УДК 622.23.01:622.236.22

А.В.БЕЛЮТИН

Воркутинский горный институт (филиал Санкт-Петербургского горного института), ассистент кафедры горной электромеханики

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ УГЛЯ КАК ТЕРМОГАЗОМЕХАНИЧЕСКОГО

Проведен анализ современного представления о процессе разрушения углей резцами горных машин. Целью исследований является изучение ядра уплотнения и его воздействия на процесс резания. Обозначены новые факторы, которые ранее не учитывались в формулах, описывающих процесс резания. Сформулирована гипотеза, качественно по-новому раскрывающая процесс образования ядра уплотнения, его воздействия на процесс резания и дифференциацию зонной структуры ядра при его формировании. Описаны результаты экспериментальных и теоретических исследований зависимости вязкости ядра уплотнения от температуры ядра при заданном давлении. Сформулированы задачи дальнейших исследований.

Made analysis of modern presentation of destroying an coal by incisors of mountain machines. Take aim studies is a study of kernel of compaction and its influence on the process of cutting. Marked new factors which earlier were not taken account into formulas, describing process of cutting. Worded hypothesis qualitative on the new revealing process of forming a kernel of compaction, its influence on the process of cutting and destruction zoned structure of kernel under its shaping. Brought results of experimental and studies of dependency of viscosity of kernel of compaction from the temperature of kernel under the given pressure. Presented results of preliminary experimental studies and worded problems of further studies.

В настоящее время инженерные расчеты нагрузок на резцы основаны на положении, что равнодействующая сил приложена к центру ядра уплотнения, а давление распределено по площади ядра, которое прилегает к передней поверхности резца [3].

Исследования, выполненные Н.Г.Картавым на динамометре с разрезными резцами, показали, что давление на грани резца имеет максимум вблизи от режущей кромки и резко убывает по кривым гиперболического вида при удалении от нее. В связи с этим в практике расчетов обычно ограничиваются заменой распределенных сил сосредоточенными и приложенными к передней режущей кромке, с разложением последних по осям прямоугольных координат [3].

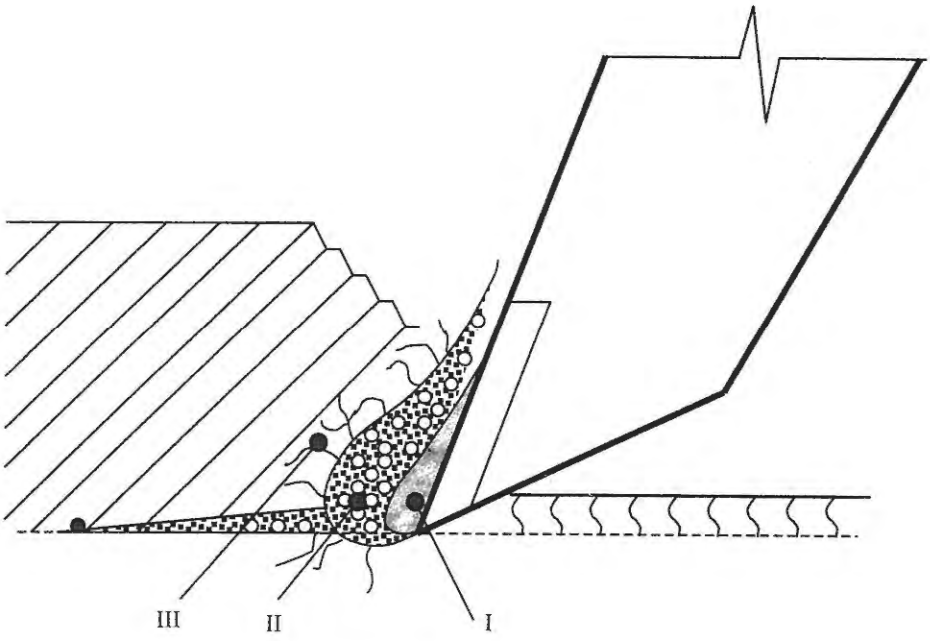
Сила резания Z, регистрируемая трехкомпонентным динамометром, является геометрической суммой проекций равнодействующих сил по передней ($Z_п$) и боковым граням. При измерениях регистрируется также результирующая сила подачи Y и ее составляющие, а также боковая сила X представляющая собой алгебраическую сумму сил $X_п$ и $X_л$, действующих соответственно на правую и левую грани резца.

В общем случае при резании затупленным резцом средние значения составляющих сил резания и подачи определяются по формулам вида

$$Z = Z_п + \mu_Y Y_1 + (X_п + X_л)\mu_X / \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right);$$

$$Y = Y_1 \pm Y_2 + (X_п + X_л)\mathrm{tg}\left(\frac{\varphi}{2}\right);$$

$$X = X_п + X_л,$$



Строение ядра уплотнения

где Y_1 – отжимающая сила; $N_{б.п}$ и $N_{б.л}$ – силы, действующие по нормали к правой и левой боковым поверхностям резца; φ – угол заострения резца, градусы; μ_Y и μ_X – коэффициенты трения задней и боковых поверхностей резца об уголь; μ – коэффициент трения разрушенного угля о переднюю поверхность резца [1, 3].

В этом случае принимается, что свойства ядра зависят только от механических усилий, прилагаемых резцом к ядру уплотнения. Но известны факты, которые не учитываются в этих формулах:

- объем газов, выделяющихся из ядра уплотнения при резании, значительно больше объема ядра уплотнения;
- температура резца в зоне передней режущей кромки существенно влияет на формирование ядра и силу его трения о переднюю грань резца.

В процессе исследований резания была сформулирована гипотеза состояния ядра уплотнения: ядро уплотнения можно рассматривать как зонную структуру по последствиям механического разрушения и как фазовую структуру по температуре, выделению и содержанию свободных газов, причем действие всех этих факторов на процесс резания необходимо изучать совместно как термогазомеханический процесс.

Рабочие поверхности резца, особенно вблизи режущих кромок, при резании нагреваются. При нагревании мелкораздробленного угля из него выделяются газы и пары воды. Наиболее интенсивно это явление протекает при разрушении углей в забоях. Но это же явление наблюдается при разрушении образцов угля (прошедших дегазацию) при стендовых экспериментальных исследованиях.

В ядре уплотнения четко выделяются три зоны, которые различаются по качественному составу и по динамике фазовых изменений (см. рисунок).

К I зоне можно отнести слой спрессованной пластичной части ядра с наибольшей температурой, располагающийся непосредственно на передней грани резца. Движение этого слоя по передней грани затруднено, что на практике подтверждается отсутствием износа передних граней резцов выемочных машин. Зона характеризуется весьма малым остаточным содержанием газа и наибольшей температурой, что может приводить к преобразованию угля, выражающемуся в изменении его цвета.

Ко II зоне отнесен участок ядра с максимальным газовыделением и наибольшей подвижностью газа. Здесь связанные формы под действием высокого давления и температуры превращаются в летучие газы и пары воды. Многократно увеличиваясь в объеме, газ выходит в зоне II ядра на поверхность, попутно захватывая с собой мельчайшие частички ($d \leq 0{,}01$ мм) угля (выброс частиц замечен на ускоренной киносъемке) [1].

Зона III характеризуется проникающей в массив трещиноватостью, которая образуется под действием механических сил и давления газов, выделяющихся в зонах II и III. Процесс образования мелких трещин сменяется образованием одной или нескольких, так называемых генеральных, трещин, развитие которых приводит к образованию последовательно осуществляющихся сколов в процессе резания. Энергетический баланс процесса резания угля среднезатупленным резцом следующий, % [2]:

Диспергирование при дроблении передней гранью, включая образование пылевого ядра	78-50
Диспергирование при трении резца об уголь	20-46*
Образование трещин и отрыв элементов от массива, не более	1
Упругие деформации угля, не более	1
Упругие деформации элементов машин	0,3-2

* Большие значения соответствуют увеличенной степени затупления резца.

Уже первые установочные эксперименты подтвердили следующие положения гипотезы:

- процесс образования ядра сопровождается выделением газов с вытеснением их к периферии ядра;
- плотность ядра увеличивается по направлению от периферии ядра к передней поверхности резца [3];
- вязкость ядра зависит от изменения температуры резца почти линейно.

Задачи дальнейших исследований определены следующим образом:

- разработка экспериментальной установки для измерения количества выделяемых из ядра уплотнения газов;
- выяснение качественного состава этих газов и их влияния на процесс резания;
- уточнение зависимости сил трения при движении ядра по поверхности резца от температуры.

Если в результате экспериментальных исследований гипотеза подтвердится, то принципы построения структуры резцов для резания углей и методика выбора их рациональных режимов работы могут быть скорректированы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берон Л.И.* Резание угля / Л.И.Берон, А.С.Казанский, Б.М.Лейбов, Е.З.Позин. М.: Госгортехиздат, 1962.

2. *Берон А.И.* Об оценке энергетического баланса процесса резания углей / А.И.Берон, Е.З.Позин // Труды Ин-та горного дела им. А.А.Скочинского. 1972. Вып. 93.

3. *Позин Е.З.* Разрушение углей выемочными машинами / Е.З.Позин, В.З.Меламед, В.В.Тон. М.: Недра, 1984.

Научный руководитель д.т.н. проф. *В.В.Габов*