

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Е. М. ТАИЦ

**ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН
В КОКСЕ**

(Представлено академиком И. П. Бардиным 23 X 1953)

Крупность и равномерность кокса по величине кусков определяется густотой сети трещин в коксовом пироге и трещиноватостью отдельных кусков. От степени трещиноватости зависит и дробимость кокса. Поэтому исследование причин, определяющих крупность и трещиноватость кокса, имеет большое значение, в особенности в связи с необходимостью расширить гамму коксующихся углей и интенсифицировать коксохимическое производство.

Трещины в коксе образуются вследствие развития внутренних (усадочных) напряжений, которые возникают в результате действия сил, препятствующих процессу усадки кокса.

В современных коксовых печах, где тепло передается через стенку внутрь угольной засыпи, осуществляется последовательный, или послойный процесс коксования. В любой момент времени после образования начального слоя кокса (за исключением конечного периода) коксуемая масса состоит из слоев: сырого угля, сухого угля, пластического слоя, полукочка, кокса. Каждый геометрический слой проходит через эти фазы, но переход этот осуществляется таким образом, что каждый следующий слой (от оси к стене камеры) проходит последующую фазу процесса коксования. Так как степень прококсованности (карбонизации) является функцией температуры (предполагается, что времени достаточно для завершения обусловленных данной температурой процессов), то физическое состояние отдельных геометрических слоев определяется температурными кривыми для ряда точек по ширине камеры для различных моментов периода коксования.

Усадка кокса начинается от момента затвердевания пластической массы и продолжается до конца коксования. К концу процесса скорость усадки резко убывает. Зная ход температурных кривых, можно изобразить и динамику процесса усадки в виде ряда кривых для отдельных слоев кокса (см. рис. 1): от прилегающего к стене (слой 0) до расположенного по оси камеры (слой 200 мм).

Скорость усадки смежных слоев кокса в известном температурном интервале является различной. Это видно из кривых рис. 2 (построенных на основе рис. 1), где в качестве примера показано изменение скорости усадки (в %/0,5 часа образовавшегося кокса после 1; 2; 4,5; 6,5; 9,5; 12 и 14 час. коксования).

Различная скорость усадки смежных вертикальных слоев кокса и является одной из причин, обуславливающих возникновение внутренних напряжений в коксе и образование трещин. Слой, сокращение которого должно произойти с большей скоростью (вследствие относительно большей потери им летучих продуктов в единицу времени), будет испытывать

растягивающие напряжения (а смежный с ним слой — напряжение сжатия); эти напряжения, будучи выше предельных напряжений материала кокса, вызовут разрывы, т. е. образование продольных трещин. Что касается механизма образования поперечных трещин, то он аналогичен указанному и в основном объясняется различной скоростью сокращения горизонтальных смежных слоев кусков кокса.

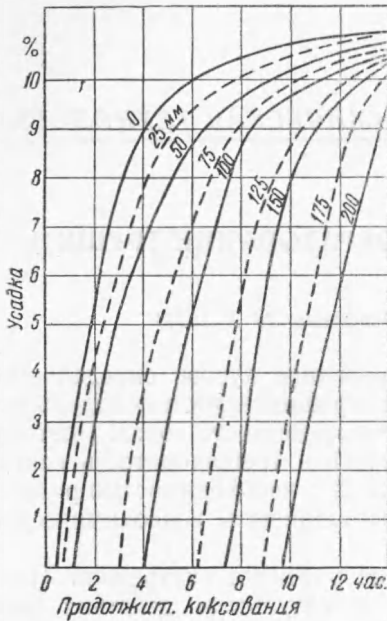


Рис. 1

Изменение скорости усадки по толщине слоя, в частности ограниченного двумя изотермическими плоскостями 500—700° (в этом температурном интервале образуется основная сеть продольных трещин (1)), должно быть выражено через градиент усадки (2).

С увеличением этого градиента увеличивается степень трещиноватости кокса. Увеличение градиента усадки происходит: 1) при коксовании углей с большой усадкой (например, газовых), так как при большой потере летучих веществ в единицу времени разность в скоростях усадки смежных слоев возрастает; газовые угли, как известно, образуют более трещиноватый кокс; 2) при повышенных скоростях нагрева, поскольку при этом возрастает температурный градиент; поэтому при быстром нагреве угля образуется более трещиноватый кокс.

Вторым важным фактором, определяющим степень трещиноватости кокса, является сила связи между смежными слоями кокса. Если один слой вследствие разной скорости усадки оказывает сопротивление свободной усадке другого слоя, то сопротивление это будет большим или меньшим в зависимости от величины силы сцепления. В связи с этим следует указать, что при коксовании достаточно тонкого слоя угля напряжения должны снизиться, а количество трещин уменьшится, поскольку можно считать, что такой слой как бы не связан со смежными. При испытании одного и того же угля в аппарате для лабораторного коксования (реторте ИГИ) (2) в весьма тонком и толстом слое без внешней нагрузки при большой скорости нагрева в первом случае действительно был получен кокс, почти лишенный трещин, во втором случае весьма трещиноватый кокс с сильно выпуклыми отдельностями.

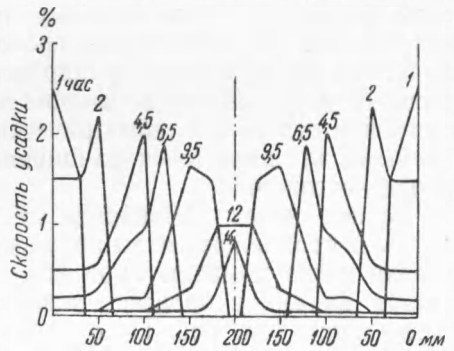


Рис. 2.

За счет уменьшения сил сцепления между смежными слоями коксового материала может быть достигнуто резкое снижение трещиноватости. Это наблюдается при коксовании смесей. При добавлении к хорошо спекающемуся углю слабо или неспекающегося угля сила сцепления между смежными слоями уменьшается. В зависимости от процента присадки (следовательно, концентрации зерен присадочного угля на поверхности, разграничивающей смежные слои) эта сила будет понижена в

большей или меньшей степени, что приведет к уменьшению растягивающих напряжений.

Известно, что при добавлении к жирным или газовым углям отошающей примеси трещиноватость кокса резко понижается. Это происходит не только потому, что уменьшается градиент усадки, но и за счет уменьшения сил сцепления. Хорошим доказательством этого служит то, что при коксовании смеси, составленной из газового, жирного и длиннопламенного углей, т. е. смеси, отличающейся большим выходом летучих веществ и большой усадкой, был получен кокс с умеренным количеством трещин.

Это произошло, несомненно, за счет того, что длиннопламенный уголь плохо спекается; по этой причине действие сил сцепления между смежными слоями было ослаблено. Таким образом, укрупнение кокса может произойти не только при введении в шихту углей отошенных типов, но, как было выше показано, и углей типа длиннопламенных, что подтверждается и опытными коксованиями⁽³⁾. Из сказанного следует, что крупный кокс может быть получен и при большой его усадке.

Отметим, что поскольку при избыточной присадке отошающей примеси получается крупнокусковой, но истирающийся кокс, то предельный процент присадки определяется требованиями, предъявляемыми к прочности кокса на истирание.

Из всего сказанного выше следует, что внутренние напряжения σ , возникающие в коксе и обуславливающие образование в нем трещин, определяются следующими основными параметрами: градиентом усадки g и силой сцепления между смежными слоями N , т. е.

$$\sigma = f(g, N).$$

Величина g определяется динамикой усадки коксового материала; последняя зависит от абсолютной величины усадки и режима нагрева угля или угольной смеси.

Величина N определяется спекающими свойствами угля, т. е. его вязкостью в пластическом состоянии, и зависит от степени измельчения угля, содержания в нем минеральных примесей, степени уплотнения и некоторых других факторов.

К этому следует добавить, что развивающиеся напряжения в известной степени зависят также от величины давления (как внешнего, так и давления вспучивания), испытываемого угольной загрузкой и коксом.

Институт горючих ископаемых
Академии наук СССР

Поступило
24 IX 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. М. Сапожников, Г. В. Сперанская, Тр. ИГИ АН СССР, 2, 3 (1950).
² Е. М. Тайц, З. С. Тябина, там же, 2, 41 (1950). ³ Я. М. Обуховский, Уголь, 1950.