

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра обогащения полезных ископаемых

НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Методические указания к самостоятельной работе
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело,
специализации Обогащение полезных ископаемых,
заочной формы обучения

Составитель Г. Л. Евменова

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 41 от 24.06.2019
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Протокол № 16 от 24.06.2019
Электронная копия
хранится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Цель дисциплины «Направление комплексного использования минерального сырья» состоит в том, чтобы научить студентов решать технологические задачи обогащения угля с учетом полного использования основных сырьевых ресурсов и попутно получаемых отходов производства при одновременном снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду.

При изучении дисциплины «Направление комплексного использования минерального сырья» студент должен ознакомиться с современными направлениями переработки угля и отходов его обогащения в товарные продукты.

Данная дисциплина изучается в 9 семестре и нее отведено 144 часов, включая лекции, лабораторный практикум и самостоятельную работу. По изучаемому предмету необходимо выполнить контрольную работу, получить по ней положительную оценку для допуска к промежуточной аттестации. Формой промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с учебным планом является зачет либо экзамен.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины приведено в табл. 1.

Таблица 1

Содержание дисциплины «Направление комплексного использования минерального сырья»

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
	Введение [1, 3].	1.1. Актуальность проблемы комплексного использования минерального сырья
1.3	Сырьевая база для комплексного использования и переработки углей	
1.3.1	Характеристика и основные физико-химические свойства углей	Петрографический состав углей; элементный состав углей; влажность; зольность; содержание серы и летучих веществ; удельная теплота сгорания; температура воспламенения углей;

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
		спекаемость углей; плотность углей; механическая прочность; гранулометрический состав. Классификация углей бурых, каменных и антрацитов по размеру кусков.
1.3.2	Классификация углей по генетическим параметрам	Вид, класс, категория, тип, подтип, семизначное кодовое число.
1.3.3	Классификация углей по технологическим параметрам	Марки, группы и подгруппы.
1.4	Использование углей по потребительским свойствам	
1.4.1	Технологическое использование углей. Требования потребителей к углю	Слоевое коксование; специальные процессы подготовки к коксованию; производство генераторного газа; производство синтетического жидкого топлива; полукоксование. Производство углеродистого наполнителя для электродных наполнителей и литейного кокса; производство карбида кальция.
1.4.2	Использование угля на энергетические нужды. Требования потребителей к углю	Пылевидное сжигание в стационарных котельных установках; слоевое сжигание в стационарных котельных установках и кипящем слое; сжигание в топках судов и энергопоездов; топливо для коммунально-бытовых нужд.
1.4.3	Использование углей в производстве строительных материалов. Требования потребителей к углю	Производство извести, обжиг цемента, обжиг кирпича, для агломерации руд.
1.5	Комплексное использование углей и диверсификация угольной продукции.	Окускование каменно- и буроугольной мелочи: брикетирование, гранулирование и пелетирование. Производство и использование водоугольного топлива. Перспективные разработки в области получения и использования водоугольного топлива. Подземная газификация угля. Получение и использование углеродных адсор-

Номер п/п	Наименование темы	Содержание темы
		бенатов, активированного угля, гуминовых стимуляторов роста растений. Отечественные и зарубежные разработки получения и использования активированных углей. Производство углещелочных реагентов и сульфоуглей.
1.6	Утилизация отходов углеобогащения.	Состав и свойства отходов углеобогащения. Критерии использования отходов добычи и обогащения и их классификация. Основные направления использования отходов обогащения угля: при строительстве дорог, выравнивание рельефов земной поверхности, искусственных земляных сооружений, производство кирпича, цемента, аглопорита, стеновых панелей, дренажных труб, керамических изделий, сульфата алюминия и пр.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Даны пояснения к каждой теме со ссылками на литературу, представленную в разд. 3, и вопросы для самопроверки.

Сырьевая база для комплексного использования и переработки углей

При изучении данной темы следует рассмотреть геологические условия образования углей, стадии углеобразовательного процесса: торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит.

Для установления возможных и наиболее рациональных направлений использования углей определяют их состав и свойства. Они выражаются многочисленными показателями качества углей, имеющими условные обозначения в виде буквенных символов, которые сопровождаются буквенными индексами. Номенклатура показателей качества, правила отбора и обработки проб, методы их испытаний, анализа и измерений установлены соответствующими стандартами.

Петрографические характеристики необходимы для установления генетических типов углей, прогноза их химических и технологических свойств и выбора рационального использова-

ния. Необходимо уяснить, что различают: литотипы – макрокомпонеты угля, к которым относят витрен, фюзен, дюрен и кларен; мацералы – микрокомпоненты угля, объединенные в группы витринита, семивитринита, инертинита, липтинита и др.

Следует знать элементарный состав углей, определяемый элементным анализом. Уяснить, что важнейшей составной частью углей является их органическая масса, которая состоит из углерода, водорода, кислорода, азота и серы. К неорганической составной части относятся влага и минеральные примеси, дающие после сжигания углей остаток – золу.

Наиболее важными являются следующие свойства углей: плотность угольного вещества, теплота сгорания, механическая прочность, термическая стойкость, влагоемкость, смачиваемость, выход летучих веществ, спекаемость и коксуемость углей, диэлектрическая проницаемость и др.

Необходимо изучить классификацию углей по генетическим и технологическим параметрам, представляющую собой единую систему кодирования бурых, каменных углей и антрацитов. Следует уяснить, что по генетическим параметрам угли подразделяются на классы, категории, типы и подтипы. По их совокупности каждый уголь обозначается семизначным кодовым числом. По технологическим параметрам угли делят на марки, группы и подгруппы и объединяют в 17 технологических марок.

Необходимо обратить внимание, что согласно международной системе кодификации углей среднего и высокого рангов уголь характеризуется восемью параметрами, которые кодируются четырнадцатизначным кодовым числом. Имеется российский стандарт, который находится в полном соответствии с международным.

Следует изучить классификацию углей по крупности, которая предусматривает название и условное обозначение всех классов крупности угля.

Литература [3.6, с. 27–53; 3.7, с. 1–19; 3.14, с. 7–34].

2.6. Вопросы для самопроверки

2.6.1. Из каких петрографических составляющих складывается каменный уголь?

2.6.2. Какой основной элемент в составе рядового угля?

2.6.3. Дать характеристику органической и неорганической частям угля.

2.6.4. Как изменяется содержание углерода в угле в зависимости от степени метаморфизма?

2.6.5. Какие физические свойства характерны для каменных углей?

2.6.6. Какие известны показатели коксующести каменных углей?

2.6.7. Какие технологические марки угля имеются согласно ГОСТ 25543?

2.6.8. По каким параметрам угли относят к среднему или высокому рангам?

2.6.9. Какое количество марок каменных углей имеется согласно технологическим параметрам ГОСТ 25543?

2.6.10. Как классифицируется уголь по размеру кусков?

2.7. Использование углей по потребительским свойствам

По потребительским свойствам в соответствии с ГОСТ 25543-2013 уголь разделяется на два основных направления промышленного использования: энергетическое и технологическое.

Первое направление предусматривает его сжигание в различного рода топках на электростанциях, в промышленных и коммунально-бытовых котельных. Второе – технологическое – направление охватывает процессы коксования, полукоксования, газификации, гидрогенизации, производства электродов, карбидов кальция и кремния, битумов и т. д.

Следует отметить, что на каждое направление использования угольной продукции имеются стандарты, где указаны нормы показателей качества.

Обратить внимание, что в настоящее время особый интерес представляет метод прямого ожижения угля (гидрогенизация) в синтетическое жидкое топливо и сырье для химической промышленности. Важное условие – высокое содержание в угле витринита – блестящего компонента, который полностью переходит в жидкое состояние.

Литература [3.4, с. 84–90; 3.6, с. 53–67; 3.8, с. 72–185; 3.14, с. 37–44].

2.8. Вопросы для самопроверки

2.8.1. Назвать основные направления использования угля.

2.8.2. Дать краткую характеристику основных направлений технологического и энергетического использования углей.

2.8.3. Назвать продукт, получаемый из угля и используемый в металлургической промышленности.

2.8.4. Какой продукт получают из угля в результате процесса гидрогенизации?

2.8.5. Какой продукт получают из угля в результате процесса газификации?

2.8.6. Как называют процесс получения из угля синтетического жидкого топлива?

2.8.7. Как называется одно из основных направлений использования углей, к которому относится производство карбида кальция?

2.8.8. Как называется одно из основных направлений использования углей, к которому относится слоевое сжигание угля в стационарных котельных установках?

2.9. Комплексное использование углей и диверсификация угольной продукции

При изучении данного раздела студенту следует уяснить, что рядовой уголь можно перерабатывать не только для получения сырья более высокого качества, но и разнообразной товарной продукции, имеющей спрос на рынке. Следует отметить, что к таковым углепродуктам могут быть отнесены окускованное топливо, водоугольное топливо и ряд других.

В настоящее время существует несколько методов окускования угольной мелочи: получение гранул окатыванием с помощью омасливания (с одновременным обогащением), брикетирование и пелетирование (прессовое гранулирование).

Представляет интерес производство водоугольной суспензии, как экологически чистого топлива, представляющего собой

искусственную композицию на основе тонкоизмельченного угля (до класса менее 0,2 мм) и воды.

В природе имеются месторождения углей, промышленная разработка которых традиционными методами добычи нерациональна (малая мощность пласта, крутой угол падения, низкая теплота сгорания и т. п.). В таких случаях целесообразно осуществлять подземную газификацию угля (ПГУ). Газ ПГУ обладает всеми преимуществами газообразного топлива, также имеет практически неизменную теплотворную способность, и при этом бесперебойное снабжение им потребителей может быть гарантировано на несколько десятилетий.

Активированные угли – группа углеродных сорбентов, выпускаемых промышленностью. Они имеют нормативные показатели качества, в частности, параметры пористой структуры, прочность, зольность, адсорбционная активность и др. Углеродные сорбенты необходимы для использования в промышленных процессах как высокоэффективное средство очистки, разделения и концентрирования веществ, для решения экологических проблем, а также для защиты людей в чрезвычайных ситуациях.

В России и за рубежом для очистки вод и других жидкостей помимо активированных углей применяют сульфокатиониты (сульфоугли).

Литература [3.4, с. 45–90; 3.8, с. 28–72; 3.14, с. 48–92].

2.10. Вопросы для самопроверки

2.10.1. Как называется продукт, получаемый в результате прессования угольной шихты на валковых прессах?

2.10.2. Как называется продукт, получаемый в результате прессового гранулирования влажных угольных шламов?

2.10.3. Как называется продукт, получаемый в результате окатывания угольной мелочи?

2.10.4. Перечислить основное оборудование для получения окускованного топлива.

2.10.5. Какова роль связующего при получении угольных брикетов?

2.10.6. Почему водоугольную суспензию относят к экологически чистому топливу?

2.10.7. Как называется продукт, получаемый из угля, сжига-

емого в пласте подземным способом?

2.10.8. В каких случаях целесообразно осуществлять подземную газификацию угля?

2.10.9. Назвать область применения активированных углей и сульфоуглей.

2.11. Утилизация отходов углеобогащения

Следует обратить внимание, что отходы добычи и обогащения полезных ископаемых служат прекрасным сырьем для производства товарных продуктов: пористых заполнителей бетонов, строительного кирпича и керамики, штукатурных растворов, щебня и других материалов. Применение отходов угольной промышленности при строительстве автомобильных дорог и сооружений дамб, насыпей и других инженерных объектов – один из наиболее перспективных и экономичных способов использования этого вида вторичного минерального сырья.

В углях обнаружено 84 элемента, относящихся к разным группам периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Содержание их (даже в расчете на золу), как правило, меньше 0,1 %. Отдельные микроэлементы накапливаются в отвалах добывающих и перерабатывающих угольных предприятий. Поэтому рациональное использование отходов может решить как важную экономическую задачу, так и внести значительный вклад в дело охраны окружающей среды

Литература [3.4, с. 91–99; 3.8, с. 240–273; 3.14, с. 96–102].

2.12. Вопросы для самопроверки

2.12.1. Какой вещественный состав твердых отходов углеобогащения?

2.12.2. Как используются отходы углеобогащения?

2.12.3. Какое сырье является основным для производства аглопорита?

2.12.4. Отходы какого метода обогащения применяют для производства кирпича?

2.12.5. Какие микроэлементы можно извлечь из отходов углеобогащения?

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

3.1. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – Москва: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.

3.2. Бутовецкий, В. С. Охрана природы при обогащении углей: справ. пособие. – Москва: Недра, 1991. – 231 с.

3.3. Техника и технология обогащения углей / В. В. Беловолов, Ю. Н. Бочков, М. В. Давыдов [и др.]; под ред. В. А. Чантурия, А. Р. Молявко. – Москва: Недра, 1995. – 622 с.

3.4. Евменова, Г. Л. Диверсификация угольной продукции: учеб. пособие / Г. Л. Евменова, Е. И. Моисеева; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2002. – 106 с.

3.5. Справочник по обогащению углей / под ред. И. С. Благова, А. М. Коткина, Л. С. Зарубина. – Москва: Недра, 1984. – 614 с.

3.6. Моисеева, Е. И. Управление качеством угольной продукции: учеб. пособие / Е. И. Моисеева, Г. Л. Евменова; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2000. – 100 с.

3.7. ГОСТ 25543-2013. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 19 с.

3.8. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования. Каталог-справочник / сост. Г. С. Головин, А. С. Малолетнев; под общ. ред. В. М. Щадова. – Москва: НТК «Трек», 2007. – 292 с.

3.9. Елишевич, А. Т. Брикетирование полезных ископаемых. – Москва: Недра, 1989. – 300 с.

3.10. Зайденварг, В. Е. Производство и использование водугольного топлива / В. Е. Зайденварг, К. Н. Трубецкой [и др.]. – Москва: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 176 с.

3.11. Шпирт, М. Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых / М. Я. Шпирт; под ред. Б. Н. Ласкорина. – Москва: Недра. – 255 с.

3.12. Якунин, В. П. Использование отходов обогащения углей / В. П. Якунин, А. А. Агроскин. – Москва: Недра, 1978. – 167 с.

3.13. Шпирт, М. Я. Рациональное использование отходов

добычи и обогащения углей / М. Я. Шпирт, В. А. Рубан, Ю. В. Иткин. – Москва: Недра, 1990. – 224 с.

3.14. Направление комплексного использования минерального сырья [Текст]: учебное пособие для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Обогащение полезных ископаемых» / Г. Л. Евменова; «ФГБОУ ВО Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2017. – 115 с.
<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91600&type=utchposob:common>

4. КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

4.1. Выбор и оформление задания

По дисциплине «Направление комплексного использования минерального сырья» студент выполняет контрольное задание, состоящее из реферата и задачи, представленных ниже. Оформление контрольной работы: формат А4, шрифт Times New Roman, размер – 14 пт, интервал полупетельный, параметры страницы – верхнее 1,5 см, нижнее 2 см, слева 3 см, справа 1 см; вставка номера страницы, размером 10 пт справа в верхнем углу страницы. Условия задачи необходимо полностью записать перед ее решением.

Работа должна содержать ссылки на литературные источники (при этом указывают фамилию автора, название книги, год издания, номер страницы) или Интернет-адреса, которые приведены в конце реферата.

Тему реферата студент определяет по номеру в списке группы из деканата.

Варианты задачи определяют по последней цифре шифра зачетной книжки, согласно табл. 2.

Таблица 2

Варианты для выбора задачи

Последняя цифра шифра	Вариант
0–1	1
2–3	2
4–5	3
6–7	4
8–9	5

4.2. Темы рефератов

1. Современные технологии брикетирования бурых углей. Преимущества и недостатки. Оборудование.
2. Перспективные разработки в области получения и использование водоугольного топлива.
3. Отечественные и зарубежные разработки получения активированных углей.
4. Производство дренажных труб, керамических изделий, сульфата алюминия.
5. Использование активированных углей в различных областях промышленности.
6. Газ подземной газификации углей и его применение.
7. Использование отходов углеобогащения для строительства дорог.
8. Производство кирпича из отходов углеобогащения.
9. Производство аглопорита из отходов углеобогащения.
10. Переработка наружных отстойников.
11. Переработка отвалов угольных разрезов.
12. Технологические схемы переобогащения промпродукта на УОФ.
13. Новые направления в технологии обогащения угля в Кузбассе.
14. Производство из угля редких рассеянных элементов.
15. Производство из угля искусственного жидкого топлива.
16. Модульные установки для обогащения шламов.
17. Модульные установки для обогащения отвальных масс.
18. Получение угольных адсорбентов и область их применения.
19. Извлечение глинозема из отходов углеобогащения
20. Производство керамзита из отходов углеобогащения.
21. Производство строительных блоков и панелей из отходов углеобогащения.
22. Получения германия из каменного угля.
23. Использование отходов углеобогащения в сельском хозяйстве.
24. Современные технологии производства бытовых брикетов.

25. Производство и область применения сульфоуглей
 26. Виды связующих для брикетирования каменных углей.
 27. Углистые породы и золошлаковые отходы – сырье для производства стройматериалов.

4.3. Задача

В соответствии с классификацией по генетическим и технологическим параметрам определить класс, категорию, тип, подтип, марку, группу, подгруппу, указать соответствующие показатели качества угля и направления его использования по кодовому номеру [3.6, с. 48–67; 3.7, с. 1–16]. Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5
Кодовое число	0653201	1122816	1651501	0813616	1432009

5. ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Тема 1. Сырьевая база для комплексного использования и переработки углей:

- назвать и прокомментировать основные физико-химические свойства углей (петрографический состав углей; элементный состав углей; влажность; зольность; содержание серы и летучих веществ; удельная теплота сгорания; температура воспламенения углей; спекаемость углей; плотность углей; механическая прочность; гранулометрический состав);

- рассказать о классификации углей бурых, каменных и антрацитов по размеру кусков;

- рассказать о классификации углей по технологическим параметрам (марки, группы и подгруппы).

Тема 2. Технологическое использование углей. Рассказать о процессах:

- слоевого коксования;
- газификации;

- гидрогенизации;
- производства карбида кальция.

Тема 3. Использование угля на энергетические нужды. К какому виду использования угля согласно стандарту относится:

- пылевидное сжигание в стационарных котельных установках;
- слоевое сжигание в стационарных котельных установках?

Тема 4. Комплексное использование углей и диверсификация угольной продукции. Рассказать о:

- назначении операций окомкования полезных ископаемых и требования к окускованному топливу;
- технологии брикетирования бурых углей;
- технологии брикетирования каменноугольной мелочи;
- технологии гранулирования окатыванием каменно угольной мелочи;
- технологии пелетирования каменноугольной мелочи;
- приготовлении и преимуществе использования водоугольного топлива;
- подземной газификации угля;
- получении жидкого топлива (гидрогенизация угля);
- производстве адсорбентов и стимуляторов роста.

Тема 5. Утилизация отходов углеобогащения:

- перечислить состав и классификации отходов углеобогащения;
- рассказать о современных способах переработки и складирования отходов флотации;
- назвать основные направления использования отходов обогащения угля.

Составитель
Галина Львовна Евменова

**НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Методические указания к самостоятельной работе
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело,
специализации Обогащение полезных ископаемых,
заочной формы обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 16.09.2019. Формат 60×84/16.
Печать офсетная. Отпечатано на ризографе.
Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 20 экз. Заказ
КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Издательский центр КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.