

БИЗНЕСЪТ С ПЛАНИНА

Геммерлинг О. А., к.т.н.

Донецкий национальный технический университет

ПРОВЕДЕНИЕ НАРЕЗНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ КРУТОГО ПАДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОЙ СТРУИ ЖИДКОСТИ

Центральный район Донбасса является одним из основных поставщиков угля коксующихся марок. Поэтому, для успешной работы промышленного комплекса Донбасса необходимо разработать эффективные способы отработки тонких крутых пластов Центрального угольного района. Таким образом, полная механизация очистных и подготовительных работ на шахтах, разрабатывающих очень тонкие и тонкие пласты крутого падения, является одной из первоочередных задач ученых, конструкторов и производственников. Практика и результаты исследований в нашей стране и за рубежом показывает, что для решения этих задач целесообразен гидравлический способ разрушения угля.

Для подготовки нового очистного забоя на крутых и крутонаклонных пластах нужно пробурить скважину на всю высоту этажа длиной до 150м. Применение механических буровых машин типа ЛБС, БШ-2М, БГА, «Стрела-77» и других сопровождается целым рядом недостатков: искривление скважины, обрушение стенок скважины, выбросы угля и газа и др. Одним из возможных способов ликвидации указанных недостатков механического бурения скважины является проведение скважины с помощью импульсной струи жидкости, которая имеет более высокую разрушающую способность по сравнению со стационарной струей, использующейся в серийно выпускаемых агрегатах типа КБГ, АГС и ГВД.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью повышения производительности и точности проведения нарезных работ (скважин) на пластах крутого падения при подготовке нового очистного забоя и повышения безопасности труда в сравнении с существующими установками. Необходимо исследовать характер взаимодействия импульсной струи с массивом угля при проведении нарезных работ на пластах крутого падения. Разработанная на базе этих исследований математическая модель процесса взаимодействия импульсной струи с массивом угля при проведении нарезных работ явилась основой для разработки методов определения параметров импульсной струи. Решение поставленной научно-технической задачи осуществляется впервые.

При проведении нарезных работ для подготовки лав на пластах крутого падения используются гидроразрывные установки, разработанные в Донецком национальном техническом университете [1]. В основу машины для проведения

скважин импульсной струей жидкости положен генератор импульсной струи [1], предназначенный для преобразования стационарного малорасходного потока воды ($5-5,5\text{ м}^3/\text{ч}$) высокого давления (28-32МПа) в импульсный поток с мгновенным расходом $60-90\text{ м}^3/\text{ч}$ и давлением 23 – 26МПа. При работе генератора импульсной струи в течение 0,1-0,2с накапливается примерно 250мл воды, затем открывается запорный орган и вода через насадку диаметром 8-12мм с мгновенным расходом $60-90\text{ м}^3/\text{ч}$ в течение 0,012-0,016с поступает на отбойку. Мощность потока в импульсе достигает 700кВт при мощности питающего насоса 55кВт. Высокое давление, мгновенный расход и мощность струи позволяют получить производительность отбойки угольного массива более 70т/ч.

Экспериментальными исследованиями первых образцов таких устройств подтверждена возможность создания на их основе гидроимпульсных выемочных и нарезных установок для разработки тонких и весьма тонких крутых и крутонаклонных пластов на шахтах Центрального района Донбасса. При испытаниях производительность отбойки составила 50-100т/ч, влажность отбитого угля около 10%, энергоемкость разрушения $0,5-3\text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$. Кроме того, повышается безопасность труда горнорабочих, создаются благоприятные условия труда за счет отсутствия пыли в забое. Перечисленные положительные качества весьма полно отвечают требованиям к горным машинам и указывают на возможность создания на основе гидроимпульсного устройства эффективного выемочного средства и средства для проведения скважин при разработке угольных пластов мощностью свыше 0,4м с углом падения более 35° и сопротивляемостью пласта резанию не более 150кН/м. Основными достоинствами генератора импульсной струи являются: небольшие габаритные размеры (1100x350x300мм) и масса (около 200кг) установки, не требуются трубопроводы большого диаметра, в качестве энергоносителя используется поток жидкости с параметрами полностью освоенными и используемыми на шахтах, возможность работы на пневмоэнергии.

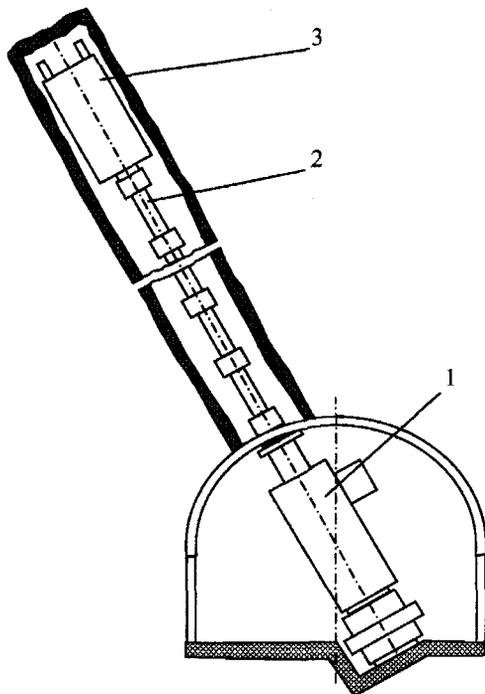
Характерной особенностью при работе данных установок (см. рис. 1) при проведении нарезных работ (скважины проводятся снизу вверх по пласту под углом его падения) является то, что между установкой и забоем образуется слой разрушенного угля, который должен быть преодолен импульсной струей воды. Поэтому, при прохождении воды через этот слой разрушенного угля часть энергии импульса будет теряться и количество теряемой энергии будет обуславливаться толщиной и плотностью угля в слое, его гранулометрическим составом и другими факторами. Таким образом, КПД установки будет зависеть от количества потерянной энергии.

Для успешного применения оборудования, осуществляющего проведение нарезных работ (скважин) с помощью импульсной струи, необходимо решить ряд основных задач:

- обосновать рациональные параметры импульсной установки;

- учесть характерные особенности процесса проведения скважин по восстановлению пласта: образование слоя разрушенного угля между забоем скважины и установкой и связанные с этим потери энергии импульсной струи на преодоление этого слоя угля.

Также основной задачей экспериментальных исследований являлась проверка адекватности разработанной математической модели рабочего процесса взаимодействия импульсной струи с массивом угля при проведении скважин. Проведенная проверка адекватности подтвердила разработанную математическую модель. Погрешность не превысила 10%.



1 – установка гидроимпульсная; 2 – буровой став; 3 – станок подачи.

Рисунок 1 – Схема проведения скважины гидроимпульсной установкой

На основании теоретических и экспериментальных исследований процесса проведения скважин гидроимпульсной струей [2-5] было установлено следующее:

1. Разработана математическая модель взаимодействия импульсной струи с разрушаемым массивом угля, представляющая собой многомерный случайный процесс, случайный характер которого обусловлен:

- случайным характером разрушения угля с распределением вероятности по закону Гаусса;
- случайным характером длины скола угля с распределением вероятности по закону Вейбулла.

2. Теоретически получено и экспериментально подтверждено, что рациональными параметрами импульсной струи машины для проведения скважин на крутых и крутонаклонных пластах являются:

- давление, необходимое для разрушения пласта, составляет для насадок диаметром 8мм – 24-34МПа, для 10мм – 13-24МПа, и для 12мм – 10-19МПа при сопротивляемости угля резанию от 50 до 150кН/м;
- необходимая частота импульсов струи составляет 5-20Гц;
- рациональный шаг разрушения угля составляет 6-8 диаметров насадка.

3. Потери давления импульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля изменяются:

- по линейному закону при толщине слоя угля до 0,6м и составляют для насадок диаметром 8мм – 10,5МПа, для 10 и 12мм – 5,5МПа от давления на выходе генератора импульсов;
- по нелинейному закону (близкому к параболическому) при толщине слоя угля свыше 0,6 м и составляют для насадок диаметром 8мм – 18МПа, для 10мм – 13,5МПа, и для 12 мм – 12МПа от давления на выходе генератора импульсов.

4. При прохождении струи через слой разрушенного угля толщиной до 0,6м скорость импульсной струи уменьшается по закону близкому к линейному и составляет для насадок диаметром 8мм – 56%, для 10мм – 58%, и для 12мм – 56% от скорости струи на выходе генератора импульсов.

5. Разрушение угля при взаимодействии импульсной струи с пластом происходит сколами, вероятность распределения которых не противоречит закону Вейбулла (критерий согласия Пирсона 0,9).

Полученные параметры импульсной струи установки для проведения скважин на крутых и крутонаклонных угольных пластах были использованы при разработке машины буровой гидроимпульсной типа МБГИ-1 и при модернизации существующих гидроимпульсных выемочных установок типа ГИУВм, эксплуатирующихся на шахтах Центрального района Донбасса. В дальнейшем планируется провести уточняющие эксперименты в шахтных условиях, с применением машины МБГИ-1, с целью уточнения математической модели процесса проведения скважин гидроимпульсной струей.

Література:

1. Гидроимпульсное устройство / Тимошенко Г. М., Гулин В. В., Тимошенко В. Г., Селивра С. А./ Патент Украины № 6173. Приоритет от 20.02. 91г. МКИ E21C45/00.
2. Бойко Н. Г., Геммерлинг О. А. Потери энергии гидроимпульсной струи и ее КПД.// Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 51. Серія: гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. С. 37-41.
3. Геммерлинг О. А. Установление закономерностей разрушения угольного массива импульсной струей жидкости.// Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 83. Серія: гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2004. С. 64-70.
4. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Математическая модель процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с разрушаемым массивом угля при проведении скважин. // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії № 1 – 2005. Збірник наукових праць. - Краматорськ: ДДМА. – 2005. – С. 143-148.
5. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Определение силы удара гидроимпульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля и по воздушной среде // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 16 (142). Серія: гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – С. 10-15.