

УДК 62.61.533.324

## **ВЛИЯНИЕ МЕТАМОРФИЗМА НА ИЗМЕЛЬЧАЕМОСТЬ УГЛЕЙ ПРИ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

*Юсупов Т.С., \*Бурдуков А.П.*

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск  
\*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск*

*Аннотация.* Исследована измельчаемость углей в мельницах ударного действия в зависимости от степени метаморфизма.

На примере углей стадий Д, К и Т, оценивая эффективность диспергирования по классу – 20 мкм, показано, что измельчаемость увеличивается с ростом метаморфизма, достигая наибольшего значения для углей стадии Т.

Большинство технологических процессов переработки и использования углей сопряжено с тонким измельчением. В практике диспергирования широко применяется ударное разрушение, реализуемое в шаровых мельницах и дезинтеграторах [1].

Измельчение до десятков микрон используется с целью раскрытия органо-минеральных сростков пород процессами механического и химического обогащения, повышения реакционной способности при химической переработке органического вещества, снижения энергии активации угля в процессах горения на ТЭС [2].

Преимущества дезинтеграторного, чисто ударного измельчения перед другими видами разрушения состоит в меньшем разупорядочении молекулярной структуры вещества угля, что позволяет более эффективно разделять органо-минеральные компоненты методами гравитационного, центробежного и флотационного обогащения. Ударные воздействия обычно направлены перпендикулярно угольным слоям и приводят к аморфизации поверхностных слоев частиц, в то время как посредством сдвига и трения, проявляющихся в центробежных мельницах, имеет место более глубокое разрушение и деструкция угольных частиц.

Как показали наши исследования, степень дисперсности и механоактивированности углей разных марок после тонкого измельчения в одном и том же аппарате имеют существенные различия, что объясняется рядом генетических и технологических особенностей углей. В данной работе изучалась измельчаемость углей разных стадий метаморфизма, факторами изменения которых является давление и температура. Объектами исследований служили угли трех стадий Кузбасса – Д, К и Т (длиннопламенный, коксовый и тощий).

При диспергировании использовался дезинтегратор Таллиннского производства IA35 производительностью 10 кг/ч при  $N = 2.35$  кВт и микромельница ударного действия «Culatti» производства фирмы Kleinfelg (Германия). Для экспериментов были выбраны два режима измельчения в дезинтеграторе со скоростью удара 100 м/сек и 38 м/сек и два режима диспергирования в аппарате Culatti – 40 м/сек и 20 м/сек.

Измельчению подвергались угли крупностью  $2 +0$  мм, после чего продукты анализировались по выходу фракций  $-0.5 +0.25$  мм,  $-0.25 +0.1$  мм и  $-0.02$  мм. Зольность углей составляла 9–10 %, такие сравнительно малозольные угли были выбраны для сравнения измельчаемости витринизированной части угля. Сравнивались выходы фракций  $-0.25 +0.02$  мм и  $-0.02$  мм. Первая фракция характеризуется наибольшим раскрытием сростков и является наиболее оптимальной для обогатительных процессов. Тонкий продукт  $-0.02$  мм в большей степени отвечает задачам химической переработки и использовалась в энергетике (пылевидное сгорание).

Как следует из рис. 1, наиболее благоприятным режимом измельчения с целью последующего обогащения угля (фракция  $-0.25 +0.02$  мм) для всех выбранных углей является дезинтеграторное разрушение при 38 м/сек. Наибольшим выходом данной фракции характеризуется уголь стадии К, а наименьшим – пробы угля Д, что объясняется большей вязкостью витринита на начальных стадиях метаморфизма. Вполне удовлетворительные результаты получены и при использовании микромельницы при 40 м/сек. Однако в данных экспериментах образуется значительное количество шламов и задачей данных исследований явилось повышение гранулометрической селективности измельчения.

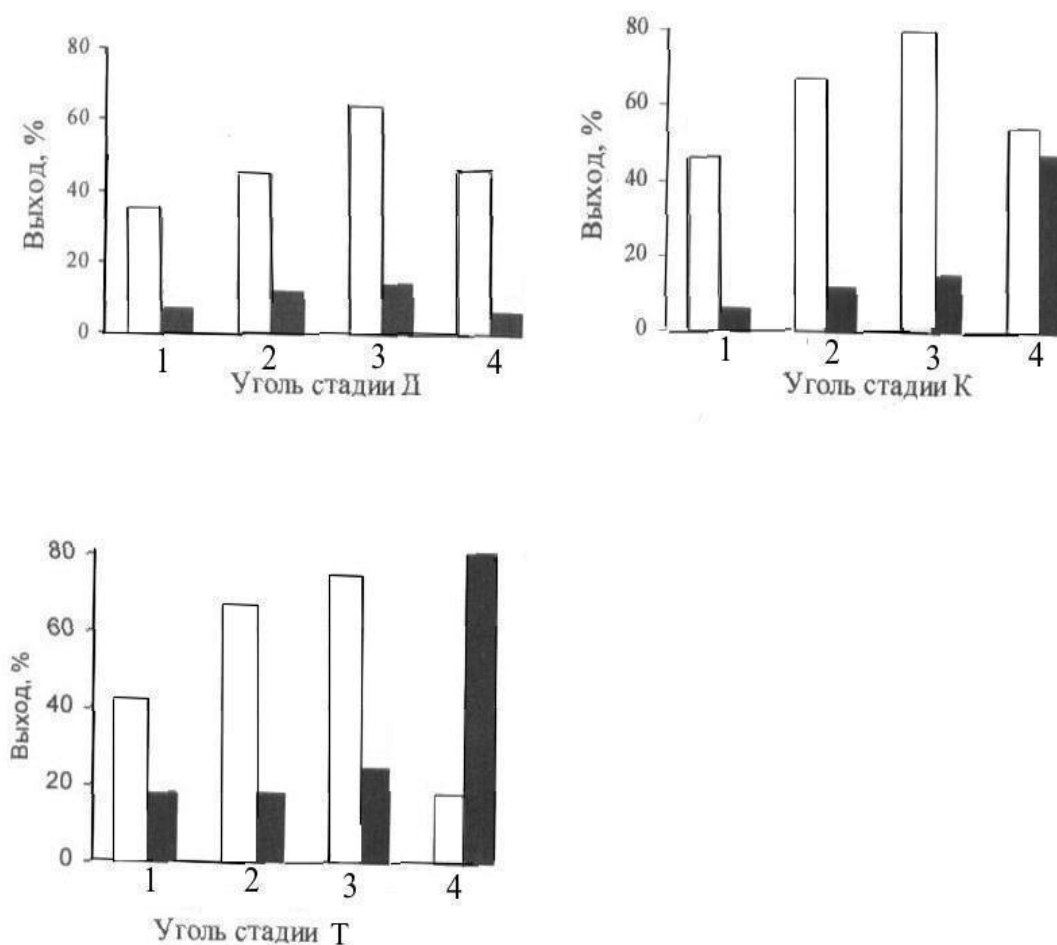


Рис. 1. Измельчаемость углей разных стадий метаморфизма. 1 – измельчение в микромельнице Culatti при  $V = 20$  м/сек, 2 – то же при 40 м/сек, 3 – измельчение в дезинтеграторе при  $V = 38$  м/сек, то же при  $V = 100$  м/сек. □ – фракция  $-0.25 +0.02$  мм, ■ – фракция  $-0.02$  мм.

Для целей тонкого пылевидного помола наиболее эффективным оказалось дезинтеграторное измельчение при 100 м/сек, наибольший выход фракции менее 20 мкм получен для угля стадии Т – 81.6%, в то время как данный показатель для угля Д и К имеет соответственно значения 21.8% и 47%. Таким образом, с повышением стадии метаморфизма измельчаемость угля резко возрастает, причем это закономерность относится к экспериментам, выполненным с использованием и других измельчителей и режимов. При активационном измельчении углей для их использования в энергетике (ТЭС) наибольшую интенсификацию горения за счет сверхтонкого измельчения следует ожидать при использовании углей высоких стадий метаморфизма (СС, Т).

Другое важное обстоятельство, вытекающее из выполненных экспериментов, состоит в возможности дифференциации по зольности фракций -20 мкм, полученных в различных режимах диспергирования, в зависимости от стадии метаморфизма угля (рис. 2).

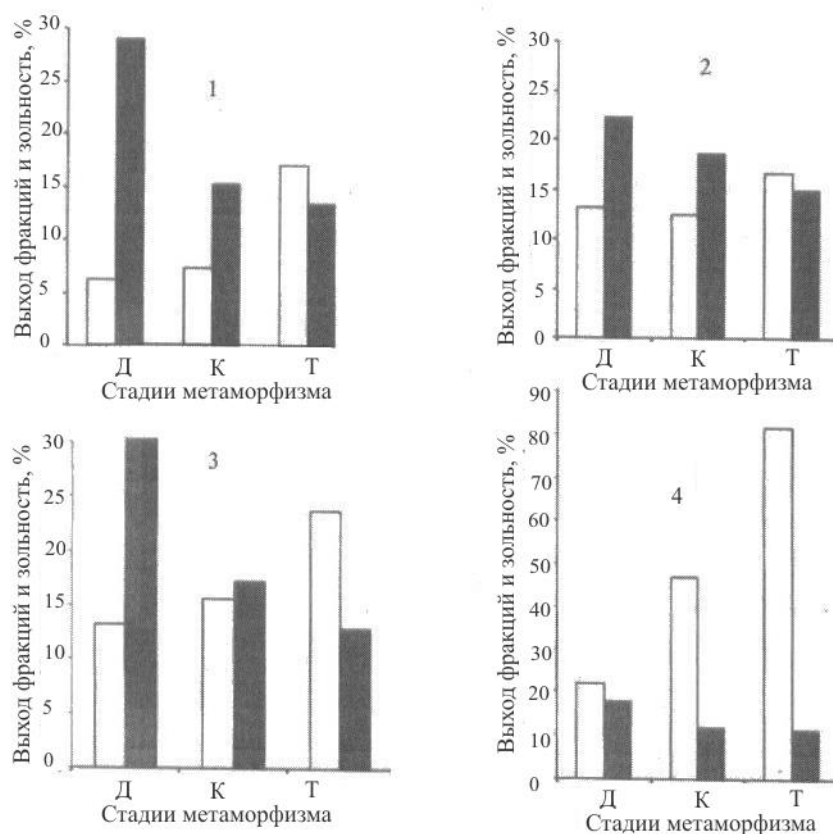


Рис. 2. Выход и зольность (□ ■) фракций крупностью –20 мкм в зависимости от вида и энергонапряженности измельчителей: 1, 2 – Culatti – V – 20 м/сек и 40 м/сек; 3, 4 – дезинтегратор – и V – 38 м/сек и 100 м/сек.

Наибольшей зольностью отличается тонкая фракция угля стадии Д, полученная в режиме измельчения микромельницы при  $V = 20$  м/сек и дезинтеграторном диспергировании при  $V = 38$  м/сек. Значения  $A^d$  соответственно составляют 29.0 % и 33.5 %. Повышение скорости ударов указанных измельчителей до

40 м/сек и 100 м/сек соответственно значительно снижает зольность данной фракции до 22.8 % и 17.6 %, вероятно, ввиду агрегации (втирания) минеральных частиц с угольным веществом.

Данное положение открывает возможности обогащения угля Д на основе удаления продукта – 20 мкм после энергонапряженного измельчения. Для углей стадии К и Т подобная зависимость также сохраняется, но в меньшей мере. Однако эффективность ударного измельчения как метода селективного измельчения угля в той или иной мере проявляется для всех исследованных в работе углей.

### *Выводы*

1. Экспериментами по высокоэнергонапряженному измельчению углей показана закономерность их измельчаемости в зависимости от стадии метаморфизма. С повышением этого показателя диспергируемость угля возрастает. Данное положение имеет место при всех исследованных в работе режимах и видах измельчителей.

Данную зависимость важно учитывать при тонком измельчении углей перед их обогащением, химической переработкой и использованием в энергетике.

2. Установлено влияние энергонапряженности измельчения и стадии метаморфизма угля на величину зольности наиболее тонких фракций (-20 мкм).

Наибольший переход минеральных включений, определяющих зольность, в тонкую угольную фракцию характерен для угля стадии Д, т.е. угли начальных стадий метаморфизма должны в большей мере подвергаться деминерализации в результате ударных воздействий.

Для стадий К и Т зольность тонкой фракции несколько ниже при тех же режимах механических воздействий, вероятно, ввиду более высокой крупности и прочности органо-минеральных сростков.

Интенсификация перехода минеральных образований в тончайшие фракции при ударном измельчении может явиться эффективным методом деминерализации и обогащения углей на основе удаления шламовой фракции путем высокоскоростного грохочения или других методов.

### **Литература**

1. Российская угольная энциклопедия. Москва – С-Петербург.: ВСЕГЕИ, 2004. Т.1. 649 с.
2. Юсупов Т.С., Шумская Л.Г., Бурдуков А.П. // ФТПРПИ. 2009. № 4. с. 111.