природопользования

13.9.1. Виды договорных услуг

В социалистической системе хозяйственной деятельности договор относили к числу вспомогательных средств регулирования, использования и охраны окружающей среды. Он только уточнял права и обязанности участников отношений по хранению и использованию плодородного слоя земли, рекультивации земельного участка и осуществлению порядка проведения расчётов и ответственности сторон за надлежащее исполнение договорных условий [36; 66].

По мере более широкого внедрения в экологические отношения экономических методов регулирования договор принимает всё более распространённую и самостоятельную форму. Наибольшее распространение получает договор аренды. В связи с тем, что в России недра, воды, леса и животный мир находятся в государственной многоуровневой собственности (федеральной, субъектов федерации и муниципальной), появляются другие формы договоров.

Так, ст. 12 Федерального закона «О недрах» разрешает на договорных началах оказывать различные экологические услуги, в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ предусмотрен новый вид договора в области природопользования — договор о комплексном природопользовании. Законом «О недрах» юридическим лицам и гражданам предоставляется право ведения геологоразведочных работ и добыча общераспространённых полезных ископаемых на собственных участках. Однако договор пока не занимает самостоятельного места.

13.9.2. Арендные отношения в области природопользования

По договору аренды природных ресурсов одна сторона (арендодатель) обязуется передать другой стороне (арендатору) для целевого хозяйственного использования конкретно определённые виды природных ресурсов (земельные, лесные, лечебно-оздоровительные, водные, рыбохозяйственные, охотничьи) на установленный договором срок. Арендатор обязуется вносить согласованную договором арендную плату и соблюдать правила рационального использования и охраны природных ресурсов. Арендные договоры могут преследовать не только экономические цели, но и экологические, лечебно-оздоровительные, рекреационные [36; 66].

Арендодателем природных ресурсов может быть владелец либо собственник природных ресурсов (Федерация, субъекты Федерации, муниципальные образования, города и районы). Арендатором природных ресурсов может быть любое правоспособное физическое или юридическое лицо, государствен-

ные, кооперативные, общественные предприятия, организации, граждане и т. д.

Основные обязанности арендатора состоят в следующем:

- целевое и рациональное использование ресурса;
- выполнение обусловленных договором мероприятий по охране и воспроизводству ресурса, пресечению его истощения и разрушения;
- соблюдение экологических требований;
- уважение прав и интересов соседей природопользователей;
- возмещение причинённых убытков и своевременная плата за пользование ресурсами.

Для оформления арендного договора необходимы:

- подача заявки заинтересованной организацией, гражданином с указанием цели аренды природных ресурсов;
- изучение возможностей заявителя реализовать данную цель на условиях договора;
- проведение конкурса или аукциона;
- оформление документа по результатам конкурса или аукциона и заключение договора.

В связи со сложностями освоения природных ресурсов сроки исполнения работ более длительны и в договоре в каждом конкретном случае устанавливаются по согласованию. Лесная и водная аренды имеют меньшие сроки, на охотничьи угодья арендный договор заключается сроком от 2 до 5 лет.

Арендодатель имеет право расторгнуть досрочно договор при невыполнении арендатором условий договора. Наряду с объективными причинами расторжения договора на практике применяются и субъективные условия и другие основания. Однако в связи с тем, что арендные отношения в области природопользования только развиваются, нормативная база ещё не полностью отработана.

13.9.3. Договорные отношения на рынке экологических услуг

Несмотря на расширение рыночных отношений, договорные отношения услуг в стране развиваются медленно в ос-

новном из-за превышения расходов над доходами. В настоящее время рассматривается вопрос о развитии рынка экологических услуг на базе широких договорных связей с привлечением частного капитала и с расширением частной предпринимательской деятельности. Если рассматривать экологические услуги в качестве такого широкого спектра деятельности, как экологическое страхование, эколого-правовое обеспечение, деятельность экологических фондов, учебно-консультативная работа, издательское дело, нормирование и оценка качества окружающей среды и т. д., то сфера договорных отношений здесь в помощь государственным структурам необходима [36].

Сторонами в таком договоре могут быть административные органы Министерства природных ресурсов и экологии, выступающего в роли оптового или индивидуального заказчика, и предприятия — исполнители экологических услуг, действующие в качестве подрядчиков. В качестве подрядчика может быть и отдельное лицо, обязующееся по договору выполнять конкретную услугу: прочитать лекцию, написать методическую разработку, написать проект нормативного акта, написать учебник и т. д.

Для расширения этих услуг необходимо подготовить типовый договор на экологическую услугу, в котором наряду с общими нормами подрядного договора, предусмотренного Гражданским кодексом РФ, необходимо отразить специфические черты, характерные для экологической деятельности в период формирования рынка. Однако пока Министерство природных ресурсов и экологии не имеет никаких средств для организации такой деятельности.

13.10. Управление геосистемами различного функционального назначения

13.10.1. Методы эколого-экономического управления земельными ресурсами

Земля наравне с трудовыми ресурсами является важнейшим фактором экономического роста, капиталом и научно-техническим прогрессом [48; 53]. Основным условием роста вклада земельных активов в экономику страны в современных условиях является повышение эффективности использования земельных ресурсов за счёт создания институциональных основ для применения экономических методов регулирования землепользования, которые до сих пор не решены. Земля в России до сих пор как фактор экономического развития не имеет цены. Экономические методы регулирования землепользования, основанные на объективной ценности земли и направленные на повышение эффективности использования земельных ресурсов, в том числе с учётом необходимости сохранения её экологического потенциала, не определены и требуют теоретического развития и методического обоснования.

Особенно важными в последние годы являются вопросы сохранения экологического потенциала территории экономическими методами, что связано с признанием международным сообществом принципа «устойчивого развития». Однако на современном этапе земельной реформы при практически бесконтрольном становлении рыночных отношений в земельной сфере, отсутствии критериев разграничения собственности на природные ресурсы и противоречивости земельного законодательства эти вопросы не решаются и даже не предусматриваются сроки их решения.

Органы, отвечающие за проведение земельной реформы, выдвигают концепцию, согласно которой земля должна рассматриваться исключительно как объект недвижимости, предназначенный для получения коммерческой выгоды без учёта связанного с землёй экологического потенциала. Признаётся основным критерием эффективности только доход

от земли. Высказываются даже предложения о ликвидации природоохранных ограничений по особо охраняемым природным территориям как мешающие экономическому развитию регионов. Предлагается выводить такие территории из особо охраняемых территорий и разрешать производить на них застройку без учёта экологических ограничений. Не учитывается экологический ущерб от применения таких решений, который несоизмеримо выше кратковременной выгоды.

Экономические методы, позволяющие сохранять экологический потенциал территорий при использовании земель, не только не получили распространение, но и не рассматриваются в связи с происходящим в последнее время разрушением на государственном уровне основных экономических и общественных институтов охраны окружающей среды (отмена государственной и общественной экологической экспертизы).

В то же время во всех странах (Евросоюз, США и др.) применяются определённые государственные и общественные институты, обеспечивающие сбалансированное развитие территории в интересах всего населения при соблюдении права собственности и предоставлении дополнительных гарантий лицам, чьи интересы непосредственно затрагиваются принимаемыми градостроительными решениями в сфере использования земель.

В странах с рыночной экономикой использование земель регулируется методами рыночного характера, основанными на применении различных экономических стимулов и санкций, позволяющих воздействовать на землепользователей в требуемом обществом направлении. В странах, где отсутствует собственность на землю и её рыночный оборот, государство устанавливает порядок использования земель и регулирует процессы землепользования жёсткими административными нормами и правилами.

Такая модель регулирования землепользованием до недавнего времени применялась в нашей стране. Однако в последнее время модель жёсткого административного регулирования землепользования под влиянием финансовых интересов, обусловленных превращением земли в капитал, стала претер-

певать серьёзные изменения. В связи с отсутствием критериев разграничения собственности на природные ресурсы, противоречивости земельного законодательства и фактического отказа от действующей ранее системы градостроительного и природоохранного регулирования землепользования в последнее время происходит снижение государственного контроля за использованием земель, что подтверждается приведёнными данными: прекращением разработки территориальных схем охраны природы; внесением поправок в Лесной кодекс РФ, разрешающих застройку ценных природоохраняемых лесов; отсутствием закона о планировании использования земли и законодательных норм по обязательному землеустройству межселитебных территорий, а также отсутствием чётких правил получения разрешения на застройку сельскохозяйственных угодий и т. д.

В таких условиях регулирование землепользованием перестаёт выполнять функции, направленные на сохранение экологического и природно-ресурсного потенциала и защиты интересов населения, что выражается в застройке территорий, являющихся местами отдыха населения, выполняющих природоохранные функции и обладающих значительным рекреационным потенциалом. Все эти прогрессивные направления в землепользовании ведомствами, ответственными за регулирование земельных отношений, будут способствовать скорейшему формированию эффективного собственника земли и эффективному выполнению мероприятий, предусмотренных в областных программах по восстановлению плодородия земель сельского назначения и обеспечению населения области качественной питьевой водой [59; 74].

13.10.2. Рациональное использование природно-антропогенных ландшафтов

Как указывалось ранее, природные ландшафты под влиянием хозяйственной деятельности человека претерпевают существенные изменения и преобразуются в природно-антропогенные ландшафты. Значительная часть таких ландшафтов создана для выполнения ресурсовоспроизводящих (лесона-

саждения, поля, пастбища) и средоформирующих (селитебные территории, рекреационные уголья и т. п.) функций [45; 48].

Одной из особенностей рационального природопользования в условиях природно-антропогенных ландшафтов является недопустимость ухудшения состояния окружающей среды и условий жизнедеятельности человека, при этом не должно быть превышения природноресурсного потенциала путём изъятия вещества и энергии. Одновременно необходимо принимать действенные меры по ликвидации или снижению уже проявившихся негативных процессов.

Другая особенность природно-антропогенных ландшафтов состоит в том, что они обладают упрощённой структурой по сравнению с природными системами, а поэтому они менее устойчивы к внешним воздействиям и для выполнения своих функций нуждаются в постоянной или периодической поддержке со стороны человека, например, в условиях земледельческих ландшафтов необходимо регулярное внесение удобрений.

В связи с этим, для формирования устойчивых природно-антропогенных ландшафтов необходимо установление сбалансированного соотношения между различными формами использования территорий и, соответственно, оптимального соотношения площадей сельскохозяйственных, лесохозяйственных, селитебных, природоохранных и других ландшафтов. Это соотношение зависит от природных условий.

Так, например, в лесной зоне нежелательно расширение посевных площадей из-за низкого плодородия почв, а в лесостепной и степной зонах площади пахотных земель целесообразно сохранить, а положительное влияние леса — компенсировать полезащитными и другими многолетними насаждениями.

В связи с этим для рационального использования и охраны природно-антропогенных ландшафтов необходимо разрабатывать систему различных мероприятий, направленных на эффективную эксплуатацию их ресурсов без существенных нарушений способностей геосистем к саморегулированию и самовосстановлению [6]. Особое значение имеют профи-

лактические мероприятия, упреждающие многие негативные последствия, а также внедрение системы регулярных мероприятий и действий, направленных на поддержание свойств природно-антропогенных комплексов в таком состоянии, при котором успешно выполняются возложенные на них социально-экономические функции.

Эффективность применяемых мероприятий по уходу за природно-антропогенными ландшафтами на их состояние и продуктивность особенно подтверждается при использовании сельскохозяйственных и лесных ландшафтов, а также ландшафтов, содержащих в своих недрах месторождения полезных ископаемых.

13.10.3. Управление лесохозяйственными ресурсами области

К лесохозяйственным ресурсам области относятся природно-антропогенные комплексы, функциональное назначение которых заключается в рациональном использовании лесных ресурсов, постоянное воспроизводство лесов и их охрана от уничтожения. По назначению лесные ресурсы разделяют на две группы [36; 48].

К первой группе относят организации по эксплуатации лесного хозяйства, по заготовке древесины и различной лесной продукции. Основная задача рационального природопользования и управления такими комплексами состоит в переходе от сплошных рубок леса к выборочным, в строгом соблюдении правил лесовосстановления на вырубленных участках, в обеспечении нормального ухода за молодыми посадками.

Ко второй группе относятся комплексы, основным назначением которых является обеспечение использования лесов с целью рекреации, здравоохранения и заповедного дела, а также выполнение лесами средообразующей и природоохранной функций. К этой группе относятся также лесохозяйственные комплексы рекреационного назначения, зелёной зоны вокруг городов и посёлков, лесопарки и курортные леса, а также водоохранные леса, расположенные по берегам рек, озёр и водохранилищ.

Одной из основных задач управления лесными ресурсами второй группы является обеспечение устойчивости лесных биогеоценозов в связи с воздействием рекреационных и других нагрузок. Этот вопрос возможно решать зонированием территории по интенсивности посещения рекреантами лесов в зависимости от их структуры в соответствии с установленными нормативами, а также путём создания рациональной дорожно-тропиночной сети, локализирующей передвижение посетителей, устройства специальных площадок для отдыха и игр, для установки личных палаток и т. п.

Важное значение имеет поддержание оптимальной пространственной структуры ландшафтов, недопущение необоснованных перестроек лесных массивов. Допускаются перестройки лесных массивов, с одной стороны, при условии сохранения положительных свойств исходных ландшафтов, с другой — при обогащении их новыми ценными качествами для отдыхающих.

Хорошие результаты могут обеспечить, например, мероприятия по созданию куртинно-полянных комплексов — плотных групп деревьев и кустарников, отделяющих друг от друга поляны и прогалины, играющих роль кулис, создающих значительную изоляцию и хорошо поглощающих шумы и защищающих от сильных ветров.

Положительное значение для сохранности леса имеет применение выборочных рубок. Оно не только позволяет прокладывать лесные коридоры между отделенными, представляющими интерес ландшафтными образованиями, и раскрывает виды на живописные элементы местности, исторические и культурные достопримечательности, но и способствует более быстрому росту деревьев первого и второго ярусов.

Иногда целесообразно введение в состав насаждений декоративных форм растений, а также преобразование естественных лесных массивов в лесопарки, что позволит значительно эффективнее использовать рекреационный и средообразующий потенциал этих природных комплексов. Не менее важным условием поддержания благоприятной экологической обстановки в лесных системах имеет регулярный контроль

за состоянием природной среды и характером лесохозяйственных мероприятий.

Особенно важным являются аэрокосмические методы исследования, позволяющие оперативно оценить состояние лесных угодий и принять срочные меры по устранению выявленных нарушений и предотвратить их дальнейшее распространение. Одной из важнейших задач Управления лесного хозяйства и фермерских хозяйств области, эксплуатирующими лесные ресурсы, заключается в обеспечении качественного восстановления лесов области согласно принятой областной программе [68; 92].

13.10.4. Рациональное использование ландшафтов как целостных образований

Известно, что природно-ресурсный потенциал включает в себя не только производственные, но и экологические ресурсы и зависит от природных свойств ландшафтов, направления и форм хозяйственного использования территории. В связи с этим для сохранения устойчивости экосистем (недопущения нарушения важнейших свойств и функций ландшафтов) допустимо изъятие веществ и энергии лишь такого количества, которое не подрывает способность экосистем к саморегулированию и самовосстановлению [36; 66].

В большинстве случаев ландшафт, являясь полуфункциональным образованием (т. е. пригодным для различных видов деятельности), может в зависимости от его природно-ресурсного потенциала выполнять такие социально-экономические функции, которые полнее всего соответствовали бы его природным свойствам, т. е. потенциалу ландшафта.

Зная это, возможно разработать практические меры по эффективному использованию ландшафтов. Так, например, для сохранения целостности лесного ландшафта необходимо не допускать чрезмерных нагрузок (значительного уплотнения почвы, обеднения и смены надпочвенного покрова, исчезновения подростков и т. д.), которые приводят к значительному снижению плодородия (снижению прироста деревьев), их рекреационной ёмкости и устойчивости и в дальнейшем к гибели леса.

Конкретные меры по рациональному применению рекреационного потенциала связаны с типом природопользования. Известно три типа рекреационного природопользования.

Первый тип характеризует использование условно неизменных ландшафтов, чаще всего слабо приспособленных для рекреационных целей (ландшафты национальных парков, зелёных зон городов и др.), основное направление природопользования которых состоит в поддержании гармоничных отношений между рекреационными нагрузками и устойчивостью природных систем путём регулирования норм нагрузок, не допуская деградации ландшафтов.

Второй тип связан с рациональным использованием изменённых природных комплексов (ландшафты лесопарков, загородные зоны отдыха, охотничьи хозяйства и др.), основные мероприятия которых направлены на придание природным комплексам большей устойчивости к рекреационному воздействию путём перевода лесных массивов в лесопарки, укреплению берегов водоёмов, санитарным и восстановительным рубкам и т. д.

Третий тип рекреационного природопользования характеризуется созданием при эксплуатации объектов специальных природно-антропогенных ландшафтов (природно-технических систем), в которых технические компоненты в основном определяют рекреационную устойчивость и комфортность (искусственные парки, сады, пляжи, водохранилища, курортно-оздоровительные комплексы и др.).

В связи с этим рациональное использование и охрана целостных природных образований рассматривается как проблема оптимизации ландшафтов, т. е. как реализация наилучшего варианта использования природно-ресурсного потенциала ландшафтов при условии сохранения их качества. В связи с этим выделяют три основных направления в оптимизации ландшафтно-экологических систем:

- полная консервация ландшафта;
- строго регламентированное использование его ресурсов в сочетании с мерами, обеспечивающими экологическое равновесие в природе;

– интенсивное хозяйственное использование ландшафта с искусственным поддержанием равновесия с глубоким мелиоративным воздействием.

13.10.5. Управление промышленными геосистемами

К промышленным геосистемам относятся различные технические объекты промышленного назначения с окружающей их природной средой. Ими могут быть как отдельные промышленные предприятия (рудники, заводы), так и сложные производственные комплексы (горнометаллургические и лесоперерабатывающие комбинаты и комплексы и др.).

Воздействие промышленных объектов на природные системы заключается в загрязнении атмосферы, водоёмов, почвы, уничтожении растительности, нарушении структуры ландшафтов и т. д. [36; 48].

В связи с этим для снижения воздействия их на природную среду необходимы:

- внедрение прогрессивных ресурсо- и средосберегающих технологий и методов производства;
- применение более совершенных методов очистки выбросов и утилизации отходов производства;
- комбинирование производств на базе комплексного использования сырья и полуфабрикатов.

При высокой территориальной концентрации промышленных объектов и неблагоприятных природно-экологических условиях (например, дефицит воды) необходимо территориальное рассредоточение предприятий и установление размеров санитарно-защитных зон. В местах хранения отходов предприятий необходимо проведение мероприятий по рекультивации нарушенных земель.

В системе управления промышленными геосистемами особое значение придаётся геоэкологическому мониторингу окружающей среды, для оценки качества которой должны использоваться как санитарно-гигиенические, так и экологические, ограничивающие негативное воздействие на природную среду нормативы чистоты атмосферы, воды, почв. Наряду с указанными нормативами часто применяют

также комплексные показатели, характеризующие состояние геосистемы в целом (продуктивность биогеоценозов, расход веществ и энергии, способность к самоочищению и др.). Использование нормативных показателей позволяет регулировать качество окружающей среды путём воздействия как на технические средства, так и на технологические процессы.

13.10.6. Регулирование геосистем природоохранного назначения

Геосистемы природоохранного назначения представляют собой естественные и слабоизменённые территориальные и аквальные комплексы, основными функциями которых является сохранение эталонных ландшафтов и водоёмов или их отдельных компонентов, чаще всего растений и животных. У них могут быть и рекреационные, производственные, просветительно-воспитательные и другие функции. Однако эти системы имеют подчинённое значение и большие ограничения [36; 48].

Природоохранные геосистемы функционируют в соответствии с естественными законами развития, но во многих случаях и не без участия человека. Человек внедряет мероприятия по охране и поддержанию естественного состояния указанных комплексов, вмешиваясь в некоторые природные процессы, например, регулирует численность животных. Поэтому природоохранные территории и акватории рассматриваются как объекты управления (регулирования).

Пути управления этими системами определяются конкретными задачами по охране территории и природно-антропогенной обстановки на этой территории. В связи с этим применяются три вида участия человека в функционировании природоохранных геосистем:

– невмешательство (или минимальное вмешательство) в ход естественных процессов, которое возможно только в случаях, когда охраняемые ландшафты практически не затронуты хозяйственной деятельностью человека и расположены в слабоосвоенных районах, т. е. когда антропогенно-техногенное воздействие сведено к минимуму;

– сохранение структуры и режима функционирования охраняемых ландшафтов, помощь в сохранении которых необходима в условиях интенсивного ведения хозяйства на территориях, окружающих геосистемы природоохранного назначения, а также в случаях, когда основной задачей является сохранение определённых видов растений и животных. Если же регион, в котором находится геосистема относится к хозяйственно развитым, то для сохранения даже неизменного человеком ландшафта требуется применение комплекса мероприятий по снижению возможных антропогенно-техногенных воздействий, в том числе создание буферных зон, в которых режим пользования ограничен и препятствует распространению отрицательного воздействия. К таким мероприятиям относятся создание лесозащитных полос, неприменение удобрений и других химикатов или изменение метода их внесения в почвы, строительство очистных сооружений и т. д.;

– активное управление (т. е. вмешательство в природные процессы) применяется в тех случаях, когда при создании объектов природоохранного назначения сохраняются антропогенные модификации естественных ландшафтов и максимальное видовое разнообразие, а также в случае сохранения за геосистемами определённых производственных функций, например, национальные парки, памятники природы и т. д.

В первом и втором случаях осуществляется система поддерживающих регулирующих мероприятий, например, ограниченный выпас скота, укусы и т. д. В третьем случае хозяйственные мероприятия в первую очередь должны быть подчинены главной задаче — охране геосистемы. Системы природоохранного назначения подразделяются на следующие три управляющие подсистемы:

– управляющая подсистема непосредственно включена в структуру геосистемы и вся её деятельность направлена на регулирование этой системы, например, в заповедниках;

– управляющая подсистема состоит из двух блоков: контролирующего и активно управляющего, например, в национальных парках, где контроль осуществляется на всей терри-

тории парка, а активное управление — на участках, выполняющих производственную функцию;

– геосистема не имеет собственной управляющей подсистемы, а её функции выполняет соответствующая подсистема какого-либо другого природно-технического комплекса, например, управление в заказниках и памятниках природы.

13.10.7. Рациональное использование и охрана биологических ресурсов

Биологические ресурсы (растительные и животные организмы, используемые человеком для получения необходимых ему материальных благ) играют особую роль в биосфере. Растения не только служат источником ценных продуктов питания (зерна, овощей, плодов и т. д.), но и являются сырьём для промышленности и строительства. Растения активно участвуют в формировании газового состава атмосферы (в синтезе кислорода) и в образовании гумуса почвы, поддерживая её плодородие [30; 48].

Особенность биологических ресурсов состоит в том, что они способны к относительно быстрому возобновлению при условии, когда интенсивность их использования не превышает скорости их самовосстановления и сохранения нормального состояния окружающей природной среды. Главным принципом рационального использования и охраны биологических ресурсов является требование, согласно которому изъятие этих ресурсов не должно превышать уровень их естественного возобновления. Например, рубка леса должна производиться только в пределах расчётной лесосеки, охота в рамках ежегодного восстановления численности животных и т. д.

Степень использования биологических ресурсов (B — балансовый показатель) можно рассчитать по приведённой зависимости:

$$B = P/\Pi, \quad (13.1)$$

где P — расходуемая часть природного ресурса; Π — величина возобновления ресурса. Показатель B , равный единице, указывает на сбалансированность конкретного вида ресурса,

если же B больше единицы, то идёт истощение природного ресурса.

В регионах, в которых этот показатель по большинству ресурсов превышает единицу, необходимо внедрять мероприятия по сокращению использования природного ресурса с высоким показателем или применять комбинированные схемы использования ресурсов. Например, наиболее продуктивными являются угодья, которые используются комбинированно — как пастбища и как сенокосы.

Особое ландшафтно-экологическое значение имеет сохранение лесных площадей и развитие системы зелёных насаждений, выполняющих ресурсо- и средовоспроизводящих, водоохранной и рекреационной функций. В связи с этим в районах, где основное назначение лесных ландшафтов связано с водорегулирующей и рекреационной функцией, оптимальная лесистость должна составлять 30–35%, в верховьях крупных рек — 50–60 %.

Установлено также, что для обеспечения человека необходимым количеством кислорода (400 кг в год) необходимо, чтобы площади лесных насаждений составляли не менее 0,3 га. Это достигается только широким внедрением прогрессивных способов рубки леса, а также непревышением рубок при групповой рубке от 30 до 60 %, а при выборочных рубках — не менее 25–40 %.

Для недопущения снижения численности и продуктивности живых организмов (зверей, птиц и т. д.) необходимо сохранять местообитания и поддерживать оптимальную мозаичность (разнообразие) ландшафтов с чередованием лесных массивов, болот, озёр, полезащитных полос и других угодий. Одновременно для сохранения и поддержания численности промысловых животных необходимо резко сократить или предотвращать загрязнение окружающей среды, а также вводить ограничения на охоту и рыболовство.

Глава 14. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

14.1. Основные положения и сущность экономического механизма охраны природных ресурсов

Современное ускоренное развитие промышленности обострило проблему ограниченности природных ресурсов, что требует повышения требований к использованию природных ресурсов и недопущения противоречий между экономикой и природной средой. В связи с этим необходимо обеспечить такое взаимодействие между ними, при котором высокие темпы расширенного воспроизводства, экономического роста и повышения благосостояния народа сочетались бы не только с сохранением, но и постоянным улучшением и развитием как отдельных природных комплексов, так и всей окружающей среды [11; 66].

Противостояние экономики и экологии — одна из важнейших проблем охраны окружающей среды. Решать эту проблему необходимо с помощью экономического механизма, опираясь на материальную заинтересованность исполнителя в достижении реальной цели. В основу экологической экономики входят как постоянно действующие институты, так и новая совокупность признаков, возникающая на базе перехода к рыночным отношениям.

Важнейшим направлением в рациональном использовании природных, в том числе и минеральных ресурсов, является экономическое регулирование в области охраны окружающей среды, основными методами которого, согласно ст. 14 Федерального закона «Об охране окружающей среды», являются:

- разработка государственных прогнозов социально-экономического развития страны и регионов на основе экологических прогнозов;

- разработка целевых федеральных и региональных программ в области экологического развития страны и охраны окружающей среды субъектов Российской Федерации;
- разработка и внедрение в регионах мероприятий по охране окружающей среды;
- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов и лимитов на размещение отходов производства и потребления;
- проведение экономической оценки природных и природно-антропогенных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших технологий, нетрадиционных видов энергии при использовании вторичных ресурсов и т. д.;
- поддержка предпринимательской инновационной и иной деятельности, направленной на охрану окружающей среды;
- возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде и т. д.

Возросшие в последние десятилетия требования к охране природных комплексов определяют развитие как рыночных, так и административных методов воздействия на землепользователей. Совмещение этих подходов приводит к тому, что главные вопросы регулирования землепользованием решаются на экономической основе. Для стимулирования внедрения конкретных планов и программ землепользования применяется гибкая система экономического принуждения путём установления налоговых льгот, целевых кредитов, штрафов, компенсаций, выкупа земель и других видов воздействия на землепользователей [11].

Основой методов экономического воздействия на частных собственников земель и недр является оценка рыночной стоимости земли, недвижимости конкретных землепользователей, оценка ущерба в результате воздействия на окружающую среду и оценка стоимости природных благ и экосистемных ус-

луг, свойств и функций живой природы, имеющих социальное, экологическое и природоохранное значение [11; 76].

Стоимостная оценка последних представляет собой проблему, поскольку большинство экологических услуг находится вне рынка и прямые указания на их цену отсутствуют. Для решения этой проблемы современной экологической теорией в 1990-е гг. была разработана и к настоящему моменту получила мировое признание концепция общей экономической ценности природы (Total Economic Value, TEV), которая заключается в суммировании рыночных и нерыночных показателей ценности природы:

$$TEV = UV + NUV. \quad (14.1)$$

Ценность использования (UV) является суммой четырёх слагаемых:

$$UV = DV + IV + OV + QOV, \quad (14.2)$$

где DV — ценность прямого использования; IV — ценность косвенного (непрямого) использования; OV — ценность отложенной альтернативы; QOV — ценность отложенной альтернативы. Ценность неиспользованной альтернативы (NUV) определяется суммой ценности существования (EV) и ценности наследования (BV). В нашей стране такая методика пока не применяется.

В настоящее время в России одним из возможных путей застройки ценных лесных земель является взятие таких земель в долгосрочную аренду. После заключения договора аренды в соответствии с нормами лесного законодательства на лесных землях осуществляется постройка сооружения, которое затем регистрируется на праве собственности. После регистрации права собственности в соответствии с нормами земельного законодательства осуществляется приватизация земельного участка, относящегося к строению.

Возможны и другие процедуры, позволяющие застройку ценных лесных земель. К ним относится перевод земель лесного фонда в другую категорию, санитарная рубка в лесах первой категории, передача земель лесного фонда в другой

вид пользования и отнесение их к близлежащему местному поселению.

14.2. Финансирование природоохранных мероприятий и платность природных ресурсов

Основными источниками финансирования мероприятий по охране окружающей среды являются бюджеты Российской Федерации, автономных республик, краёв, областей и местных органов самоуправления, а также средства предприятий. В доходную часть бюджетов всех уровней зачисляются соответствующие налоги, платежи и отчисления за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды. Аккумулированные в доходной части бюджета средства передаются на финансирование природоохранной деятельности.

Для обеспечения надёжного финансирования различных видов природоохранной деятельности в стране создаётся система внебюджетных экологических фондов (федеральный, республиканский, краевой, областной и предприятий). Такие фонды служат дополнительным источником финансирования и кредитования различных природоохранных мероприятий. Одной из форм по защите имущественных интересов физических и юридических лиц является экологическое страхование от непреднамеренных обстоятельств, приводящих к авариям и катастрофам. Цель экологического страхования — предоставление страховой защиты имущественных интересов третьих лиц от непреднамеренного и неожиданного загрязнения окружающей среды.

После отмены исключительной государственной монополии на землю и другие природные ресурсы стало возможным введение платежей за пользование природными ресурсами. При установлении платности за пользование природными ресурсами ставились следующие три задачи:

- 1) повышение заинтересованности производителя в эффективности использования природных ресурсов и земель;

2) повышение заинтересованности производителя в сохранении и воспроизводстве природных ресурсов;

3) получение дополнительных средств на восстановление и воспроизводство природных ресурсов.

Плата за природные ресурсы устанавливается по каждому виду правительством РФ в зависимости от их состава и качества, условий использования, с учётом следующих положений:

1. Плата за землю производится в трёх формах: земельный налог, арендная плата, нормативная цена земли. Ставки налога на сельскохозяйственные земли (угодья) устанавливаются с учётом состава почвы, качества площади и месторасположения площадей. Средние ставки дифференцируются субъектами Федерации, а по городским землям — местными органами самоуправления.

Налог на земли лесного фонда взимается в составе платы за пользование лесами. Такой налог оплачивается по другим ставкам — в размере 5 % от таксовой стоимости древесины, отпускаемой на корню. Земельный налог и арендная плата за землю поступают в местный бюджет и используются для восстановления плодородия земель. Нормативная цена земли — показатель, характеризующий стоимость участка земли определённого качества и месторасположения с учётом потенциального дохода за расчётный срок окупаемости, устанавливается субъектами Федерации. Применяются также договорная цена земли (по договору купли-продажи), конкурсная (при продаже по конкурсу) и аукционная (при продаже на аукционе).

2. При пользовании недрами, согласно Закону «О недрах», установлены следующие виды платежей за недропользование:

- разовые платежи за пользование недрами при наступлении определённых событий, оговорённых в лицензии;
- регулярные платежи за пользование недрами;
- плата за геологическую информацию о недрах;
- сбор за участие в конкурсе (аукционе);
- сбор за выдачу лицензий [33; 40].

Кроме того, пользователи недр уплачивают другие налоги и сборы, установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации о налогах и сборах. Пользователи недр, выступающие стороной соглашений о разделе продукции, являются плательщиками платежей при пользовании недрами в соответствии с законодательством Российской Федерации. При заключении соглашений о разделе продукции предусматривается раздел добытого минерального сырья между Россией и пользователем недр в соответствии с Федеральным законом «О соглашениях о разделе продукции». Взимание указанных налогов и платежей заменяется разделом продукции согласно условиям соглашения о разделе продукции, заключённого в соответствии с указанным законом.

3. Плата за пользование водными объектами устанавливается в зависимости от собственности и бывает двух видов: за право пользования водными объектами и на восстановление и охрану вод. Плата за право пользования водными объектами устанавливается в соответствии с Водным кодексом на основе следующих принципов:

- стимулирование экономного использования водных ресурсов, а также охраны водных объектов;
- дифференциация ставок платы за пользование водными объектами в зависимости от речного бассейна;
- равномерность поступления платы за пользование водными объектами в течение календарного года [33].

Плата на восстановление и охрану водных объектов устанавливается правительством Российской Федерации согласно водному законодательству, она взимается с водопользователей и вносится в государственный внебюджетный фонд восстановления и охраны водных объектов, а за пользование подземными водами — в государственный внебюджетный фонд воспроизводства минерально-сырьевой базы.

4. Форма платы за пользование лесными ресурсами определяется в соответствии со ст. 73 Лесного кодекса, на основе минимального размера арендной платы, устанавливаемой в согласно приведённым положениям:

- при использовании лесного участка с изъятием лесных ресурсов минимальный размер арендной платы определяется как произведение ставки платы за единицу объёма лесных ресурсов и объёма изъятия лесных ресурсов на арендуемом лесном участке;
- при использовании лесного участка без изъятия лесных ресурсов минимальный размер арендной платы определяется как произведение ставки платы за единицу площади лесного участка и площади арендуемого лесного участка;
- для аренды лесного участка, находящегося в федеральной собственности, собственности субъекта Российской Федерации, муниципальной собственности, ставки платы за единицу объёма лесных ресурсов и ставки платы за единицу площади лесного участка устанавливаются соответственно Правительством РФ, органами государственной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления [62; 65].

5. Плата за пользование растительными ресурсами определяется местными органами управления и регламентируется выше перечисленными положениями.

6. Плата за пользование животным миром в виде охоты, отлова животных, использование продуктов их жизнедеятельности и т. д., а также арендной платой за пользование охотничьими угодьями предусматривается в виде разнообразной платы, ставки которой определяются органами местного самоуправления.

7. Федеральным законом «Об охране окружающей среды» и постановлением Правительства РФ № 344 от 12.06.2003 г. предусмотрена плата за негативное воздействие на окружающую среду на следующие виды воздействия:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ;
- размещение отходов производства и потребления;
- сбросы загрязняющих и иных веществ и микроорганизмов в водные объекты;
- загрязнение недр и почв;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;

– иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Законом предусматривается три вида платы за загрязнение: за выбросы, сбросы вредных веществ в пределах установленных лимитов; выбросы, сбросы вредных веществ сверх установленных норм или без разрешения компетентных органов; плата за размещение отходов. Порядок установления платы состоит из трёх этапов: определения базовых нормативов платы, дифференцированных ставок, конкретных размеров платы за загрязнители.

Порядок определения размера платы за загрязнение устанавливается для каждого вида деятельности постановлением Правительства РФ № 334 от 12.06.2003 г.

Платежи за выбросы и размещение отходов производятся предприятием за счёт себестоимости продукции, а платежи за превышение лимитов производятся за счёт прибыли предприятия. Из общей суммы платежей 10 % платежей подлежат перечислению в доход федерального бюджета, а остальные 90 % — в экологические фонды.

14.3. Экономическая эффективность малоотходных и ресурсосберегающих мероприятий и производств

14.3.1. Расчёт экономического эффекта малоотходных и ресурсосберегающих производств

Расчёт экономического эффекта от внедрения малоотходных и ресурсосберегающих производств проводится на основе сопоставления затрат на их осуществление с экономическим результатом, полученным при их реализации, выражающимся величиной предотвращённого экологического ущерба, наносимого загрязнением окружающей среде [3; 33]. Общая экономическая эффективность (\mathcal{E}_3 , р.) определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{C + E_n K}, \quad (14.3)$$

где C — текущие затраты в течение года, р.; E_n — норматив

эффективности для приведения капитальных вложений в годовой размерности; K — капитальные вложения, r .

Если \mathcal{E}_3 является результатом долгосрочного мероприятия, то можно рассчитать интегральный эффект. Сумма $(C + K)$ за период, превышающий срок окупаемости $t = 1/E_H$. Тогда эффективность затрат (\mathcal{E}_3) определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum (C + K)}. \quad (14.4)$$

Первичный эффект ($\mathcal{E}_{\text{пэ}}$) от снижения отрицательного влияния на окружающую среду, рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{пэ}} = \frac{\Delta B}{C + E_H K}, \quad (14.5)$$

где ΔB — снижение величины отрицательного воздействия на окружающую среду, например, снижение концентрации вредных веществ в воде.

Этот же эффект можно подсчитать и по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{пэ}} = \frac{P}{C + E_H K}, \quad (14.6)$$

где P — показатель, характеризующий улучшение состояния окружающей среды в данной местности.

14.3.2. Определение экономического эффекта от внедрения природоохранных мероприятий

Экономический эффект от внедрения природоохранных мероприятий можно определять двумя методами: по приросту чистой продукции и по приросту прибыли предприятия или по снижению себестоимости выпускаемой продукции.

Экономический эффект от сокращения ущерба (ΔY) и увеличения прибыли предприятия ($\Delta \Pi$) рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \Delta Y + \Delta \Pi - (C + E_H K). \quad (14.7)$$

Ущерб, наносимый окружающей среде предприятием, равен сумме ущербов, наносимых атмосфере (Y_a), водному бас-

сейну (Y_B) и земельным ресурсам (Y_3), недрам (Y_H), флоре и фауне (Y_Φ), и рассчитывается по формуле

$$Y = Y_a = Y_B + Y_3 + Y_H + Y_\Phi. \quad (14.8)$$

Абсолютная эффективность дополнительных капитальных вложений на природоохранные мероприятия (Θ_Φ) рассчитывается по формуле

$$\Theta_\Phi = \frac{\Delta\Pi}{K}. \quad (14.9)$$

Тогда абсолютная экономическая эффективность природоохранных мероприятий будет равна приведённой зависимости:

$$\Theta_{\Phi\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij}}{C + E_H K}, \quad (14.10)$$

где Θ_{ij} — экономический эффект i -го типа на j -м объекте; E_H — нормативный коэффициент капитальных вложений ($E_H = 0,12-0,16$).

14.3.3. Расчёт экономического эффекта от повышения производительности труда, эффективности использования оборудования и хозрасчёта

Общий экономический эффект от повышения производительности труда в отраслях материального производства рассчитывают по приросту чистой продукции, а в непродуцственной сфере — по сокращению затрат; хозрасчётный эффект — по приросту прибыли или экономии затрат.

Общий эффект от снижения расхода сырья, материалов, топлива в отходах, сточных водах, газах и пыли, определяют по приросту прибыли или общей экономии по себестоимости за вычетом текущих расходов.

Общий экономический эффект от более эффективного использования оборудования (за счёт сокращения времени ремонта оборудования, роста производительности труда и т. д.)

устанавливают по приросту чистой продукции. Хозрасчётный эффект рассчитывают по приросту прибыли от снижения затрат на ремонты и от увеличения службы оборудования по следующей формуле

$$\mathcal{E}_x = \mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2 + \Phi K_p (T_2 - T_1), \quad (14.11)$$

где \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 — затраты на ремонт оборудования до и после внедрения мероприятий; Φ — среднегодовая стоимость оборудования; K_p — коэффициент годовой рентабельности основных фондов; T_1 и T_2 — сроки службы оборудования до и после внедрения мероприятий.

Аналогично рассчитывают общий и хозрасчётный эффекты от улучшения качества продукции, снижения затрат на очистку воздуха, воды, почвы, восстановления лесов и т. д. При выборе самого выгодного варианта предпочтение имеет вариант с наименьшими затратами, т. е. когда затраты стремятся к минимуму:

$$C + E_n K \rightarrow \min. \quad (14.12)$$

Если внедряются мероприятия, требующие длительного времени и нескольких последовательных капитальных затрат, а также изменения эксплуатационных расходов, расчёт эффекта ведётся по формуле

$$\mathcal{E}_{нт} = \frac{\sum_{t=1}^T (K_n + K_d + C_s)}{1 + E_n}, \quad (14.13)$$

где T — общий срок проводимых мероприятий; K_n — первоначальные капитальные вложения; K_d — дополнительные капитальные вложения в первый год эксплуатации ($t = 1, 2, 3, \dots, T$); C_s — эксплуатационные расходы в t -й год; E_n — коэффициент дисконта затрат в соответствии с Инструкцией эффективности ($E_n = 0,08$).

14.3.4. Расчёт экономической эффективности природоохранных затрат

Экономическую эффективность природозащитных затрат (Θ_3) рассчитывают по приведённой зависимости:

$$\Theta_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij} - C_H}{C_H + E_H K_H}, \quad (14.14)$$

где Θ_{ij} — экономический эффект i -го типа ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) от предотвращения потерь на j -м объекте ($j = 1, 2, 3, \dots, m$); C_H — годовые эксплуатационные расходы на основные фонды, обеспечивающие полный эффект; E_H — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; K_H — капиталовложения в строительство средозащитных сооружений; n — подстрочный индекс, означающий соответствие нормативам эффективности.

Оценка экономической эффективности капитальных вложений в природоохранные мероприятия (Θ_K) проводится по формуле

$$\Theta_K = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\Theta_{ij} - C_H)}{K_H}. \quad (14.15)$$

Полный экономический эффект оценивается приростом национального дохода, который является конечной целью применения средств на защиту окружающей среды. Он может быть выражен как разность между полными затратами всего комплекса и существующими затратами. Полные затраты можно выразить суммой затрат на природоохранные мероприятия (Z_M) и затрат в подразделениях, на которые распространяется эффект от внедрения мероприятий (Z_H).

14.4. Экономическое обоснование переработки техногенных месторождений

Геолого-экономическую оценку техногенных месторождений, как и природных, проводят на каждой стадии их изучения в соответствии с «Временными методическими рекомендациями по геолого-экономической оценке месторождения твёрдых полезных ископаемых промышленного значения» по общепринятым методикам, скорректированным с учётом в проведении оценки специфических горногеологических и горнотехнических особенностей объектов [57; 69].

На первой стадии определяется потенциальная ценность 1 т (1 м³) отходов, находящихся в отвале (хранилище), которая рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{пр}} = \sum 0,01 C_{\text{ср1}} \Pi_{i1} + \sum Q_{i2} \Pi_{i2}, \text{ р.}, \quad (14.16)$$

где $C_{\text{ср1}}$ — среднее содержание полезного компонента в накопленных отходах; Π_{i1} — рыночная цена единицы i -го полезного компонента; Q_{i2} — выход нерудной товарной продукции из 1 т техногенного сырья, т; Π_{i2} — рыночная цена тонны продукции из нерудной части.

На основе полученной цены может быть установлена кадастровая стоимостная оценка (D) всего отвала (хранилища) без учёта фактора времени по действующим ценам, которая рассчитывается по формуле

$$D = Z_{\text{пр}} Q_{\text{н}}, \text{ тыс. р.}, \quad (14.17)$$

где $Q_{\text{н}}$ — объём накопленных отходов в отвале (хранилище), $Z_{\text{пр}}$ — потенциальная ценность 1 т (1 м³) накопленных отходов.

Спецификой геолого-экономической оценки техногенных месторождений является то, в расчётах учитывается экономический эффект от освобождения занятых отвалами (хранилищами) земель. Улучшение общей экологической обстановке в районе, сокращение расходов на хранение, природоохранные мероприятия, компенсационные выплаты, штрафы и т. д.

Для определения эколого-экономической эффективности производства в общем виде применяется формула

$$\mathcal{E}_\phi = \mathcal{E} + \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 - Z, \quad (14.18)$$

где \mathcal{E} — интегральный эколого-экономический эффект освоения техногенного месторождения; \mathcal{E}_1 — стоимость реализуемой товарной продукции; \mathcal{E}_2 — эколого-экономический эффект освоения месторождения (источник загрязнения окружающей среды); Z — суммарные затраты на реализацию производства, включая стоимость природоохранных мероприятий. В эти затраты включают также расходы по всем статьям изучения и освоения техногенного месторождения (затраты на разведку, добычу, транспортировку, закупку оборудования, переработку отхода), а также затраты на рекультивацию высвобождаемых территорий.

Эколого-экономический эффект освоения техногенного месторождения определяют прямым расчётом или методом экспертных оценок. Одним из методов прямого расчёта является суммирование затрат, связанных с хранением, обезвреживанием, транспортировкой отходов, а также компенсационных выплат предприятия за ущерб, наносимый сельскому хозяйству. При этом учитывают также приращение земельной ренты, которое определяют как разницу между её величиной до ликвидации отвала (хранилища) и после.

Метод экспертных оценок определения эколого-экономического эффекта освоения техногенного месторождения заключается в использовании при расчётах затрат, производившихся где-либо ранее в аналогичных условиях. Этот метод применяется в случаях, когда прямой расчёт применить невозможно.

Однако все используемые методики разведки и геолого-экономической оценки техногенных месторождений, особенно после длительного хранения отходов, имеют существенные недостатки, затрудняющих выполнение качественной оценки месторождений. В связи с этим для полноты оценки ресурсов техногенных месторождений необходима разработка унифицированной эффективной методики проведения комплекса геологоразведочных работ, а также совершенствование законодательной и нормативной базы, стимулирующей вовлечение техногенных месторождений в промышленное освоение.

Промышленным предприятиям для упрощения в дальнейшем переработки техногенных месторождений и повышения коэффициента использования полезных продуктов из отходов следует обратить особое внимание на необходимость формирования отвалов (хвостохранилищ), не допуская смешивания отходов различного химического состава.

14.5. Методики определения эколого-экономической эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения

1. Определение полного экономического ущерба. Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде переработкой природного сырья, понимаются выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнениями, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков. Применяется два метода определения ущерба: метод прямого счёта и эмпирический метод укрупнённого счёта. Полный годовой экономический ущерб от загрязнения $У$ (р./год) определяется по формуле

$$У = У_з \cdot Q_M, \quad (14.19)$$

где $У_з$ — удельный ущерб от загрязнения окружающей среды на единицу выбросов, р./т; $в$ — масса выбросов на единицу продукции т/т; Q_M — годовой выпуск продукции т/год [3; 33].

Экономический ущерб может быть рассчитан также по формуле

$$У_{\text{выб}} = У_{\text{атм}} \cdot а + У_в \cdot в + У_{\text{зем}} \cdot д + У_n \cdot н, \quad (14.20)$$

где $У_{\text{выб}}$ — экономический ущерб от массы всех видов выбросов, поступающих в окружающую среду от отдельных источников или предприятия, р./год; $У_{\text{атм}}$ — экономический ущерб, причиняемый выбросом загрязнений в атмосферный воздух, р./год; $У_в$ — экономический ущерб, причиняемый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоёмы; $У_{\text{зем}}$ —

экономический ущерб от годового нарушения и загрязнения недр, р./год; а, в, д, н — поправочные коэффициенты на степень достоверности укрупнённого метода определения как соотношение между показателем ущерба, определённого методом прямого счета.

2. Оценка загрязнения атмосферного воздуха. Удельный ущерб (р./год), причиняемый выбросом загрязнений атмосферного воздуха любым источником, определяют по формуле

$$Y_{\text{атм}} = \gamma g f M, \quad (14.21)$$

где $\gamma = 2,4$ р./усл. т — константа, которая изменяется в зависимости от курса цен; g — коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территории (в методике он принимается равным 10 — для курортов и заповедников, 8 — для пригородных зон и зон отдыха, n — для посёлков с плотностью населения n чел./га (0,2–0,0025 — для лесов; 0,25 — для пашен и 0,5 — для садов)); f — безразмерная величина, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере и зависящая от условий выброса — высоты выброса от земли, температуры и т. д. (для частиц, оседающих со скоростью 1–20 см/с он равен 0,89–4; для частиц, оседающих со скоростью менее 1 см/с он равен 0,08); M — приведённая масса годового выброса загрязняющих веществ из источника, усл. т/год.

Коэффициент относительной безопасности определяют по формуле

$$g = \sum_{i=1}^j \frac{S_i}{S_x}, \quad (14.22)$$

где S_i — площадь i -й части зоны активного загрязнения (ЗАЗ); S_x — площадь зоны активного загрязнения, определяемая по методике, га; i — номер части ЗАЗ, относящихся к одному из типов территорий; j — общее число типов территорий, попавших в ЗАЗ.

Величину приведённой массы выброса загрязняющих веществ в атмосферу определяют по формуле

$$M = \sum_{i=1}^N A_a m_i, \quad (14.23)$$

где N — общее число загрязняющих веществ; A_a — безразмерный показатель относительной активности примеси i -го вида в атмосферу, усл. т/т; m_i — масса годового выброса в атмосферу, т (например, для СО принято $A = 1$; для SO_2 — 22; H_2S — 54,8; для паров фтора — 980; для коксовой и агломерационной пыли — 100 и т. п.).

3. Оценка загрязнения водоёмов. Удельный ущерб (р./т) от сброса загрязняющих веществ в K -й водоём источником загрязнения определяют по формуле

$$Ув = \gamma g_k M, \quad (14.24)$$

где γ — константа; g_k — константа, имеющая разные значения для различных рек (для Волги — 0,8–2,6; для Дона — 1,62–3,79).

Величину приведённой массы определяют по формуле

$$M = \sum_{i=1}^N A_b m_i, \quad (14.25)$$

где A_b — показатель относительной опасности сброса в водоём, определяемый по методике; m_i — масса i -го выброса, приходящегося, например, на производство 1 т металла.

Значение показателя A_i определяют по формуле

$$A_i = \frac{1 \text{ г/м}^3}{\text{ПДК}_{p/x_i}}, \quad (14.26)$$

где $\text{ПДК}_{p/x_i}$ — определённая концентрация i -го вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, г/м^3 (A_i , например, равен 0,33 для взвешенных веществ, 20 — для нефтепродуктов, 100 — для меди и т. д.).

4. Оценка загрязнения земельных ресурсов. Удельный ущерб, наносимый нарушением земельных ресурсов, определяют по формуле

$$y_s = \frac{(y_a + y_b + y_s) S_h}{Q_n}, \quad (14.27)$$

где Y_a — ущерб от загрязнения атмосферы из-за нарушения земель, р./га; Y_b — ущерб от загрязнения водоёмов из-за нарушения земель, р./га; Y_s — ущерб от отчуждения земель, р./га; S_n — площадь нарушенных земель, га; Q_n — годовой выпуск продукции, т/год.

Показатели по выбросам в атмосферу рассчитывают по приведённой зависимости:

$$Y_a = V_a C_a k h z, \quad (14.28)$$

где V_a — объём пылегазообразных выбросов в атмосферу с 1 га земель, т; C_a — удельная оценка ущерба от выбросов в атмосферу в год, р./т; k — коэффициент, учитывающий зональные особенности территории; h — коэффициент, зависящий от высоты выбросов; z — коэффициент, учитывающий характер использования территории в зоне владения нарушенных земель.

Y_b рассчитывают так:

$$Y_b = V_b C_b, \quad (14.29)$$

где V_b — объём выноса загрязняющих веществ в водные бассейны с загрязнителей, расположенных на 1 га земель, т/га; C_b — удельная оценка ущерба от поступления загрязняющих веществ в водоёмы, р./т.

Y_s рассчитывают по формуле

$$Y_s = \sum_{n=1}^N P_n (C_1 - C_2), \quad (14.30)$$

где n — индекс вида сельскохозяйственной продукции; P_n — годовое количество недоданной сельскохозяйственной продукции из-за нарушения земель, т/га; C_1 и C_2 — себестоимость n -го вида продукции, получаемой соответственно в контрольной зоне и в зоне влияния нарушенных земель, р./т.

Полный годовой экономический ущерб от загрязнения (Y) (р./т) определяют по формуле

$$Y = y_s b Q_n, \quad (14.31)$$

где y_s — удельный ущерб от загрязнения окружающей сре-

ды на единицу выбросов, р./т; b — масса выбросов на единицу продукции, т/т; Q_n — годовой выпуск продукции, т.

14.6. Методические аспекты оценки эффективности сельскохозяйственного производства

В настоящее время в сельском хозяйстве обычно выделяют четыре вида эффективности: технологическую, экономическую, социальную и экологическую [1; 2]. Эффективность сельскохозяйственного производства зависит в первую очередь от эффективности использования всех его ресурсов, являющихся факторами производства, такими как земля, капитал, труд и предпринимательская способность. В связи с тем, что в сельском хозяйстве под природными ресурсами в первую очередь понимаются земли сельскохозяйственного назначения, то одними из главных показателей эффективности хозяйствования являются валовая продукция, валовой доход и прибыль, полученные с одного гектара сельскохозяйственных угодий, пашни или посевов.

Рассматривая землю в широком понимании этого единственного ограниченного экономического ресурса, сущность эффективности использования природных ресурсов в сельском хозяйстве также необходимо рассматривать не только с позиции собственника данного экономического ресурса, но и в связи с высокой её значимостью для общества в целом. В то же время при оценке эффективности необходимо учитывать следующие отличительные особенности сельскохозяйственного производства:

- в сельском хозяйстве главным средством является земля, которая не амортизируется и, следовательно, не участвует в формировании себестоимости продукции;
- в то же время разный уровень природного плодородия и месторасположения земли способствуют образованию дифференцированного дохода (ренды);
- существенной спецификой данной отрасли является самопроизводство. Необходимая часть произведённой продук-

ции не реализуется на сторону, а остаётся внутри хозяйства на цели воспроизводства;

– длительный кругооборот оборотных средств, авансированных в производство, вызванный естественными сельскохозяйственными производственными процессами, определяет неравномерность поступления средств от реализации продукции и возможность оценки реального финансового результата хозяйственной деятельности предприятия в конце года.

В сельском хозяйстве принято также различать следующие виды экономической эффективности:

– эффективность сельского хозяйства как отрасли народного хозяйства;

– эффективность отдельных отраслей сельского хозяйства (растениеводство, животноводства, материально-техническое снабжение);

– эффективность производство отдельных сельскохозяйственных культур или видов животноводческой продукции;

– эффективность сельскохозяйственного производства предприятий;

– эффективность структурных подразделений сельскохозяйственных предприятий;

– эффективность отдельных мероприятий — технических, организационных и организационно-технических [69].

В связи с этим при определении экономической эффективности сельскохозяйственных предприятий производится расчёт следующих основных показателей [2; 38; 57]:

1) отношение валовой продукции к затратам живого и овеществлённого труда:

$$\Theta_{\text{ВП}} = \text{ВП}/\text{С} + \text{ОС} \cdot E_{\text{н}}, \quad (14.32)$$

где ВП — стоимость валовой продукции, произведённой сельскохозяйственным предприятием за анализируемый период (как правило, за год); С — текущие производственные затраты; ОС — среднегодовая стоимость основных производственных средств; $E_{\text{н}}$ — коэффициент эффективности основных средств (капитальных вложений);

2) отношение реализованной продукции к затратам живого и овеществлённого труда:

$$\mathcal{E}_{\text{рп}} = \text{РП}/\text{С} + \text{ОС} \cdot \text{Е}_{\text{н}}, \quad (14.33)$$

где РП — стоимость реализованной продукции;

3) отношение чистого дохода к затратам живого и овеществлённого труда:

$$\mathcal{E}_{\text{чд}} = \text{ЧД}/\text{С} + \text{ОС} \cdot \text{Е}_{\text{н}}, \quad (14.34)$$

где ЧД — чистый доход предприятия, разница между стоимостью валовой или реализованной продукции и затратами на её производство;

4) рентабельность продукции:

$$\text{Р}_{\text{п}} = \text{П}/\text{С} \cdot 100 \%, \quad (14.35)$$

где С — себестоимость сельскохозяйственной продукции, П — прибыль;

5) рентабельность основных средств и нормируемых оборотных средств:

$$\text{Р}_{\text{ос}} = \text{П}/\text{ОС} + \text{ОБС}, \quad (14.36)$$

где ОБС — средние остатки материальных оборотных средств;

6) рентабельность вложений в предприятие:

$$\text{Р}_{\text{акп}} = \text{П}/\text{А} \cdot 100 \%, \quad (14.37)$$

где А — стоимость всего имущества (активов) предприятия.

14.7. Методика, применяемая для определения ущерба от деградации почв и земель

До 01.01.2008 г. для определения размера ущерба от деградации почв и земель применялась методика определения платы за перевод земель сельскохозяйственного назначения в другие категории, которая отменена. В настоящее время для определения размера ущерба почв от деградации применяется следующая методика:

$$Y_{\text{щ}} = (H_c + S + K_o + K_c + K_n + D_x) S \cdot K_b, \quad (14.38)$$

где H_c — норматив затрат на освоение новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных земель;

S — площадь деградированных почв и земель;

K_o — коэффициент экологической ситуации территории;

K_c — коэффициент перерасчёта в зависимости от изменения степени деградации почв;

K_n — коэффициент для особо охраняемых территорий;

D_x — годовой доход с единицы площади;

K_b — коэффициент перерасчёта в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель [53].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения рационального использования ресурсов региона необходимо провести исследование состояния таких ресурсов и определить проблемы, решение которых позволило бы улучшить ситуацию.

Специфической для Челябинской области является структура земельных ресурсов. В распределении земель по категориям наибольшую долю (почти 60 %) занимают земли сельскохозяйственного назначения. Кроме того, почти треть всех земельных ресурсов региона это леса.

Отдельно стоит отметить сельскохозяйственные угодья, имеющие приоритет и подлежащие особой охране. В Челябинской области, к сожалению, не утверждён перечень особо ценных и продуктивных сельскохозяйственных угодий. Наблюдается тенденция снижения площади сельскохозяйственных угодий, в том числе площади пашни и пастбищ. При этом увеличиваются земли населённых пунктов, почти в таком же объёме растут площади земель сельскохозяйственного назначения в самих населённых пунктах в основном за счёт личных подсобных хозяйств. В регионе происходит трансформация ряда земель этой категории в нарушенные земли и земли под застройкой, земли промышленности увеличились в основном из-за перевода в эту категорию земель пашни. При этом недостаточно ведётся работа по восстановлению нарушенных земель, особенно горных выработок. Неудовлетворительным является уровень мелиоративных систем, что отражается на снижении орошаемых площадей. Заметной тенденцией является сокращение площади сельхозугодий, используемых производителями сельскохозяйственной продукции, при этом более половины земель этой категории используется предприятиями, а остальная часть находится в пользовании граждан.

Показательной тенденцией промышленного развития выступает увеличение в категории земель промышленности и иного специального назначения в большей степени за счёт сельхозземель, а на треть — за счёт земель населённых пунктов. Основ-

ной прирост здесь обеспечила разработка карьеров и добычи полезных ископаемых.

Интерес представляет тенденция увеличения площади особо охраняемых территорий. Рекреационную ценность для Челябинской области представляют два национальных парка, два заповедника, 20 заказников, 137 памятников природы и 1 курорт. Всё это занимает десятую часть территории региона.

Наиважнейшим природным ресурсом, обеспечивающим благоприятные условия жизни населения земли, являются леса. Российская Федерация — богатейший субъект мировой экономики в отношении этого уникального ресурса. Возможности экономического развития в экологическом плане в рамках Киотского протокола связаны именно с соответствием возможности лесов переработать (очистить) экологический ущерб, нанесённый промышленными предприятиями.

Как было сказано ранее, лесной фонд занимает треть территории Челябинской области. Площадь покрытых лесной растительностью земель увеличивается за счёт перевода молодняков в указанную группу. Большая часть лесов относится к защитным, выполняя средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные функции. Кроме этого, одна пятая всех лесов региона — это эксплуатационные леса. Общий запас древесины оценивается в 360 млн м³. Особенностью Челябинской области является то, что вследствие аварии на производственном объединении «Маяк» имеется загрязнённый лесной фонд. Несмотря на радиационный фон и содержание радионуклидов в почве, создающих риск заражения, основную функцию очистки воздуха и обогащения его кислородом этот лес успешно реализует. Серьёзную работу для сохранения лесов необходимо проводить по направлению защиты от вредителей. Выделяемых областным бюджетом средств на эти цели не хватает, необходимо участие Российской Федерации. Недостаточная работа по локализации и ликвидации очагов вредителей леса приводит к гибели, ослаблению и усыханию насаждений. Тем не менее максимальные потери лесного фонда возникают в результате пожаров. В качестве причин возгорания кроме неосторожного обращения с огнём упоминается производство

сельскохозяйственных палов. Продолжает расти ущерб от незаконных вырубок, при этом доля ущерба, нанесённого невыявленными лицами, составляет более 50 %, а возмещение ущерба едва превышает 1 %.

Особенностью Челябинской области является неоднородность геологического строения западных и восточных частей, а также контрастность природы отдельных районов.

Природно-ресурсный потенциал может быть использовать двумя путями. Во-первых, с сохранением качества природных ландшафтов, что требует рационального подхода, охраны целостности природных образований, недопущения их деградации. Другой тип природопользования подразумевает изменение природных комплексов с целью придания большей устойчивости к рекреационному воздействию.

В отличие от природных ландшафтов, выполняющих ресурсообразующие и средообразующие функции, природно-антропогенные ландшафты обладают упрощённой структурой и нуждаются в поддержке со стороны человека, направленной на эффективную эксплуатацию их ресурсов с сохранением способности геосистем к саморегулированию и самовосстановлению.

Притом что Челябинская область относится к крупнейшим регионам сосредоточения предприятий чёрной металлургии, она обладает только 20-й частью всех запасов сырья Уральского региона, хотя и осуществляет 10 % его общей добычи, железной рудой предприятия области обеспечиваются не полностью. В основном выработаны легкодоступные приповерхностные залежи высококачественных хромосодержащих руд. Перспективным направлением является наличие остродефицитных марганцевых руд и запасов титановых руд. Челябинская область обладает реальной минерально-сырьевой базой для цветной металлургии. Государственным балансом учтено 52 месторождения золота. Разведаны 9 медноколчеданных месторождений, в ряде из них кроме меди и цинка содержится золото, серебро и редкие металлы. В области учтено 12 месторождений меди, 9 месторождений цинка. При этом руды перерабатываются в Башкортостане для медеплавильщиков Свердловской области.

Из полезных ископаемых, относящихся к химическому сырью, необходимо отметить крупнейшее в стране месторождение магнезита, 50 месторождений графита. Челябинская область обеспечивает больше половины общей добычи каолина, применяемого как в медицине и косметологии, так и в промышленности (бумажной, керамической, стекольной и электродной). Керамическая промышленность области на 100 лет обеспечена указанным сырьём.

Уральский регион — основной в России по запасам кварцевого сырья, в частности, в Челябинской области находится 14 месторождений.

Перспективы развития региональной строительной индустрии обеспечены как строительным песком и гравием, так и облицовочным и строительным камнем, кирпичными глинами (в том числе огнеупорными). Помимо внутреннего использования продукция горнодобывающих и перерабатывающих предприятий поставляется в другие регионы России, ближнее и дальнее зарубежье.

Бурное развитие промышленности в Челябинской области привело к возникновению проблем в области загрязнения. Однако только две трети выбросов в атмосферу осуществляется предприятиями, в то время как остальное выбрасывает автотранспорт. При этом в промышленности улавливается и обезвреживается 85 % от первоначального объёма загрязняющих веществ.

Кроме загрязнения атмосферы результаты развития промышленных предприятий и населённых пунктов отражаются на образовании отходов. Часть отходов используется (перерабатывается) и обезвреживается, часть (большая) нуждается в хранении и захоронении. Площади, занятые промышленными отходами в Челябинской области, сокращаются, но выявляются бесхозные хранения.

Особый интерес представляет водно-ресурсный потенциал региона. Стоит отметить значительную неравномерность распределения водных ресурсов как по сезонам года, так и по территории. Для покрытия дефицита воды и гарантированного водообеспечения Челябинского промузла осуществляется строи-

тельство трассы по межбассейновой переброске речного стока из р. Уфы в р. Миасс. Продолжает ухудшаться качество объектов питьевого водоснабжения, при этом санитарно-химические и микробиологические показатели близки к общероссийским, но выглядят существенно лучше показателей УрФО.

При анализе факторов, влияющих на состояние земель сельскохозяйственного назначения, существенными являются увлажнение и структура почв. Увлажнение территорий области в течение года неравномерно, но вполне достаточно за счёт весеннего накопления влаги. Тем не менее почвенные засухи в сочетании с атмосферными в агрометеорологическом аспекте относятся к неблагоприятным явлениям территории региона. При этом в горно-лесной зоне отрицательное влияние на формирование урожая культур, напротив, оказывает переувлажнение, особенно дождливой осенью.

При анализе плодородия почв Челябинской области основное внимание следует уделить структуре земель по агроклиматическим зонам. Лучшими пахотными землями являются чернозёмы выщелоченные, занимающие более половины пашни в северной лесостепной зоне Челябинской области. И если в этой части региона величину урожая определяет увлажнённость, так же как и в степной зоне, то в горно-лесной зоне короткий безморозный период и недостаток эффективных температур негативно сказываются на вегетации.

Анализируя особенности оценки экономической эффективности использования земли, можно заключить, что, являясь, по сути, основным средством производства, она не участвует в формировании себестоимости продукции, не амортизируется.

Необходимо отметить интенсивное антропогенное воздействие на почву городов и прилегающих сельских поселений. По содержанию тяжёлых металлов, в частности, свинца, регион почти в два раза опережает УрФО.

Мощная минерально-сырьевая база Челябинской области позволяет решать вопрос повышения плодородия или борьбы со снижением урожайности почв, при этом возможно найти применение некоторым видам отходов. Накопленные запасы отходов бурого угля и торфа дают возможность получать эффектив-

ные удобрения. Илистые осадки озёр региона также могут послужить источником для получения органико-минеральных удобрений. Отходы химической переработки древесины являются рациональным и относительно дешёвым сырьём получения компоста. Учитывая большие запасы каолина в Челябинской области, необходимо упомянуть о возможности производства удобрения из шламов, занимающих в настоящее время до 70 га (15 тыс. т). При высокой цене извести, несмотря на большие запасы известняка в регионе, экономичнее было бы использовать для мелиорации мраморную пыль, отходы известняка, магнетита и доломита.

Немаловажным является вопрос об эффективном использовании природного сырья и отходов производства. Необходимо более широкое применение таких прогрессивных технологий, как регенерация отработанных растворов, переработка шламов, термические процессы переработки промышленных отходов и использование техногенных месторождений сырья. К причинам неэффективного использования отходов производства можно отнести устаревшие технологии производства, технически необоснованное хранение (смешивание), отсутствие переработки и вывоз на городские свалки опасных отходов, недостаточное количество полигонов и санкционированных свалок, неэффективную переработку природного сырья, недоочистку стоков, а также значительные атмосферные выбросы. Кроме того, имеющиеся экономические инструменты не обеспечивают заинтересованности предприятий в увеличении объёмов переработки и использования отходов. Перспективным является использование малоотходных и ресурсосберегающих производств, а также замкнутых циклов. В области переработки металлургического сырья и отходов цветной металлургии наиболее эффективными схемами признаны автогенные и электротермические гидрOMETаллургические процессы.

Учитывая серьёзное влияние качества атмосферного воздуха на ощущаемый населением комфорт, необходимо уделить особое внимание перспективным методам снижения выбросов в атмосферу. Санитарно-гигиенические условия жизни населения ухудшаются в связи высоким уровнем загрязнения атмо-

сферного воздуха. При анализе ситуации в Челябинской области необходимо констатировать продолжающийся рост загрязнённости атмосферы за счёт неудовлетворительной очистки выбросов от тонкодисперсной пыли и токсичных газов. Перспективным направлением, с точки зрения повышения эффективности очистки, является последовательное использование пылеуловителей и электрофильтров. Тем не менее необходимо отметить экономичность и эффективность фильтровальных материалов в виде зернистого материала. При этом пористые материалы применимы в условиях высоких температур и в агрессивных средах. Максимальный же эффект достигается при использовании электрофильтров. Для отделения токсичных газовых примесей необходимо применять физико-химические методы.

Снижение расходов на очистку выбросов от примесей можно достичь, обеспечив использование отходов пыли и шламов металлургических производств. Перспективным является их применение для изготовления бетонов, кирпича, литейных форм, получения железосодержащих пигментов. В качестве резерва экономии природного сырья может выступать использование отходов, попутных и вторичных продуктов.

Несмотря на серьёзную долю атмосферных загрязнений промышленными предприятиями, выбросы автомобильного транспорта остаются большой проблемой, особенно в городах. Усугубляется ситуация в связи с длительностью холодного периода, снижением срока жизни катализаторов, заторами, невысокими темпами обновления парка автомобилей. Наиболее опасным является выброс двигателя автомобиля, работающего на холостом ходу. Токсичность выбросов существенно зависит от выбора топлива. Именно накопление свинца является весьма острой проблемой для Челябинской области. Современные бензиновые смеси, используемые в передовых странах мира, позволяют снизить содержание свинца на 10 %. С успехом в индивидуальной практике применяется природный газ, что обеспечивает максимальную экологичность и экономичность, при незначительном снижении мощности, грузоподъёмности и запаса хода. Применение сжиженного природного газа более пер-

спективно в дизельных двигателях, когда кроме существенного снижения токсичности увеличивается срок службы двигателя в два раза. Использование дизельного топлива с присадками позволяет уменьшить содержание сажи и дымность выхлопных газов. В ряде стран с успехом используются синтетические спирты при формировании топливной смеси, что удешевляет топливо, повышает КПД, снижает вредность выброса. Основной мировой тенденцией является также использование электродвигателей, пока на этапе создания гибридной тяги.

Постоянные пожары на свалках заставляют задуматься над использованием технологий получения биогаза из бытовых отходов.

С каждым годом всё большую актуальность приобретает качество очистки воды и снижение расхода воды предприятиями. Значительная антропогенная нагрузка на поверхностные и подземные водные объекты изменяет гидрохимический режим, снижает эффективность воспроизводственной функции, вызывает процесс деградации. В этом направлении необходимо внедрять оборотные циклы водопотребления и перспективные методы очистки. Отдельной проблемой выступает образование на машиностроительных и металлургических предприятиях отработанных растворов.

Особого внимания заслуживает рассмотрение вопроса об использовании отходов горнодобывающей промышленности. Вскрышные породы возможно использовать для производства керамических плиток, железосодержащие пыли — как природные пигменты. Из шламов газоочисток можно получать цемент, гипсовые вяжущие. Графитсодержащая пыль применяется для изготовления уплотняющих материалов прокалочных и металлургических печей. После определённой обработки или при смешивании в определённых пропорциях многие отходы промышленных предприятий могут с успехом использоваться для изготовления специальных бетонов или теплоизоляционных и огнеупорных материалов. Утилизация золы тепловых электростанций при производстве бетонов обеспечивает экологический и экономический эффект, а при использовании технологии горячего прессования в производстве кирпича можно

применять только золу. Одним из полезных и перспективных способов утилизации отходов металлургических предприятий Челябинской области, с учётом дефицита высококачественного глинистого сырья, является производство кирпича, в том числе керамического. Необходимо отметить, что при наличии возможностей утилизировать отходы для производства строительных материалов недр могут не предоставляться. Умелое использование этого рычага региональной государственной властью могло бы решить комплекс проблем.

Отдельным, достаточно интересным вопросом является использование возобновляемых источников энергии. В нашем регионе потенциально перспективными могли бы стать энергия солнца и ветра, а также биоэнергетические проекты. Надо учитывать, что в области есть очень солнечные территории. Кроме использования различных солнечных элементов для получения электрической энергии, перспективным направлением также являются системы солнечного теплоснабжения. Интерес представляет также тепловое аккумулирование солнечного обогрева и особенно охлаждения помещений. В отношении ветроэнергетики необходимо упомянуть о таких неблагоприятных факторах, как отчуждение земель, шум и радиопомехи, опасность для птиц и насекомых. Ресурсами для выработки биогаза, кроме упомянутых бытовых отходов, могут выступать навоз крупного рогатого скота в смеси с птичьим помётом, свиным навозом или опавшей хвоей. Другими направлениями биоэнергетики является непосредственное сжигание биомассы, получение тепла брожением биомассы, получения спиртов и биогаза из отходов древесины и животноводства.

Анализируя перспективы использования минерально-сырьевой базы Челябинской области, можно отметить необходимость её освоения для тех отраслей, где используется импортное сырьё. Проблемой является монополизированность добычи ряда полезных ископаемых. Горнодобывающие компании, получившие в лицензионное пользование достаточные запасы, не заинтересованы в ранней геологоразведке. Использование передовых перспективных технологий могло бы позволить увеличить выпуск продукции высокой степени передела и создать усло-

вия для разработки месторождений с низкой рентабельностью. В области добычи минерального сырья — это скважинное подземное выщелачивание, скважинная гидродобыча, радиометрическая крупнопорционная сортировка руды. Применение радиометрического, магнитного, гравитационного обогащения позволит повысить производительность.

Рассматривая состояние металлургического комплекса, необходимо отметить, что расширение номенклатуры может быть обеспечено развитием сети мелких и средних предприятий. Кроме того, средний износ активной части и основных производственных фондов в чёрной металлургии достиг 50 %.

Экологически ориентированное управление природно-ресурсным потенциалом Челябинской области может основываться на создании территориально-производственных комплексов, с определённой специализацией, концентрацией на компактной территории с единой производственной и социальной инфраструктурой.

Признанный международным сообществом принцип «устойчивого развития» подразумевает использование экономических методов сохранения экологического потенциала территории. При этом всё большее влияние завоёвывает подход к земле исключительно как к объекту недвижимости, предназначенному для коммерческой выгоды, без учёта экологического потенциала, связанного с ней. Природоохранные ограничения объявляются помехой экономического развития регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абубакаров, М. В. Формирование механизма управления эффективностью производства в отраслях регионов / М. В. Абубакаров // *Соврем. науч. исслед.* 2008. № 1.
2. Абубакаров, М. В. Эволюция классификаций и методологий оценки факторов производства на предприятиях и в отраслях регионов / М. В. Абубакаров // *Соврем. науч. исслед.* 2007. № 4.
3. Агеев, С. А. Промышленная экология : учеб. пособие / С. А. Агеев, И. П. Добровольский ; под ред. И. П. Добровольского. Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2009. 297 с.
4. Алексеев, Ю. В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. Л. : Агропромиздат, 1987. 142 с.
5. Андреев, В. М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения / В. М. Андреев, В. А. Грилихес, В. Д. Румянцев. Л. : Наука, 1989. 310 с.
6. Арманд, А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А. Д. Арманд. М. : Наука, 1988. 264 с.
7. Артамонов, В. Н. Растения и чистота природной среды / В. Н. Артамонов. М. : Наука, 1986. 175 с.
8. Ахмедов, Р. Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р. Б. Ахмедов. М. : О-во «Знание», 1988.
9. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С. А. Ахметов. Уфа : Гилем, 2000. 671 с.
10. Бекман, Г. Тепловое аккумулялирование энергии : пер. с англ. / Г. Бекман, П. Гилли. М. : Мир, 1987. 272 с.
11. Бобылев, С. Н. Гармонизация экономического развития и устойчивого использования природных ресурсов [Электронный ресурс] / С. Н. Бобылев // *Устойчивое природопользование: постановка проблемы и региональный опыт* / под ред. В. М. Захарова. М., 2010. С. 7–48. URL: http://www.sustainabledevelopment.ru/upload/File/Books_2010/Ustoychivoe_prirodopolzovanie.pdf
12. Богословский, В. Н. Отопление : учеб. для вузов / В. Н. Богословский, А. Н. Сканава. М. : Стройиздат, 1991. 735 с.

13. Большаков, В. А. Загрязнения почв и растительности тяжёлыми металлами / В. А. Большаков, Н. Я. Гальпер, Г. А. Клименко и др. М. : ВНИИТЭИСХ, 1978. 52 с.

14. Бринкворт, Б. Солнечная энергия для человека / Б. Бринкворт ; пер. с англ. В. Н. Оглоблева ; под ред. и предисл. Б. В. Тарнижевского. М. : Мир, 1976. 291 с.

15. Бутт, Ю. М. Портландцемент / Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев. М. : Стройиздат, 1974. 341 с.

16. Вайнштейн, И. А. Очистка и использование сточных вод травильных отделений / И. А. Вайнштейн. М. : Metallургия, 1986. 109 с.

17. Васильев, Ю. С. Экология использования возобновляющихся энергоисточников / Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

18. Вержинская, С. В. Химия и технология нефти и газа : учеб. пособие / С. В. Вержинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Сеницин. М. : Форум : Инфра, 2007. 400 с.

19. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. М. : Стройиздат, 1979. 358 с.

20. Воробьёв, В. А. Строительные материалы : учеб. для вузов / В. А. Воробьёв, А. Г. Комар. М. : Стройиздат, 1971. 456 с.

21. Гареев, Р. Р. Получение огнеупорных бетонов на основе белито-периклазовых композиций / Р. Р. Гареев, А. С. Королёв, М. Х. Шаимов, Б. Я. Трофимов // Новые огнеупоры. 2007. № 1. С. 25–27.

22. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды : справ. материалы / под ред. Т. В. Гусевой. М. : Форум : Инфра, 2007. 192 с.

23. Глаголева, О. Ф. Технология переработка нефти. Первичная переработка / О. Ф. Глаголева, В. М. Капустина. М. : Юнити, 2006. 384 с.

24. Глауконит-калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязнённых радионуклидами земель : сб. докл. науч.-практ. конф. Челябинск, 2003. 55 с.

25. Голубев, А. А. Безотходная утилизация коммунальных отходов [Электронный ресурс] / А. А. Голубев // Охрана при-

роды Южного Урала. Челябинск, 2008. С. 45–49. URL: <http://technologiya-metallov.com/russisch/publications/Almanah-MunWaste.pdf>

26. Гродзинский, М. Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки / М. Д. Гродзинский // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1987. № 6. С. 5–15.

27. Данилов, А. М. Присадки к топливам. Разработка и применение в 1996–2000 гг. / А. М. Данилов // Химия и технология топлив и масел. 2002. № 6. С. 43–50.

28. Добровольский, И. П. Переработка промышленных отходов Челябинской области / И. П. Добровольский, И. Я. Чернявский, А. Н. Абызов, Ю. Е. Козлов ; под общ. ред. И. П. Добровольского, И. Я. Чернявского. Челябинск, 2000. 256 с.

29. Добровольский, И. П. Пигменты и наполнители из новых видов сырья и отходов производства / И. П. Добровольский, А. А. Дробышев, В. Ю. Первушин, С. А. Сюткин. Челябинск, 2001. 112 с.

30. Добровольский, И. П. Продукты техногенеза и плодородие земель Челябинской области / И. П. Добровольский, В. А. Бакунин, Н. Т. Шеремет. Челябинск, 2000. 78 с.

31. Добровольский, И. П. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / И. П. Добровольский, Н. А. Плохих, Н. Т. Шеремет ; под ред. И. П. Добровольского. Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2007. 336 с.

32. Добровольский, И. П. Технологии переработки отходов : учеб. пособие / И. П. Добровольский, Н. А. Плохих. Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2005. 219 с.

33. Добровольский, И. П. Экологическая безопасность / И. П. Добровольский, О. В. Васильев, Н. Т. Шеремет. Челябинск, 2009. 281 с.

34. Дьяконов, К. Н. Мелиоративная география / К. Н. Дьяконов, В. С. Аношко. М. : Изд-во МГУ, 1995. 254 с.

35. Дьяконов, К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. М. : Аспект Пресс, 2002. 384 с.

36. Емельянов, А. Г. Основы природопользования : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / А. Г. Емельянов. М. : Академия, 2006. 304 с.

37. Запольский, А. К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: свойства, получение, применение / А. К. Запольский, А. А. Баран. Л. : Химия, 1987. 208 с.

38. Зарипова, Г. И. Прогнозирование финансовой устойчивости предприятий АПК / Г. И. Зарипова // Тр. ННАЭО. Вып. 5. М. : Изд-во МСХА, 2004.

39. Зими́на, А. В. Состав и свойства органоминеральных углегуминовых удобрений / А. В. Зими́на, Я. М. Амосова, И. Н. Скворцова // Агрехим. вестн. 1997. № 6. С. 6–8.

40. Инженерная экология и экологический менеджмент / под ред. Н. И. Иванова, И. Ф. Фади́на. М. : Логос, 2002. 528 с.

41. Использование отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности : сб. науч. ст. Челябинск : Тираж-сервис, 2004. 164 с.

42. Калинин, Ю. Я. Нетрадиционные способы получения энергии / Ю. Я. Калинин, А. Б. Дубинин. Саратов, 1983. 70 с.

43. Каррер, П. Курс органической химии / П. Каррер ; пер. с нем. под ред. М. Н. Колосова. Л. : Химия, 1962. 1216 с.

44. Ковалёв, Н. Г. Микробиологические и агрохимические свойства нового вида органических удобрений / Н. Г. Ковалёв, Г. К. Рабинович, П. И. Малинин // Докл. РАН по сел. хоз-ву. 1997. № 12. С. 19–21.

45. Козаченко, А. П. Научные основы мониторинга, охраны и рекультивации земель / А. П. Козаченко, О. Р. Камеристова, И. П. Добровольский, А. Ю. Даванков. Челябинск, 2000. 247 с.

46. Козаченко, А. П. Обоснование приёмов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения / А. П. Козаченко. Челябинск, 1999. 133 с.

47. Колосова, М. М. Органо-минеральное удобрение на основе бурого угля / М. М. Колосова, Г. Г. Котова, А. П. Проснякова // Агрехим. вестн. 1999. № 4. С. 13–14.

48. Константинов, В. М. Охрана природы : учеб. пособие для студентов вузов / В. М. Константинов. М. : Академия, 2000. 240 с.

49. Краткая химическая энциклопедия / под ред. И. Л. Кнуняца. М. : Совет. энцикл., 1961–1967. 396 с.

50. Лобарева, Л. Г. Удобрения и урожай / Л. Г. Лобарева. Л., 1998. 216 с.

51. Мазур, И. И. Инженерная экология : общ. курс / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов, В. Н. Шишов ; под ред. И. И. Мазура. М. : Высш. шк., 1996. 655 с.

52. Малышкин, М. Многоступенчатая биоочистка / М. Малышкин, М. Пашкевич // Технадзор. 2010. № 10. С. 56.

53. Медведева, О. Е. Проблемы устойчивого землепользования в России / О. Е. Медведева. М. : Ин-т устойчивого развития : Центр экол. политики России, 2009. 104 с.

54. Мингазимов, Н. С. Утилизация и обезвреживание нефте-содержащих отходов / Н. С. Мингазимов, В. А. Расцветалов, Х. Н. Зайнулин. Уфа : Экология, 1999. 300 с.

55. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г. : пер. с англ. М. : Энергия, 1980. 255 с.

56. Михно, В. Б. Ландшафтно-экологические основы мелиораций / В. Б. Михно. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. 208 с.

57. Мищенко, В. В. Государственное регулирование экономики / В. В. Мищенко. М. : Инфра-М, 2005.

58. Назаров, В. Д. Водоснабжение в нефтепереработке : учеб. пособие / В. Д. Назаров, Л. М. Гурвич, А. А. Русакович. Уфа : Виртуал, 2003. 508 с.

59. Об областной целевой программе восстановления оросительных систем и гидротехнических сооружений на 2001–2005 годы (вместе с «Областной целевой программой восстановления оросительных систем и гидротехнических сооружений на 2001–2005 годы») : постановление Законодательного собрания Челябинской области от 27 апр. 2000 г. № 849.

60. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении : учеб. пособие для химиков-технологов спец. вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. М. : Высш. шк., 2002. 334 с.

61. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году : гос. докл. М. : Центр междунар. проектов, 2008. 504 с.

62. О состоянии окружающей среды Челябинской области в 2009 году : комплекс. докл. Челябинск, 2012. 183 с.

63. Панфилов, Е. И. Проблемы комплексного освоения недр / Е. И. Панфилов. М. : Знание, 1990. 48 с.

64. Позин, М. Е. Технология минерального сырья / М. Е. Позин. Л. : Химия, 1961. 1008 с.
65. Природно-ресурсный бюллетень. Челябинск : Эконт, 2007. 498 с.
66. Природопользование : учебник / под ред. Э. А. Арустамова. М. : Дашков и К°, 2000. 284 с.
67. Проблемы уральских чернозёмов : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / РАСХИ ЧНИИСХ. Челябинск, 1993. 159 с.
68. Программа работ по повышению лесовосстановления Челябинской области в 2010 году и на плановый период до 2013 года. Челябинск, 2009.
69. Райзберг, В. А. Курс экономики / В. А. Райзберг. М. : Инфра-М, 1997. 720 с.
70. Рэуце, К. Борьба с загрязнениями почв / К. Рэуце, С. Кырстя. М. : Агропромиздат, 1986. 221 с.
71. Системы управления окружающей средой: общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования : ГОСТ Р ИСО 14004-98 (утв. постановлением Госстандарта РФ 21.10.98 № 378).
72. Современное состояние стройиндустрии Челябинской области. Проблемы, решения : сб. науч. ст. Челябинск, 2006. 123 с.
73. Состояние, перспективы, проблемы развития и освоение минерально-сырьевой базы Южного Урала для нужд строительного комплекса : сб. науч. ст. обл. науч.-практ. конф. Челябинск : Цицеро, 2008. 144 с.
74. Стратегия социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 окт. 2011 г. № 1757-Р.
75. Стрелов, К. К. Технология огнеупоров : учеб. для технологов / К. К. Стрелов, И. Д. Кащеев, П. С. Мамыкин. М. : Металлургия, 1988. 528 с.
76. Устойчивое природопользование: постановка проблемы и региональный опыт / под ред. В. М. Захарова. М. : Ин-т устойчивого развития ; Центр экол. политики России, 2010. 192 с.
77. Утилизация твёрдых отходов : в 2 т. / под ред. Д. Вильсона. М. : Стройиздат, 1985.
78. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов / Н. И. Уткин. М. : Интермент Инженеринг, 2000. 442 с.

79. Фатеев, Е. М. Ветро двигатели и ветроустановки / Е. М. Фатеев. М. : ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948. 544 с.
80. Феклин, И. Е. В сельском хозяйстве – рост объёмов производства [Электронный ресурс] / И. Е. Феклин. URL: www.chelagro.ru
81. Феклин, И. Е. «Национальный проект — школа экономики и конкуренции» [Электронный ресурс] / И. Е. Феклин. URL: www.chelagro.ru
82. Феклин, И. Е. Национальный проект «Развития АПК» — общая задача [Электронный ресурс] / И. Е. Феклин. URL: www.chelagro.ru
83. Фелленберг, Г. Введение в экологическую химию : пер. с нем. / Г. Фелленберг. М. : Мир, 1997. 396 с.
84. Харлампович, Г. Д. Технология коксохимического производства / Г. Д. Харлампович, А. А. Кауфман. М. : Металлургия, 1995. 384 с.
85. Чеботарёв, Н. Т. Осадки сточных вод на удобрения / Н. Т. Чеботарёв // *Агрехим. вестн.* 1999. № 5. С. 39–40.
86. Челищев, Н. Ф. Цеолиты — новый тип минерального сырья / Н. Ф. Челищев, Б. Г. Бернштейн, В. И. Володин. М. : Недра, 1987. 169 с.
87. Шефтер, Я. И. Ветронасосные и ветроэлектрические агрегаты / Я. И. Шефтер, И. В. Рождественский. М. : Колос, 1967. 376 с.
88. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / В. В. Амбарцумян, В. Б. Носов, В. И. Тагисов, В. И. Сарбаев. М. : Научтехлитиздат, 1999. 208 с.
89. Экология, охрана природы, экологическая безопасность / под ред. А. Н. Никитина, С. А. Степанова. М. : МНЭПУ, 2000. 640 с.
90. Юфит, С. С. Яды вокруг нас / С. С. Юфит. М., 2003. 213 с.
91. Якименко, О. С. Углегуминовые препараты и их влияние на свойства почвы в модельном эксперименте / О. С. Якименко, Я. М. Амосова, Л. К. Садовников // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3.* 1997. С. 15–19.
92. Ярошенко, А. Ю. Проблемы управления лесами в Российской Федерации / Я. Ю. Ярошенко. М., 2010.

Научное издание

КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БАРХАТОВ Виктор Иванович,
ДОБРОВОЛЬСКИЙ Иван Поликарпович,
КАПКАЕВ Юнер Шамильевич

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Часть 2

Редактор *М. В. Трифонова*
Вёрстка *М. В. Трифоновой*

Подписано в печать 15.04.15.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 15,5. Уч.-изд. л. 15,9.
Тираж 100 экз. Заказ 15

ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет»
454001 Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129

Издательство Челябинского государственного университета
454021 Челябинск, ул. Молодогвардейцев, 57б