

УДК 662.74

ББК 35.312

Ф54

Рецензенты:

Сухоруков В.И., доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Восточного научно-исследовательского углехимического института;
Швецов В.И., доктор технических наук, директор коксохимической теплотехстанции;

кафедра физической химии и химической технологии МГТУ им. Г.И. Носова, заведующий кафедрой, доктор физико-математических наук, профессор А.Н. Смирнов.

Филоненко, Ю.Я.

Ф54 Теоретические основы технологии коксования каменных углей: учеб. пособие./ Ю. Я. Филоненко, А. А. Кауфман, В. Ю. Филоненко. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2015. – 190 с.

ISBN 978 - 5 - 88247 - 745 - 4

В учебном пособии изложена структура каменных углей, закономерности их пиролиза при нагреве и особенности коксообразования при переработке в современных коксовых печах, качество получаемого кокса.

Утверждено решением ученого совета Metallургического института Липецкого государственного технического университета (выписка из протокола №7 заседания от 28.08.2014 г.) и решением учёного совета Химико-технологического института Уральского федерального университета им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина (выписка из протокола № 3 заседания от 17.03.2014 г.) и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химическая технология», профиль - «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Табл. 24. Ил. 45. Библиограф.: 29 назв.

ISBN 978 - 5 - 88247 - 745 - 4

© ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный
технический университет», 2015

© Филоненко Ю.Я., Кауфман А.А., Филоненко В.Ю., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. СТРУКТУРА ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЫ КАМЕННОГО УГЛЯ, ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	8
1.1. Структура органической массы твёрдых горючих ископаемых и их физико-химические свойства	10
1.1.1. Структурная единица органической массы	11
1.1.2. Структурно-химические параметры органической массы твёрдых горючих ископаемых	15
1.1.3. Структурно-химические параметры отдельных марок каменного угля.	18
1.2. Расчёт физико-химических и технологических свойств каменного угля по структурно-химическим параметрам.....	21
Вопросы для самоконтроля	30
Глава 2. ПИРОЛИЗ КАМЕННОГО УГЛЯ. КИНЕТИКА ПИРОЛИЗА	31
2.1. Пиролиз органической массы каменного угля	33
2.1.1. Гомолитический разрыв химических связей в органической массе каменного угля при пиролизе	34
2.1.2. Стабилизация и термохимические преобразования продуктов де- струкции.....	36
2.1.3. Особенности пиролиза органической массы каменного угля (шихты)..	40

2.2. Термостойкость угля	41
2.3. Температурные интервалы пиролиза каменного угля	43
2.4. Кинетика пиролиза каменного угля	47
2.4.1. Кинетическая схема пиролиза	49
2.4.2. Расчёт кинетической модели пиролиза	50
2.4.3. Влияние скорости нагрева	51
2.4.4. Влияние скорости нагрева на градиент выхода продуктов пиролиза по температуре	53
2.5. Кинетические параметры процесса пиролиза	54
2.5.1. Расчёт кинетических параметров по точке перегиба на экспериментальной термогравиметрической кривой	55
2.5.2. Метод расчёта кинетических параметров при описании процесса пиролиза уравнением первого порядка (метод РХТУ им. Д.И.Менделеева)..	61
Вопросы для самоконтроля	66
Глава 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОГО КОКСА	67
3.1. Стадия предпластического нагрева	67
3.2. Стадия пластического состояния	69
3.2.1. Показатели качества пластической массы	74
3.2.2. Факторы, определяющие свойства пластической массы	78
3.3. Стадия образования полукокса	81
3.3.1. Спекание каменного угля (каменноугольной шихты)	

3.3.2. Факторы, определяющие спекаемость угля	85
3.3.3. Методы определения спекаемости каменного угля	87
3.3.4. Взаимосвязь показателей спекаемости угля, определённых различными методами	106
3.4. Стадия превращения полукокса в кокс	107
3.4.1. Механизм процесса превращения полукокса в кокс	108
3.4.2. Прочность и кусковатость кокса	113
3.4.3. Методы определения коксующести каменного угля (шихты)	117
Вопросы для самоконтроля	120
Глава 4. ПРОЦЕСС КОКСООБРАЗОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕЧИ И КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО КОКСА	121
4.1. Составление угольной шихты для производства каменноугольного кокса...	122
4.1.1. Поведение отдельных марок углей при коксовании	123
4.1.2. Коксующесты отдельных марок каменного угля	124
4.1.3. Оптимальный состав шихты из углей различных бассейнов	126
4.1.4. Закономерности изменения качества угольной шихты и кокса от свойств коксующестых углей	127
4.1.5. Расчёт показателей качества промышленной угольной шихты	135
4.2. Подготовка угольной шихты к коксованию	136
4.2.1. Оптимальный уровень измельчения и влажность	137
4.2.2. Принудительное уплотнение угольной шихты	143

4.2.3. Сушка и предварительный нагрев	145
4.3. Процесс коксообразования в промышленной печи и качество получае- мого кокса	148
4.3.1. Закономерности нагрева угольной загрузки в процессе коксования..	148
4.3.2. Движение парогазовых продуктов, образующихся при коксовании в камере коксовой печи	151
4.3.3. Усадка угольной загрузки и трещиноватость кокса.....	152
4.3.4. Закономерности изменения качества коксуемой загрузки по сечению камеры коксования	156
4.3.5. Пиролиз в коксовой камере парогазовых продуктов коксования	158
4.3.6. Выдача кокса из печи, его охлаждение и рассев	160
4.3.7. Качество кокса промышленного коксования	164
4.3.8. Химические продукты коксования	172
4.3.9. Влияние технологических условий на выход и качество продуктов кокования	176
4.3.10. Материальный баланс коксования	179
Вопросы для самоконтроля	184
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	186
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	188