

НОВЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА

Гулин В.В., инж., Коломиец В.С., канд. техн. наук
Донецкий национальный технический университет

Приведены основные положения способа гидроимпульсного разрушения угольных пластов, основанного на использовании последовательности ступенчатых импульсов давления изменяемой формы.

The basic situations of a way of hydropulse destruction of coal layers based on use of a sequence of step pulses of pressure of the changeable form are given.

Разрушение горных пород, угля, шлаков и других монолитов при помощи водяных струй широко применяется в угольной промышленности, энергетике, металлургии и других отраслях промышленности. В большинстве случаев для этого используются стационарные струи различной мощности, поскольку их формирование выполняется наиболее просто. Вместе с тем, многочисленными исследованиями [1,2,3] доказана значительно большая эффективность импульсных струй.

Известно несколько способов формирования таких струй. Например, когда перед насадком генерируют импульсы давления прямоугольной формы скважностью около 10, которыми создается струя среднего диаметра (8...12 мм) с высоким мгновенным значением расхода (50...90 м³/ч), мощностью (500...700 кВт) в импульсе [1]. При этом необходимые расход (около 5 м³/ч) и мощность (порядка 50 кВт) высоконапорного потока жидкости, подводимого к генератору, оказываются небольшими. Это дает возможность разрабатывать компактные, высококомобильные машины, предназначенные для разрушения массива в самых разнообразных условиях.

Этот способ создания струи реализован гидроимпульсаторами - накопителями, которые образуют в разрушаемом массиве щели. Удельная энергия щелеобразования (35...80 Дж/см) у импульсных струй среднего диаметра примерно такая же, как и у стационарных тонких одиночных струй (30...100 Дж/см), а ширина образуемой ими щели в 3...10 раз больше [1]. Кроме того, энергоемкость разрушения при щелеобразовании импульсными струями в 3 и более раза ниже,

чем стационарными. Вместе с эффективным щелеобразованием наличие мощных импульсных нагрузок на массив приводит к самообрушению межщелевых целиков (например в условиях угольного пласта средней крепости разрушаются слои толщиной до 1 м). В результате гидроимпульсная отбойка в целом по удельной энергоемкости разрушения (0,15...0,55 кВт·ч/т) не уступает механическому разрушению органами режущего действия, а дополнительная влажность отбитого угля в области рациональных параметров может быть ниже 5 %, что позволяет использовать данный способ в сочетании с традиционными средствами транспорта шахт сухой технологии добычи.

Выбор величины давления на уровне, обеспечивающем разрушение, в сочетании с эффективным механизмом взаимодействия струи с массивом позволяет найти оптимальную комбинацию факторов для конкретных условий. Определяющими в этой комбинации являются амплитуда давления и длительность импульса. Для рассматриваемого класса машин ограничением по величине давления является возможности плунжерных насосов, работающих на воде, и линий передачи энергоносителя. В настоящее время угольным машиностроением Украины освоен уровень давления 32 МПа, что вполне достаточно для разрушения углей большинства пластов. В других отраслях промышленности имеются средства, позволяющие получить более высокие давления, поэтому с данной стороны технических ограничений нет.

Вместе с тем, прямоугольная форма импульса, обеспечиваемая генераторами данного класса, хотя и достаточно проста в получении, далека от рациональной с точки зрения разрушения массива. Поддержание давления на высоком уровне в течение всей длительности импульса приводит к неоправданному перерасходу энергии. Подтверждение этого содержится в результатах исследований способа разрушения массива при помощи гидромонитора с импульсным повышением давления [2]. Отличительной особенностью способа и устройства является „...периодическая, с частотой 10...15 Гц, подача воды из магистрали через два рабочих насадка. На передний фронт импульса при этом накладывается всплеск с амплитудой, в 1,8...2,0 раза превышающий подводимое давление“. Хотя энергия, отбираемая от потока для создания самого всплеска недостаточна для разрушения больших объемов угля, однако, благодаря значительной мгновенной мощности всплеска (и создаваемому на поверхности массива

усилию), в массиве образуется развитая система трещин. Набегающий после всплеска квазистационарный поток с давлением, близким к подводимому, проникает в эти трещины и осуществляет интенсивный отрыв угля.

Именно наличие всплеска определяет высокую эффективность разрушения и дает возможность уменьшить давление в низкой фазе импульса, сократив тем самым затраты энергии. У рассматриваемого гидромонитора давление в основной части импульса не превышает 10 МПа, что „...недостаточно для разрушения угля, а обеспечивает только смыв той части массива, в которой образовались трещины“.

Вместе с тем, размещение всплеска на переднем фронте не является оптимальным, поскольку при таком решении в голове струи образуется высокоскоростной фронт, отрывающийся от основного тела и расходуемый значительную часть энергии на преодоление сопротивления воздуха. Более рациональным было бы формировать всплеск давления в тот момент, когда голова струи (пониженного давления) коснется объекта разрушения. В этом случае энергия всплеска будет передаваться по уже существующему каналу, со значительно меньшими потерями, что может значительно повысить эффективность трещинообразования и дальнейшего разрушения массива. Возможность подобного решения обоснована итогами исследований [3], в ходе которых зафиксированы процессы передачи энергии по длине струи.

Очевидно, что время с начала импульса до касания головой струи массива в процессе выемки оказывается различным. Это происходит в результате увеличения расстояния между срезом насадка и объектом разрушения по мере его отработки. Это характерно и для стационарно установленных гидромониторов и для перемещающихся выемочных машин при нарезке углубляющихся щелей. Поэтому величина задержки момента всплеска от начала импульса должна быть регулируемой в процессе выемки.

При использовании принципиальной схемы уже упоминавшегося гидромонитора с импульсным повышением давления выполнить данное требование весьма затруднительно. Значительно большими возможностями обладают генераторы импульсной струи релаксационного типа, разработка которых, а также машин на их основе, ведется группой гидроимпульсной техники кафедры «Горная механика» ДонНТУ.

Один из возможных вариантов схемы генератора ступенчатых импульсов, реализующий описанный выше способ разрушения угля, представлен на рисунке.

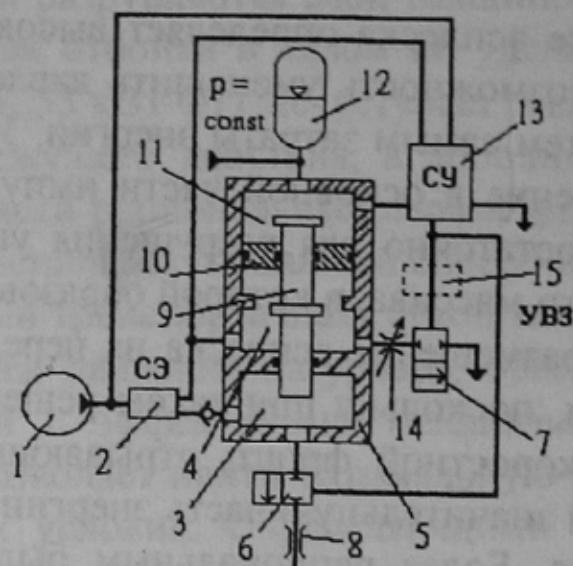


Рисунок 1 – Схема генератора ступенчатых импульсов

Предлагаемый генератор импульсов работает следующим образом. Вода, подаваемая высоконапорным насосом 1, через согласующий элемент (СЭ) 2, направляется в рабочую 3 и взводящую 4 камеры модулятора 5. Выходы из камер 3 и 4 перекрыты соответственно распределителями 6 и 7. Выход распределителя 6 соединен с рабочим насадком 8, а выход распределителя 7 - со сбросом жидкости из системы. Внутри модулятора 5 расположены плунжер 9 и поршень 10, которые в верхней части образуют напорную камеру 11, соединенную с гидропневмоаккумулятором (ГПА) 12. В эту камеру поводится постоянное давление от внешнего источника, который и задает режим работы генератора по давлению в низкой фазе импульса.

Система управления (СУ) 13 осуществляет контроль положения и перемещения плунжера 9 с поршнем 10, а также перевод генератора в режим накопления или выстрела путем соединения управляющих элементов распределителей 6 и 7 с подводом или сбросом рабочей жидкости соответственно.

Для изменения величины задержки момента появления всплеска давления от начала импульса может использоваться либо регулируемый дроссель 14 в линии сброса из взводящей камеры 4, либо, что

предпочтительнее, устройство временной задержки (УВЗ) 15 (показано пунктиром) в линии управления распределителем 7.

Вода, подаваемая через согласующий элемент 2 (защищающий подводящую магистраль от колебаний давления, вызванных работой модулятора 5), перемещает плунжер 9 и поршень 10 вверх (все направления движения даны по рисунку). Жидкость из напорной камеры 11 вытесняется в ГПА 12, где и происходит накопление энергии, необходимой для выстрела. В момент прихода обоих элементов в верхнее положение СУ 13 переводит распределители 6 и 7 в открытое положение (т.е. в режим выстрела). В результате этого плунжер 9 и поршень 10 движутся вниз (пока отдельно). Плунжер 9, имея равные площади поверхности, вытесняет жидкость из рабочей камеры 3 и формирует начальную часть импульса с давлением, близким к давлению, задаваемому внешним источником. Поршень 10, обгоняя плунжер 9, через заданное (величина задержки всплеска) время „садится“ на упор плунжера 9 и с этого момента оба элемента движутся совместно. Поскольку суммарная площадь поршневой поверхности элементов в напорной камере 11 значительно превышает площадь в рабочей камере 3, то давление в последней (а, следовательно, и перед насадком) повышается и формируется всплеск. То есть, при совместном движении, плунжер 9 и поршень 10 выполняют роль поршневого мультипликатора. При дальнейшем ходе вниз поршень 10 останавливается на упорах корпуса модулятора 5, а плунжер 9, двигаясь вниз до упора, обеспечивает формирование третьей (пониженной) части импульса. После прихода плунжера 9 в нижнее конечное положение СУ 13 переводит распределители 6 и 7 в закрытое положение (режим накопления) и далее цикл работы устройства будет повторяться.

Изменение времени задержки всплеска может осуществляться либо изменением сопротивления дросселя 14 в линии сброса жидкости из взводящей капсулы 4, что приводит к изменению скорости движения поршня 10 на участке отдельного движения, либо путем задержки срабатывания распределителя 7 при помощи УВЗ 15, которое может быть выполнено одним из известных в гидроавтоматике способов. Второй вариант, хотя и несколько более сложен, обладает большей экономичностью, поскольку не требует затрат энергии на преодоление дополнительного сопротивления.

Управление величиной задержки может осуществляться по заранее заданной программе либо непрерывно (в случае стационарно

установленного монитора, по мере отработки заходки), либо ступенчато (при использовании перемещающейся выемочной машины и переходе на очередной проход для нарезки щели).

Рассмотрим первый вариант осуществления предлагаемого способа разрушения массива. Вначале в забое устанавливается гидромонитор, способный формировать импульсную струю со всплеском давления. Эта струя направляется на разрушаемый массив. Момент начала гидроотбойки фиксируется, то есть в этот момент запускается устройство, способное фиксировать интервалы времени. В ходе разрушения расстояние от насадка гидроимпульсной машины (гидромонитора) увеличивается, и, чтобы компенсировать уменьшение производительности гидроотбойки, вызванное изменением условий взаимодействия струи с массивом, производится изменение интервала времени от начала очередного импульса до момента формирования всплеска давления (т.е. времени задержки). Повышение производительности объясняется тем, что в процессе выемки постоянно удается сохранять оптимальные условия взаимодействия струи и разрушаемого массива. В конкретных условиях выполняется ряд пробных заходов с различной скоростью смещения фронтов всплесков и устанавливается оптимальный вариант в зависимости от разрушаемого массива.

Во втором случае, изменение величины задержки производят при переходе на очередной проход для нарезки щели ориентируясь на величину углубки и необходимую компенсацию времени полета головы струи. В переделах нарезки щели величина задержки может оставаться постоянной.

Предложенный способ и устройство для его реализации защищены патентами Украины.

Список источников.

1. Тимошенко Г.М., Бугрик В.А. Гидроимпульсная отбойка - перспективный способ выемки угля на шахтах с обычной технологией // Уголь Украины. - 1989. - №6. - С.13-14.
2. Тимошенко В.Г., Кравец В.Г. Пульсирующий гидромонитор с импульсным повышением давления. - Уголь Украины, 1985, №5. С.24-25.
3. Тимошенко Г.М. и др. Двухствольный импульсный гидромонитор. Уголь Украины. №12, 1978. - С.23-24.