

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА И КОНЦЕНТРАЦИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ВЫХОД И СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

А.А. Беушев, Д.Ф. Карчевский, Ю.А. Матвеев

Исследовано влияние расхода воздуха и концентрации фосфорной кислоты на выход, суммарную пористость по воде и осветляющей способности по метиленовому - голубому активированных углей, полученных в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. А также исследованы полученные угли при помощи ИК-спектроскопии.

Введение

В настоящее время активированные угли, используются во многих отраслях промышленности и жизни людей. Активированные угли являются одним из основных компонентов, применяемых в адсорбционной технике, что обусловлено их высокой адсорбционной способностью, которая сочетается с относительно невысокой их стоимостью. Кроме того, это единственный гидрофобный тип промышленных адсорбентов, что определяет широкое его применение для рекуперации паров, очистки влажных газов и сточных вод [1-3]. Поэтому дальнейшее совершенствование методов получения активированных углей, приводящее как к улучшению свойств активированных углей, так и к их удешевлению, является перспективным направлением в химической технологии.

В данной работе были проведены исследование процесса получения углей методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) из берёзовых опилок. Данный метод получения активных углей заключается в пиролизе древесины за счет теплоты, выделяющейся при ее частичном окислении кислородом воздуха. Для предотвращения озоления древесину обрабатывают раствором фосфорной кислоты, которая при протекании процесса пиролиза образует пленку конденсированных полифосфорных кислот и полиоксидов фосфора, препятствующую окислению полученного угля. Далее следуют процессы сушки и карбонизации древесины. Карбонизацию проводят в вертикальном трубчатом реакторе в токе воздуха.

По предварительным данным этот метод позволит получить активированный уголь, превосходящий большинство марок углей используемых в настоящее время по механической прочности и адсорбционным свойствам и в то же время имеющий относительно невысокую стоимость. Что обусловлено отно-

сительной простотой аппаратного оформления процесса по сравнению с другими методами, основанными на проведении пиролиза без доступа кислорода.

Задачей данного исследования является изучение выхода и свойств получаемых активированных углей в зависимости от основных факторов влияющих на получение активированных углей методом СВС. Такими факторами являются – концентрация фосфорной кислоты, используемой для обработки древесных опилок и расход воздуха. Для достижения поставленной задачи были проведены следующие исследования:

- исследование зависимости выхода продукта (активированного угля) от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха,
- исследование пористости угля по воде в зависимости от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха,
- исследование осветляющей способности по метиленовому голубому от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха,
- исследование углей методом ИК-спектроскопии.

Экспериментальная часть

Получение активированных углей проводили следующим образом: воздушно сухие опилки древесины березы пропитывали раствором фосфорной кислоты, сушили и проводили пиролиз в трубчатом реакторе при постоянном токе воздуха. Выход активированного угля определялся относительно навески пропитанных фосфорной кислотой и высушенных опилок. Определение суммарной пористости по воде основано на определении объема воды, заполняющей практически все поры угля при кипячении его в воде.

Осветляющая способность по метиленовому – голубому определялась по методике описанной в [4].

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлена зависимость выхода продукта от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха.

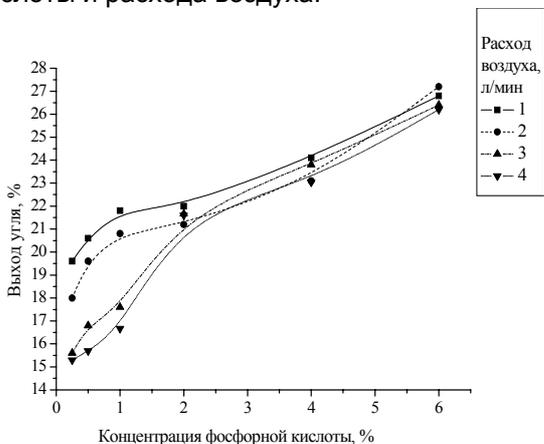


Рисунок 1 – Зависимость выхода угля от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха

Как видно из рис. 1 при увеличении концентрации фосфорной кислоты происходит увеличение выхода углей для всех расходов воздуха. Для расходов 3 и 4 л/мин это увеличение выражено сильнее, чем для расходов 1 и 2 л/мин. При увеличении расхода воздуха для невысоких концентраций фосфорной кислоты (0,25; 0,5; 1%) выход угля снижается. Для концентраций 2, 4 и 6 % влияние расхода на выход угля несущественно и величина выхода практически постоянна.

На рис. 2 представлена зависимость суммарной пористости углей по воде от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха.

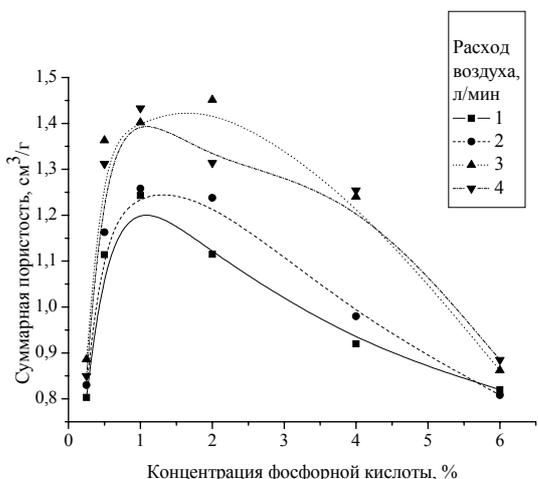


Рисунок 2 – Зависимость суммарной пористости по воде от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха

На рис. 3 представлена зависимость осветляющей способности по метиленовому голубому от концентрации фосфорной кислоты и расхода воздуха.

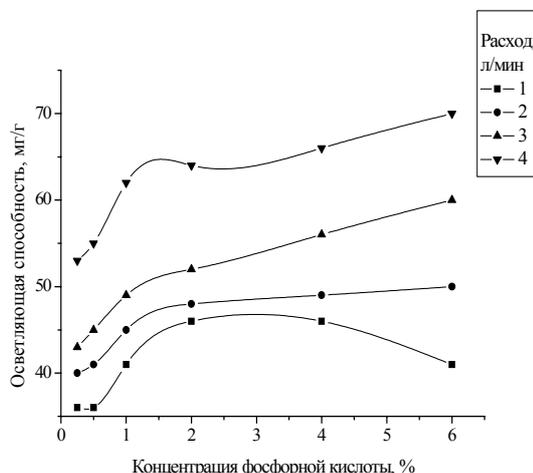


Рисунок 3 – Зависимость осветляющей способности по метиленовому голубому от концентрации фосфорной кислоты и от расхода воздуха

Зависимость суммарной пористости углей по воде от концентрации фосфорной кислоты имеет экстремальный характер. Значение пористости резко возрастает на участке концентраций 0,25 – 0,5 %, в точке 1 % принимает максимальное значение и на участке 1 – 6 % постепенно снижается (рис. 2).

Для всех концентраций фосфорной кислоты с увеличением расхода воздуха происходит увеличение суммарной пористости углей, причем влияние расхода воздуха наиболее сильно проявляется для концентраций 0,5; 1; 2 и 4 % (рис. 2).

С увеличением концентрации фосфорной кислоты, резкое возрастание пористости на участке объясняется образованием на поверхности древесины пленки, препятствующей обгару с поверхности, но не препятствующей обгарам угля изнутри, при образовании трещин. При дальнейшем увеличении концентрации происходит затруднение диффузии кислорода и уменьшение степени обгара, и, следовательно, пористости.

Осветляющая способность углей по метиленовому голубому увеличивается на участке концентраций 0,25 – 1,5 %. На участке 1,5 – 6 % влияние концентрации на осветляющую способность меньше, происходит стабилизация показателей для расходов 1 и 2 л/мин и незначительное увеличение – для расходов 3 и 4 л/мин (рис. 3).

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА И КОНЦЕНТРАЦИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ВЫХОД И СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

С увеличением расхода воздуха осветляющая способность углей увеличивается для всех концентраций фосфорной кислоты, причем зависимость осветляющей способности от расхода воздуха выражена сильнее, чем от концентрации (рис. 3).

Увеличение осветляющей способности углей по метиленовому голубому с увеличением расхода воздуха по-видимому связано с образованием поверхностных окислов угля, наличие которых делает более прочной связь угля с красителем.

На ИК – спектрах всех образцов присутствуют полосы поглощения: $3600 - 3350 \text{ см}^{-1}$ характерная для валентных колебаний гидроксильных в карбоксильных группах, $1600 - 1700 \text{ см}^{-1}$ для двойных связей $\text{C}=\text{C}$ и карбонильных групп $\text{C}=\text{O}$ при сопряжении, 1460 см^{-1} для ароматических соединений, 1390 см^{-1} дают деформационные колебания НОН кристаллизационной воды. Слабая полоса 1270 см^{-1} обусловлена плоскими деформационными колебаниями ароматических колец лигнина, ее интенсивность уменьшается с увеличением концентрации фосфорной кислоты. Полоса 1150 см^{-1} обусловлена валентными колебаниями $\text{C}-\text{O}$. Из данных ИК-спектроскопии можно сделать вывод, что при увеличении концентрации фосфорной кислоты происходит уменьшение содержания смолистых веществ, образующихся при неполном пиролизе лигнина.

Высокая степень кристалличности получаемых углей обеспечивает высокие прочностные свойства по сравнению с аналогами, содержащими большую долю аморфной фазы. В сочетании с хорошими адсорбционными свойствами это дает возможность для широкого применения активных углей, полученных по методу СВС. Так как процесс проводится в присутствии кислорода воздуха и при высокой (около 700°C) температуре, то получают окисленные активные угли.

Заключение

Из представленных данных можно сделать вывод, что для пиролиза березовых оплоков в режиме СВС наиболее подходящими условиями являются: концентрация фосфорной кислоты равная 1-2 % и расход воздуха – 3-4 л/мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колышкин Д.А., Михайлова К.К. Активные угли. Л., Химия, 1972. – 57 с.
2. Козлов В.Н. Пиролиз древесины. Под ред. Академика И.П. Бардина. АН СССР, М., 1952. – 258 с.
3. Фенелонов В.Б. Пористый углерод. Новосибирск: ИК СО РАН, 1995. – 513с.
4. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный.