

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА И СОСТАВА ШИХТЫ НА ПРОЧНОСТЬ КОКСА

Н. М. СМОЛЬЯНИНОВА, Ю. Д. ЮХНОВЕЦ

(Представлена научно-методическим семинаром химико-технологического факультета)

Качество кокса зависит как от состава шихты и условий подготовки угля к коксованию, так и от технологических условий процесса коксования, среди которых, пожалуй, решающую роль играет скорость нагрева угля в коксовой камере.

Влияние ширины камеры на качество кокса как раз и определяется различной скоростью подъема температуры в различных точках по ширине коксуемой загрузки. С повышением скорости нагрева увеличивается спекаемость углей, а также изменяется динамика газовыделения, что сказывается как на трещиноватости, так и на структурной прочности или прочности пористого тела кокса.

В большинстве работ по выяснению влияния скорости нагрева угля на механические свойства кокса либо принималась во внимание средняя скорость нагрева, не имеющая ничего общего с действительными скоростями подъема температур в каждой данной точке коксуемой загрузки, либо исследования проводились при таких режимах нагрева, которые вообще не имеют места в производственных условиях при существующей технологии коксования.

Все вышесказанное имеет особое значение при внедрении в производственную практику ширококамерных печей, а также шихт с повышенным содержанием газовых углей.

В связи с этим нами проведено исследование влияния скорости нагрева и состава шихты на качество кокса.

Для испытания были приняты четыре шихты, две из которых предложены Кузнецким филиалом ВУХИНа как перспективные, одна — настоящая шихта коксохимпроизводства КМК и одна шихта составлена нами для более четкого выявления влияния добавки газовых углей.

Состав и характеристика шихт приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

№ шихты	Компоненты шихты в %				
	ПЖ	К	К <sub>10</sub>	К <sub>2</sub>	Г
1	22,5	25,5	15,0	19,0	18,0
2	20,0	16,0	12,0	30,0	22,0
3	23,0	20,0	13,0	28,0	16,0
4	10,0	—	—	30,0	60,0

Известно, что температурный режим нагрева коксуемой загрузки в разных точках по ширине камеры различен вследствие малой теплопроводности угля, наличия влаги и изменения свойств в процессе коксования. Это обуславливает получение кокса с различными свойствами в зависимости от положения куска в загрузке по высоте и ширине коксовой камеры. При одинаковых средних скоростях коксования это различие может достигать значительных величин—от 17 до 0,2 град. в минуту.

С целью максимального приближения режима нагрева к имеющему место в промышленной коксовой печи, а также для выяснения влияния истинных скоростей подъема температур в угольной загрузке на прочность кокса по ширине камеры нами проводились опытные коксования по режимам, соответствующим слою, прилегающему к стене камеры, слоям, расположенным на расстоянии 60 и 120 мм от стены и в центре загрузки. Указанные режимы, рассчитанные по кривым динамики изменения температур по ширине угольной загрузки камеры коксования<sup>1)</sup>, приведены в табл. 3.

Таблица 2

№ шихты	Wp, %	Ac, %	Vt, %
1	6,6	9,2	25,6
2	6,5	9,0	25,8
3	6,4	8,7	25,1
4	6,8	8,6	32,0

Таблица 3

I — у стены;

II — 50—60 мм от стены;

III — 130—140 мм от стены

IV — в центре загрузки

Температурный интервал, °К	Средняя скорость изменения температуры, град/мин по режимам			
	I	II	III	IV
0—373	17,0	3,0	0,60	0,20
373—473	17,0	3,0	0,90	0,70
473—573	17,0	3,0	1,50	1,50
573—673	17,0	3,10	1,70	2,40
673—773	5,60	2,10	1,30	2,40
773—873	3,00	1,40	0,96	3,30
873—973	1,40	0,90	1,02	4,20
973—1073	0,72	0,52	0,85	5,60
1073—1173	0,51	0,46	2,40	2,80

Коксование проводилось в специальной стальной кассете. Для обеспечения максимальной равномерности нагрева всей загрузки по толщине слоя ширина кассеты была выбрана по возможности меньшей (20 мм), обеспечивающей лишь получение кусочков кокса с размерами, необходимыми для определения структурной прочности по принятой методике. Остальные размеры могут быть произвольными в зависимости от размеров печи и требуемого количества кокса.

Шихта производственного помола загружалась в кассету всегда с постоянным насыпным весом — 750 кг/м<sup>3</sup>. Режим нагрева контролировался при помощи термпары, помещенной в центр угольной загрузки.

<sup>1)</sup> Л. В. Мейксон, С. А. Шварц. Производство кокса, Металлургиздат, 1957.

Для предотвращения окисления, которое наблюдалось при проведении коксований по III и IV режимам вследствие продолжительного пребывания угля при температуре 373°K, указанные опыты проводились в атмосфере азота, а кассета с шихтой засыпалась сверху измельченным древесным углем.

По достижении конечной температуры кассета извлекалась из печи, и кокс тушился водой.

Для всех полученных образцов кокса определялись прочность в горячем состоянии при температурах 293, 673 и 1073°K по методике, разработанной на кафедре химической технологии топлива ТПИ<sup>1)</sup>, а также пористость.

Полученные данные представлены на рис. 1 и 2 в виде графиков зависимости прочности кокса от температуры вторичного нагрева для разных шихт и режимов коксования, а также в виде зависимости прочности кокса при данной температуре от положения куска по ширине камеры (рис. 3). На рис. 4 показано изменение пористости кокса по ширине камеры.

Как видно из графиков (рис. 1, 2), зависимость структурной прочности кокса от температуры вторичного нагрева выражается для всех режимов и шихт кривыми с характерным минимумом истираемости в интервале температур 673—873°K.

Причиной повышения структурной прочности является, как указывалось ранее, уменьшение внутренних температурных напряжений, возникающих в коксе при резком его охлаждении в процессе мокрого тушения.

Зависимость прочности кокса от состава шихты более сложна.

Так, истираемость кокса, полученного из шихт 1, 2 и 3 по I режиму коксования, уменьшается в интервале температур 293—723°K с увеличением содержания в них газовых углей. Однако при температурах выше 873°K наименьшей истираемостью обладает кокс из шихты 1 (18% газового угля), наибольшей — из шихты 3, а 2-я и 4-я заняли промежуточное положение. Этот факт еще раз подчеркивает принципиальный недостаток методов испытания прочности кокса только в холодном состоянии.

Образцы, полученные из шихт 1, 2 и 3 по режиму II, имеют практически одинаковую структурную прочность в пределах всего испытанного интервала температур. Подобная картина наблюдается также при коксовании этих шихт по четвертому (IV) режиму. Однако истираемость кокса здесь намного выше, чем при коксовании по второму (II) режиму.

Что же касается шихты 4, то она дала при режиме II гораздо более истирающийся кокс, по сравнению со всеми другими режимами.

При четвертом режиме из этой же шихты в интервале температур 293—723°K получен наиболее прочный кокс. Зато при более высоких температурах испытания структурная прочность его резко падает (на 10—13%) по сравнению с образцами кокса, полученными из остальных шихт.

При третьем (III) режиме истираемость всех образцов при нагреве до 600° изменяется незначительно (в среднем на 2—3%), но при дальнейшем повышении температуры структурная прочность резко уменьшается (в 2 раза) по сравнению с прочностью при 293°K.

На рис. 3 показано типичное изменение структурной прочности кокса, полученного из шихты № 1, по ширине камеры при различной

<sup>1)</sup> Н. М. Смольянинова, А. А. Каплин и Л. М. Васильева. Исследование прочности кокса в горячем состоянии. Кокс и химия, № 5, 1961.

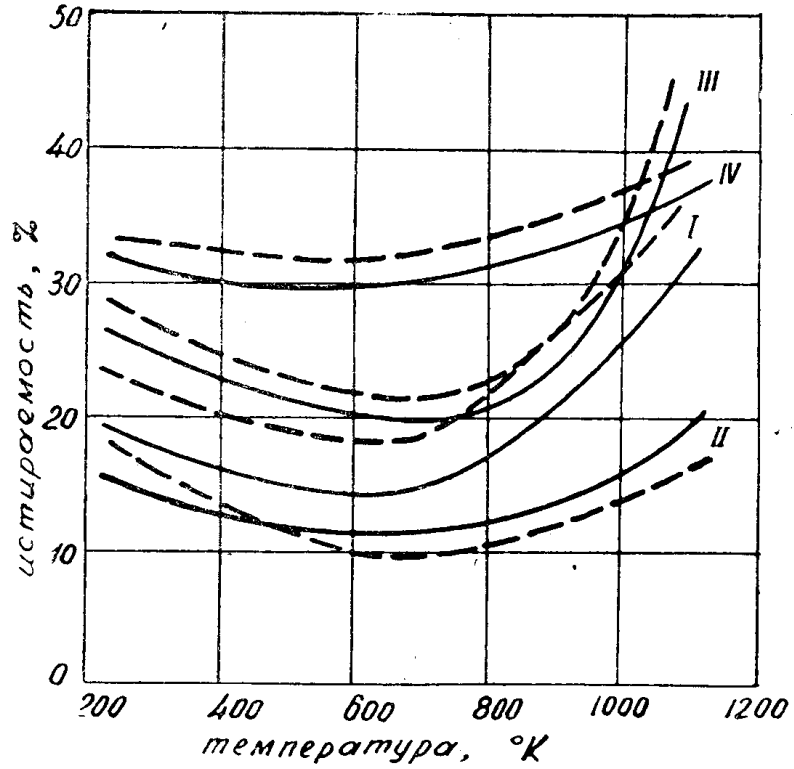


Рис. 1. Зависимость прочности кокса в горячем состоянии от температуры вторичного нагрева для шихты № 2 (сплошные линии) и шихты № 3 (пунктир) при разных режимах коксования (римские цифры у кривых).

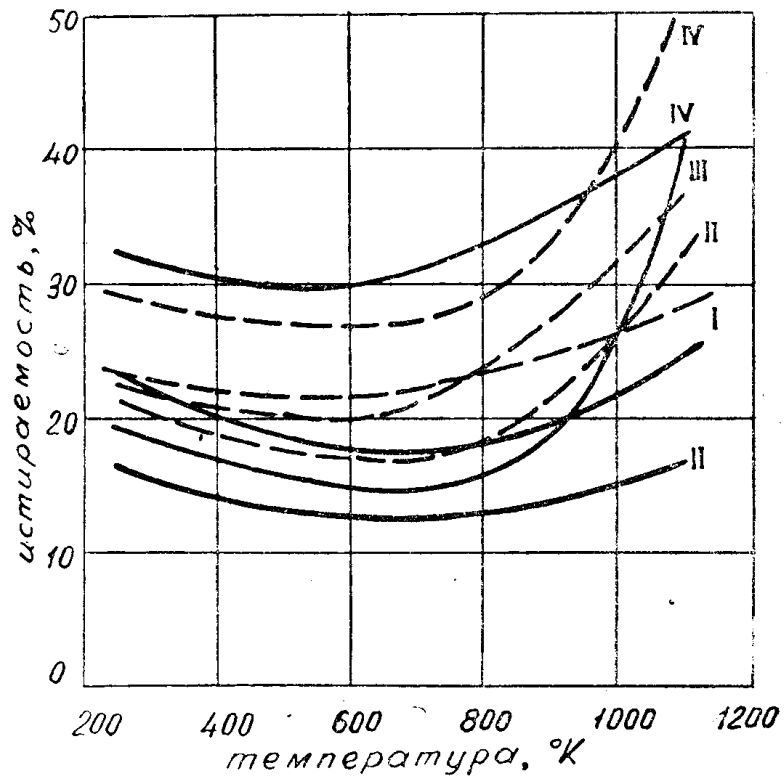


Рис. 2. Зависимость прочности кокса в горячем состоянии от температуры вторичного нагрева для шихты № 1 (сплошная линия) и шихты № 4 (пунктир) при разных режимах коксования (римские цифры у кривых).

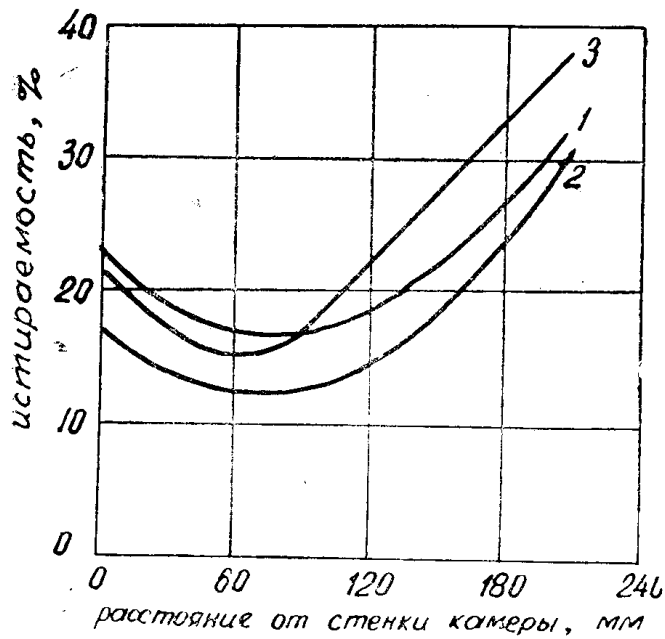


Рис. 3. Зависимость прочности кокса (из шихты № 1) в горячем состоянии от положения куска в угольной загрузке (расстояния от стенки камеры) при различных температурах вторичного нагрева кокса (1—293°K, 2—673°K, 3—1000°K).

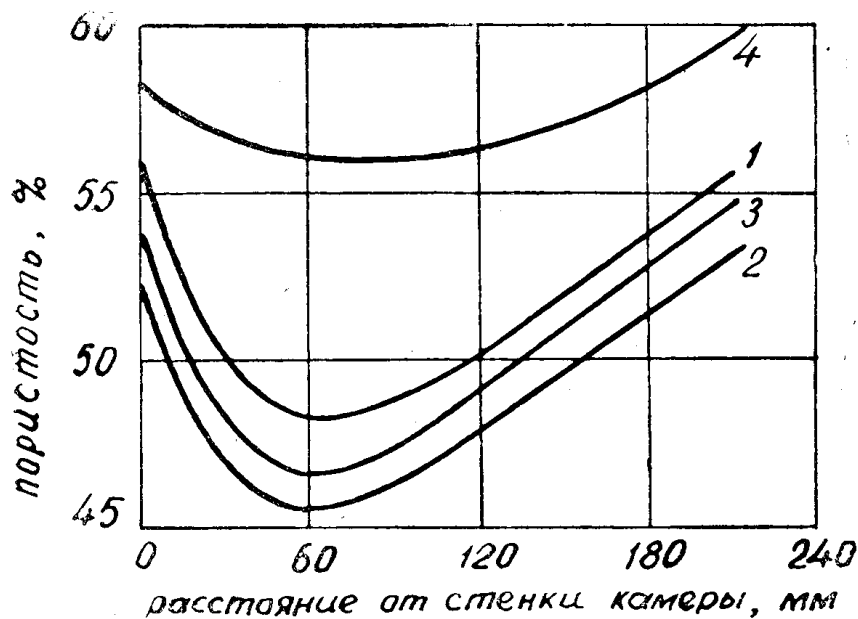


Рис. 4. Зависимость пористости кокса из различных шихт (цифры у кривых) от режима коксования (расстояния от стенки камеры).

температуре вторичного нагрева кокса. Аналогичные результаты получены и для шихт другого состава.

Сравнивая приведенные кривые, можно видеть, что скорость нагрева, соответствующая второму режиму (2—3 град/мин) или расстоянию от стены камеры в 60 мм, обеспечивает получение самого прочного кокса, независимо от состава шихты. Указанный режим нагрева является, по-видимому, оптимальным, так как он обеспечивает достаточную спекаемость и не слишком высокую скорость газовыделения, в результате чего формируется наиболее прочное пористое тело кокса.

Как известно, структурная прочность зависит как от прочности собственно вещества кокса, так и от толщины стенок пор. Чем выше пористость, тем, очевидно, должны быть тоньше стенки пор и выше их хрупкость, проявляющаяся в выходе мелких классов, который характеризует в целом прочность на истирание.

Влияние пористости кокса на истираемость очень наглядно подтверждается графиком, приведенным на рис. 4: максимальной прочности кокса, находящегося на расстоянии 60 мм от греющей стены, соответствует минимальная пористость. В то же время причиной высокой истираемости кокса, полученного из шихты № 4 (с преобладанием газовых углей) по режимам I и II, является, по-видимому, его более высокая пористость. Для этой шихты характерно также (рис. 8) значительное уменьшение по всей ширине камеры структурной прочности кокса при температуре испытания 1073°K.

Графики на рис. 1, 2 показывают, что истираемость почти всех испытанных образцов, независимо от режима нагрева шихт, довольно резко увеличивается при вторичном нагреве, начиная с температуры 723—873°K.

Уменьшение структурной прочности образцов при первом режиме нагрева происходит в результате формирования при интенсивном газовыделении сильно пористого кокса, так как скорость нагрева шихты здесь велика и составляет величины порядка 5,6—17 град/мин (табл. 3). При третьем и четвертом режимах прочность кокса падает за счет уменьшения спекаемости, происходящей, вероятно, вследствие некоторого окисления, которого нельзя полностью избежать при длительном выдерживании шихты при низких температурах (в течение 4 и 7,5 часов при температуре порядка 373°K).

Кокс из шихты № 4 оказался наиболее прочным, по сравнению с другими образцами, при IV режиме коксования в интервале температур 293—723°K. Здесь, по-видимому, сказалось благоприятное влияние на прочность кокса из шихт с преобладанием газовых углей предварительной термической обработки их или же слабого окисления. Однако при более высоких температурах вторичного нагрева истираемость кокса из этой шихты резко падает и при 1073°K становится намного большей по сравнению с остальными образцами.

Сравнение кривых истираемости образцов кокса, полученных из шихт № 1 и 2, с коксом из шихты № 3 (КМК) указывает на малое различие их структурной прочности. Вместе с тем, прочность кускового кокса из этих шихт может значительно отличаться вследствие разницы в трещиноватости.

### Выводы

1. Изучено влияние скорости нагрева и состава шихты с увеличенным содержанием газовых углей на прочность кокса в горячем состоянии.

2. При исследовании моделированы режимы нагрева в различных точках угольной загрузки по ширине камеры коксования.

3. Установлено, что наилучшую прочность кокса независимо от состава шихты обеспечивает режим нагрева, соответствующий расстоянию в 60 мм от стены камеры.

4. Изменение прочности кокса в зависимости от режима нагрева обусловлено различием физико-химических условий образования пористой структуры кокса.

---