



**Қарағанды мемлекеттік
индустриялық университетінің Хабаршысы**

**Вестник Карагандинского государственного
индустриального университета**

Bulletin of Karaganda state industrial university

№ 3 (10) * 2015



Основан в 1991 году
Переименован в 2001г. и 2013г.

Периодичность 4 раза в год
№ 3 (10) 2015г.

Республикалық
ғылыми журнал

Республиканский
научный журнал

Republican
scientific magazine



**«ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК ИНДУСТРИЯЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫ»**

**«ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

«BULLETIN OF KARAGANDA STATE INDUSTRIAL UNIVERSITY»

Журнал Қазақстан
Республикасының мәдениет
және ақпарат
министрлігінде тіркелген.
(30.04.2013ж. № 13579-Ж
тіркеу куәлігі)

Журнал зарегистрирован в
Министерстве культуры и
информации Республики
Казахстан
(регистрационное
свидетельство № 13579-Ж
от 30.04.2013г.)

The magazine is registered in
the Ministry of culture and
information of the Republic of
Kazakhstan
(registration certificate
№ 13579-Zh from 30.04.2013)

Бас редактор

Главный редактор

Chief editor

Ибатов М.К.

Ректор, доктор технических наук, профессор

3.2	О.Н. ОНИЩЕНКО, Г.Г. ЖАБАЛОВА Перспективы использования новых инновационных материалов для очистки воды в условиях ТЭЦ-ПВС АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»	42
Раздел 4. Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника		48
4.1	Г.А. СИВЯКОВА, А.П. ЧЕРНЫЙ Роль Казахстана в развитии программы партнерства «Зеленый мост»	48
4.2	О.А. ЮЩЕНКО, В.М. ДРУЖИНИН Структура адаптивной системы автоматического регулирования натяжения полосы в линии непрерывного горячего цинкования	51
Раздел 5. Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности		56
5.1	В.В. МЕРКУЛОВ, А.А. МАРИНИН, С.Н. МАНТЛЕР, Р.А. АЙТБАЕВ, С.А. ЕСЖАНОВ Способ получения модифицированной коксохимической смолы	56
5.2	А.Х. НУРЫМГАЛИЕВ, А.Л. НЕПОЧАТОВ, Р.К. ЖАСЛАН, А.Б. АЛКЕНОВА Исследование сорбционных свойств свинца (II) и кадмия (II) на углеродном сорбенте	60
5.3	В.А. КИМ, Г.А. УЛЬЕВА, С.Х. КУДАРИНОВ Исследование влияния скорости нагрева (коксования) на структуру спецкокса	64
Раздел 6. Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины		69
6.1	Л.И. КУКАЛО, М.К. ҚУАНТАЕВА, С.М. АМЕНОВА Оқу процесіндегі жекелей – бағыттау жақындығы	69
6.2	Н.М. ОМАРОВА Процедура разработки бизнес-планов	71
6.3	В.Г. ЧЕРКАШИН Представления студентов о позитивных и негативных факторах образовательного процесса	76
6.4	Б.Н. НУРСЕИТОВ, Г.Т. ТУРГУМБАЕВА Об интегрированной системе управления материальными ресурсами	79
Аннотации		83
Правила оформления и предоставления статей		88

$\Delta S^\#$ – изменение энтропии активации
формирования активированного комплекса

R – газовая постоянная;

T – температура, К.

Результаты расчетов констант кинетики сорбции, $E_{акт}$ и $S^\#$ ионов свинца(II) и кадмия(II) на модифицированном сорбенте приведены в таблице 3.

ВЫВОДЫ

Практически для всех изученных сорбционных процессов характерен достаточно крутой начальный участок изотерм кинетики сорбции. Как видно из результатов опытов, сорбция протекает достаточно быстро и заканчивается за 30 мин, это позволяет сделать вывод о том, что сорбат практически сорбируется на сорбенте.

Таким образом, результаты, приведенные в статье, однозначно свидетельствуют о высокой эффективности использования сорбента, созданного на основе хвойной древесины с последующей модификацией, для очистки сточных вод от тяжелых токсичных металлов, таких как свинец и кадмий, со степенью очистки до 99%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. - Л.: Химия, 1982. - 168 с.
2. Амерханова Ш.К., Прназарова Г., Дюсенбаева А., ЖасланР.К. Исследование сорбционной способности шишек сосны обыкновенной по отношению к ионам свинца (II) и меди (II)// Химический журнал Казахстана.- 2012. - №38.-С. 196-198.
3. Амерханова Ш.К., Шәріпова З.М., Уәли А.С. және т.б. Қылқан жапырақ ағаш негізіндегі көміртекті сорбентті алу және оның қасиеттері// Вестник Карагандинского Университета. Сер. хим. – 2013.-1(69).-С. 21-23.
4. Амерханова Ш.К., Уәли А.С., Дюсенбаева А.К. и др. Получение и исследование свойств сорбентов на основе модифицированной хвойной древесины// Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докл. XXIIIРоссийской молодежной науч. конф. (23-26 апреля 2013). -Екатеринбург, 2013.- С. 67-68.
5. Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. Алматы: Наука, 1977. 37 с.
6. Шачнева Е.Ю., Алыков Н.М., Арчибасова Д.Е. Адсорбция кадмия из водных растворов на модифицированных сорбентах//техника и технология пищевых производств. 2012.-Т.4.- №4.-С. 171-175.

УДК 669.749

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ НАГРЕВА (КОКСОВАНИЯ) НА СТРУКТУРУ СПЕЦКОКСА

¹В.А. КИМ, ²Г.А. УЛЬЕВА, ¹С.Х. КУДАРИНОВ

(¹г. Караганда, Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

²г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Качественные характеристики спецкокса, получаемого из слабоспекающихся и неспекающихся углей, зависят от условий его получения, определяющимися скоростью нагрева (коксования) угля и конечной темпе-

ратурой коксования

При нагревании угля протекает сложная совокупность физико-химических взаимодействий, которую можно рассматривать как цепь параллельно-последовательных реакций,

сопровождаемых деструкцией угольного вещества и синтезом на этой основе новых соединений. При этом процессы деструкции и синтеза могут протекать стадийно и одновременно. Скорости этих реакций различны и зависят от скорости нагревания угольной загрузки и, в данном случае, соизмеримость скоростей деструкции и синтеза является критерием для разграничения механизмов формирования структуры спецкокса, реализуемых по различным схемам.

При низких скоростях коксования угля, то есть при нагреве угля со скоростью некоторого критического уровня, очевидно, что скорость реакции деструкции будет меньше скорости синтеза. По этой причине, вследствие естественной неравномерности прогрева частиц угля по его сечению в начальный момент коксования на поверхности образуется жесткий поверхностный каркас, через который постепенно диффундирует парогазовая смесь, выделяющаяся из глубинных слоев. Образующийся жесткий поверхностный каркас не позволяет угольной частице свободно вспучиваться. Кроме того, градиент температуры по сечению частиц угля обуславливает неравномерность усадочных явлений по толщине нагреваемого слоя, что может вызвать развитие сети трещин в коксуемом теле, которые в свою очередь будут препятствовать созданию внутри куска избыточного давления распирающего. В силу отмеченных причин образующийся спецкокс будет характеризоваться плотной структурой с низкой реакционной способностью и кусковатостью близкой к крупности исходного угля.

При высоких скоростях коксования угля скорость деструкции становится больше скорости синтеза и, вследствие этого, в процессе формирования структуры спецкокса участвует большое количество жидкой фазы. Важно отметить, что в данном случае зона пластичности угля расширяется в сторону высоких температур, а сама пластичность из-за роста количества жидкой фазы быстро увеличивается. В указанных условиях процесс коксования может сопровождаться образованием менее жесткого, деформируемого поверхностного каркаса на угольной час-

тице и возможностью вспучивания, вследствие создания внутри частицы высоких давлений парогазовой фазы. При этом образующийся твердый остаток будет отличаться пористой структурой. В результате частица угля увеличивается в объеме, а спецкокс обладает высокой реакционной способностью.

Таким образом, при получении специального вида кокса из слабоспекающихся и неспекающихся углей необходимо учитывать возможность заметного влияния скорости коксования угля на структуру и свойства спецкокса. При этом важной задачей является определение граничных значений скоростей нагрева угля, по которым можно судить о преимущественном развитии того или иного механизма формирования спецкокса.

С использованием длиннопламенного каменного угля марки Д шубаркольского разреза, характеризующегося нулевым уровнем толщины пластического слоя и низким содержанием золы, была проведена серия опытов в экспериментальной шахтной печи с целью получения спецкокса при различных скоростях нагрева. Крупность угля составляла 15÷20 мм, вес навески 140 г, конечная температура коксования 900°C, время выдержки при достижении заданной температуры коксования 5 мин. Диапазон изученных скоростей нагрева 2÷360°C/мин отнесен к температурному интервалу деструкции угольного вещества – 350÷550°C.

По результатам фрактографических исследований образцов спецкокса на сканирующем электронном микроскопе марки JSM-6390LV фирмы «JEOL» получены микроструктуры спецкокса. Для удобства анализа опытные данные разграничены по скоростям нагрева на группы: менее 10, 15÷30, 30÷60°C/мин и более.

Структура спецкокса, полученного при медленных скоростях нагрева (2,30÷6,75°C/мин), характеризуется наличием только трещин. Материал кокса плотный, наблюдаются ровные сколы, стенки тела кокса толстые и ровные на большой площади сечения. При скорости нагрева 6,75°C/мин в теле кокса начинают образовываться некоторые несплошности (пустоты), но не по всему сечению образца,

а только в отдельных местах (рис.1). Образующиеся поры характеризуются рваными краями, структура спецкокса в целом неоднородна.

До скорости нагрева $\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ наблюдаются неспекшиеся части угля, разделен-

ные трещинами, и лишь при более высоких скоростях коксования, например, $14,20 \div 18,73^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ начинают исчезать границы между частицами угля, сохраняющиеся вплоть до скорости нагрева $22,60^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ (рис.2).

Фрактографическая микроструктура спецкокса, $6,75^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 400х

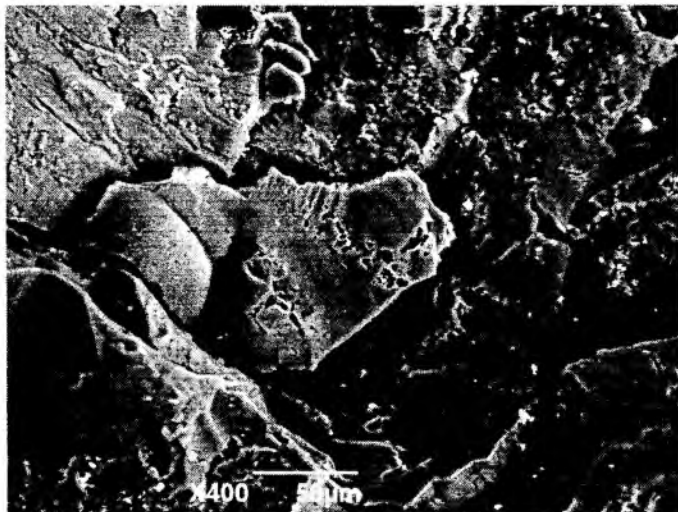


Рисунок 1.

Фрактографическая микроструктура спецкокса, $22,60^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 400х

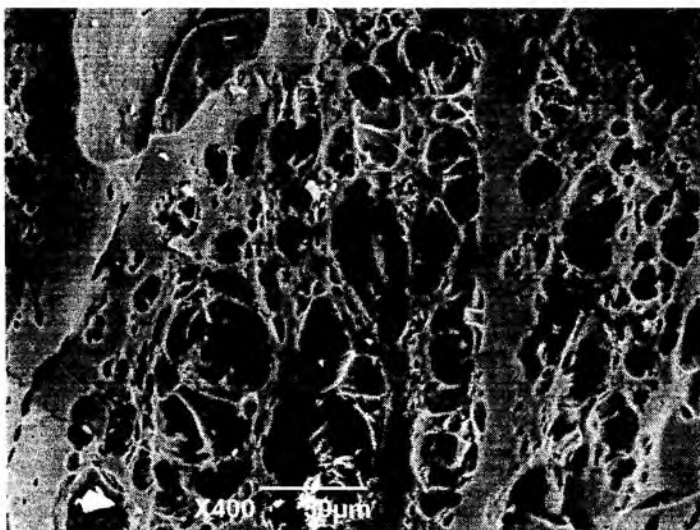


Рисунок 2.

Процесс порообразования начинает проявляться при скорости нагрева $18,73^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, при этом сам образец не меняет своих размеров, появляются незаполненные промежутки между зернами и поры характеризуют-

ся очень сложной формой и имеют ломаные края. Также в структуре кокса сохраняются межкусковые трещины, но уже в целом начинается проявление однородности структуры кокса.

Отмеченная закономерность хорошо прослеживается на рис.2, где заметным образом развивается процесс внутризернового порообразования с формированием пор округлой формы с сужающимися каналами.

При дальнейшем повышении скорости нагрева формируется развитая система пор с

заметным ростом однородности структуры (рис.3).

При больших скоростях нагрева $357^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ (рис.4) структура кокса характеризуется высокоразвитой системой пор. Форма пор становится округлой, стенки пор тонкие, ровные. В данном случае структура подобна гомогенной вспененной массе.

Фрактографическая микроструктура спецкокса, $66,20^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 400х

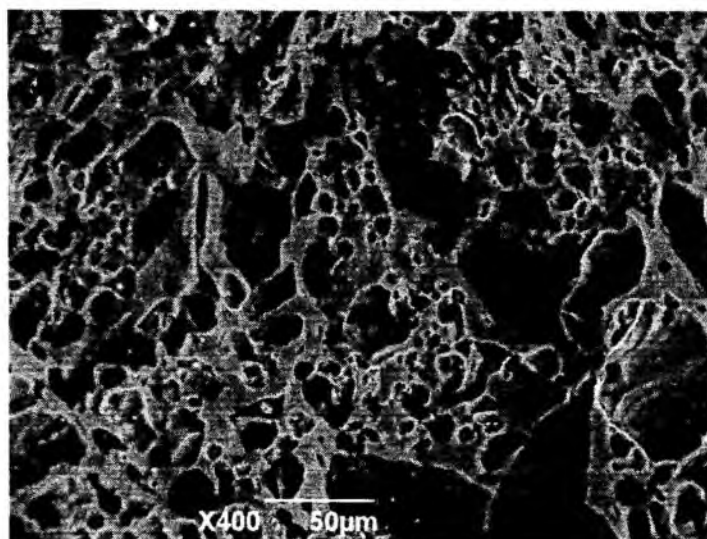


Рисунок 3.

Фрактографическая микроструктура спецкокса, $357,00^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 400х

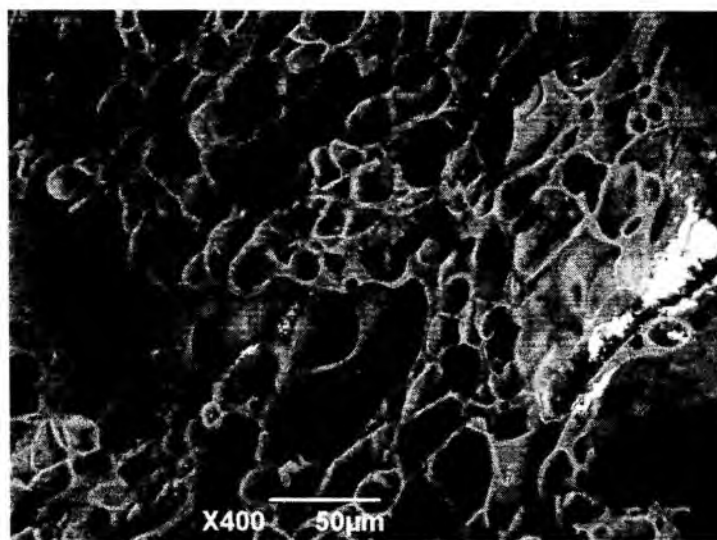


Рисунок 4.

На основе фрактографических данных были рассчитаны средний размер пор и толщина межпоровых стен (табл.1).

Как видно из табл.1, с повышением скорости нагрева увеличивается средний размер пор, а стенки пор утончаются.

В табл.2 приведены данные о технических показателях спецкокса в зависимости от скорости нагрева.

Как видно по табл.2, с ростом скорости нагрева увеличиваются значения реакционной способности и скорости газификации.

Таким образом, из рассмотренных данных следует, что критической скоростью нагрева можно считать скорость нагрева приблизительно в 10°С/мин. Начиная с этой скорости формируется пористая структура спецкокса [1]. При этом развитие пористости свя-

зано с газопроницаемостью и вспучиваемостью пластической массы угля, зависящей от вязкости угля в пластическом состоянии и количества газов, выделяющихся в этот период. То есть в целом структура является однородной. Спецкокс представляет собой хорошо сплавленный материал с порами правильной формы и гладкими межпоровыми стенками. При больших скоростях нагрева спецкокс получается очень мелкопористым, тонкостенным и характеризуется системой сложных сообщающихся ориентированных пор.

Таблица 1.

Параметры микроструктуры спецкокса в зависимости от скорости нагрева

Интервал скорости нагрева, °С/мин	Средний размер пор, мк	Толщина межпоровых стен, мк
до 10	12,63	10,87
15÷30	12,73	6,45
30÷60	14,29	5,00
более 60	19,58	3,96

Таблица 2.

Данные о технических показателях спецкокса в зависимости от скорости нагрева

Интервал скорости нагрева, °С/мин	Реакционная способность, см ³ /(г·с)	Реакционная способность по составу золы, CRI, %	Скорость газификации, г/мин	Йодовое число, %	Удельная поверхность по йодовому числу, м ² /г	Индекс вспучивания, %
до 10	1,22	18,47	0,012	5,20	33,27	0,0077
15÷30	1,25	18,99	0,017	5,75	36,80	0,0056
30÷60	1,32	18,73	0,020	5,10	32,63	0,0069
более 60	1,77	19,66	0,024	5,04	32,25	0,0119

Структурные характеристики спецкокса из кусковых углей определяют их восстановительные свойства для электротермических процессов. Показатели качества спецкокса, структурные характеристики и

фрактографические параметры подтверждают, что реакционная способность и восстановительная способность коксов зависят как от природы углей, так и условий коксования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент KZ №20902, кл. C10B 49/00, C10B 49/02, 2009.