УДК 622.031:
622.234.5

А.Н. Кочуров, В.В. Сенкус, С.Г. Фомичев

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СЛОЕВОЙ СТРУКТУРЫ

Приведен анализ сравнения теоретических данных с экспериментальными исследованиями процесса гидравлического разрушения. Физический смысл модели теоретической производительности гидравлического разрушения, заложенный в работе, заключается в полном гидравлическом резании угольного массива. По результатам данной модели установлена зависимость коэффициента, учитывающего содержание негабаритов в отбитом угле от горногеологических параметров пласта: мощности и угла падения, что влияет на производительность гидравлического разрушения.
Ключевые слова: исследование, процессы, гидравлическое разрушение, угольный пласт, слоевая структура.

Анализ экспериментальных данных, полученных при хронометражных наблюдениях за процессом гидравлической выемки угля при отработке угольных пластов в различных горногеологических условиях, и теоретических показателей полученных с использованием существующих методик расчета показывает наличие значительных отклонений.

Основной причиной возникающих отклонений между теоретическими и экспериментальными данными является:

- использование имперических зависимостей, приближенно отражающих реальный процесс в узком диапазоне изменения горногеологических условий;
- отсутствие физической модели гидравлического разрушения угольного массива на пластах со сложной слоевой структурой.

Реальный процесс гидравлического разрушения угольного массива на пластах со слоевой структурой является комбинированным, который включает ряд дополнительных процессов сопутствующих основному – резанию угля. К дополнительному процессу относится выделение негабаритов угля с поверхности извлекаемой полости очистной заходки за счет опережающе-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 4. С. 356–360.
© 2017. А.Н. Кочуров, В.В. Сенкус, С.Г. Фомичев.

го разрушения более слабых прослойков над более прочными прослойками. В процессе гидроразрушения значительная часть объема угля добываемого из заходок в виде негабаритов не разрушается струей гидромонитора и фактически не участвует в формировании гидравлически разрушаемого объема угля.

Выделение негабаритов сопутствует процессу гидравлическому резанию угольного массива и происходит при отжиме угольного массива силами горного давления за счет разрушения более слабых прослойков.

Процесс образования угольных негабаритов в общем процессе гидравлической выемки в очистных заходках способствует:

• снижению затрат времени на основной рабочий процесс гидравлического разрушения и повышению его производительности;

• увеличению затрат времени на операции процесса забойного пульпоформирования и снижению производительности.

Физический смысл модели теоретической производительности гидравлического разрушения, заложенный в работе [1], заключается в полном гидравлическом резании угольного массива. Данная модель гидроразрушения характерна для пластов пологого падения с углом залегания $\alpha = 8–18°$ мощностью $m = 1{,}4–2{,}5$ м в горногеологических условиях гидрошахты «Юбилейная», где отбитый уголь включает 95–97% мелкого угля крупностью до $\delta = 200–250$ мм и полностью удовлетворяет условиям гидротранспорта.

На пластах имеющих сложную слоевую структуру, к которым относятся мощные пласты крутого падения, при подстановке среднего значения условного придела прочности угля $R_у$ в формулы производительности гидроотбойки происходит 2–3-кратное снижение теоретической производительности процесса гидроразрушения $П_о$, относительно экспериментально полученных показателей.

Основной причиной является существование параллельных процессов:

• гидравлического резания угля с использованием высоконапорной струи воды;

• выделения угольных негабаритов из массива без их разрушения высоконапорной струей воды.

Экспериментальные исследования, проводимые при отработке мощных пластов крутого падения с использованием большерасходных гидромониторов и с давлением воды до 16 МПа подтверждают полученные результаты.

Снижение теоретической производительности гидроразрушения объясняется не полным гидравлическим резанием угольного массива и выделением гидравлически не разрушаемого объема угольных негабаритов. Показателем оценки выхода негабаритов является коэффициент, учитывающий их содержание в общем объеме отбитого угля, который используется для определения продолжительности операций процесса забойного пульпоформирования. Коэффициент выделения негабаритов $K_н$ зависит от:

• горногеологических условий залегания пластов, а именно от угла падения α и мощности m;

• технологического параметра, диктующего требование к крупности извлекаемого угля, а именно от размеров пульпоотводящего желоба.

Для использования коэффициента выделения негабаритов в качестве дополнительного критерия оценки процесса гидравлического разрушения в принимается стандартная ширина пульпоотводящего желоба $b_ж = 0{,}5$ м и максимальная мощность пласта $m_m = 20$ м

$$K_н = 1 - K_\delta \sqrt{K_\delta}\left(2 - K_\delta\right)^2; \qquad (1)$$

$$K_\delta = 0{,}16 \sqrt[3]{\left(1 + \frac{90^0}{\alpha}\right)\left(1 + \frac{20}{m}\right)}, \qquad (2)$$

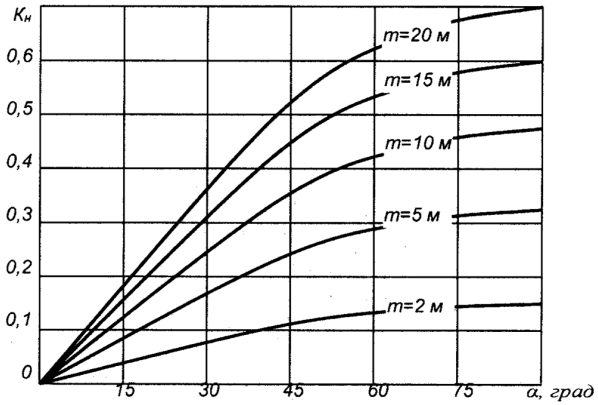
где α, m – угол падения и мощность пласта.

График зависимости (рисунок) коэффициента $K_б$, учитывающего содержание негабаритов в отбитом угле $K_н$, от горногеологических параметров пласта: мощности m и угла падения α показывает диапазон его изменения в любых горногеологических условиях залегания пластов, а также его значения при отработке пологих пластов средней мощности и мощных пластов крутого падения.

При изменении условий залегания пластов в технологически возможном диапазоне применения гидротехнологии значение коэффициента $K_н$ изменяется в диапазоне

$$K_н = 0{,}03 \div 0{,}70, \text{ при } \alpha = 6 \div 90^\circ \text{ и } m = 1{,}4 \div 20 \text{ м}. \qquad (3)$$

Если горногеологические условия (3), в которых использовалась гидротехнология, разделить на две части с привязкой по шахтам, то коэффициенты, учитывающие содержание негабаритов в отбитом угле $K_н$ будут иметь следующие диапазоны:



Зависимость коэффициента, учитывающего содержание негабаритов в отбитом угле $K_н$ от горногеологических параметров пласта: мощности m и угла падения α

- пологие пласты для условий гидрошахты «Юбилейная»

$$K_н = 0{,}03 \div 0{,}07;\ \text{при}\ \alpha = 10 \div 18^\circ\ \text{и}\ m = 1{,}8 \div 2{,}5\ \text{м}; \qquad (4)$$

- крутые пласты для условий гидрошахты «Тырганская»

$$K_н = 0{,}30 \div 0{,}65,\ \text{при}\ \alpha = 60 \div 80^\circ\ \text{и}\ m = 4{,}0 \div 20\ \text{м}, \qquad (5)$$

которые позволяют сделать следующие выводы.

1. При отработке пластов пологого падения средней мощности выход негабаритов из общего объема отбитого угля оценивается значением 3÷7%. Его влияние на производительность гидроразрушения минимальное и находится в приделах допустимой точности теоретических расчетов, которое можно учесть империческим поправочным коэффициентом.

2. При отработке мощных пластов крутого падения выход негабаритов из общего объема отбитого угля оценивается значением 30÷65%, поэтому его влияние на производительность гидроразрушения является определяющим.

Наличие постоянного минимального поправочного коэффициента приводит к многократному снижению теоретической производительности гидроразрушения относительно экспериментальных значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гефт Ю. Б.* Определение влияния мощности пласта на производительность гидромонитора / Гидравлическая добыча угля. Труды ВНИИгидроуголь. – Новокузнецк, 1968. – 34 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кочуров Андрей Николаевич – инженер-технолог технологической службы крепления горных выработок, ООО «Сибнииуглеобогощение», e-mail: kochuro-van@suek.ru,
Сенкус Валентин Витаутасович – кандидат технических наук, начальник горного отдела, ООО «Проектгидроуголь-Н», e-mail: senkus@yandex.ru,
Фомичев Сергей Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, Новокузнецкий институт (филиал) КемГУ, e-mail: kafedra@nkfi.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 4, pp. 356–360.

UDC 622.031: 622.234.5

A.N. Kochurov, V.V. Senkus, S.G. Fomichev

HYDRAULIC FRAGMENTATION OF LAYERED-STRUCTURE COAL BEDS

The theoretical and experimental data on hydraulic fragmentation process are compared and analyzed. The actual process of hydraulic fragmentation of coal in layered beds is a combination of auxiliary processes and the main process of coal cutting. An auxiliary process is removal of coal oversizes from the surface of a production face by means of advanced fragmentation of weaker interlayers prior to breaking stronger interlayers. Under hydraulic fragmentation, considerable volume of coal removed from the production face in the form of oversizes is not broken by water jet and actually takes no part in the formation of the hydraulically broken coal volume. The presence of coal oversizes generated in the course of hydraulic fragmentation reduces the time of the basic process of hydraulic fragmentation and lowers its efficiency, as well as extends the time to make slime pulp in the production face area and impairs the efficiency of this operation, too. Based on the model data, the relation has been established between the coefficient of content of oversizes in broken coal and geological parameters of a coal bed: thickness and dip angle, which has influence on efficiency of hydraulic fragmentation.

Key words: research, processes, hydraulic fracture, coal seam, layered structure.

AUTHORS

Kochurov A.N., Engineer-Technologist of Excavation Support Service, LLC «Sibniiugleobogaschenie», 653000, Prokopyevsk, Russia, e-mail: kochurovan@suek.ru,
Senkus V.V., Candidate of Technical Sciences, Head of Mining Department, e-mail: senkus@yandex.ru, «Proektgidrougol-N», 654001, Novokuznetsk, Russia,
Fomichev S.G., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Novokuznetsk Institute, Branch of Kemerovo State University, 654001, Novokuznetsk, Russia, e-mail: kafedra@nkfi.ru.

REFERENCES

1. Geft Yu. B. Evaluation of the effect of seam thickness on hydromonitor performance. *Hydraulic coal mining. Proceedings of Hydrocoal Research Institute*, Novokuznetsk, 1968, 34 p.