Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 126. Л., 1991

УДК 622.234

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВЫСОКОНАПОРНОЙ СТРУИ ВОДЫ

ЧЭН ДА ДЖУН

В мировой практике развития горной науки проблему исследования и применения высоконапорной струи воды первыми изучали Ленинградский горный институт, ИГД АН СССР, ВНИИгидроуголь, Сибирский научно-исследовательский институт по гидродинамике Горное бюро (США). Заметив большие механические энергозатраты гидроотбойки угля, эти институты и организации приступили к изучению теории и практики разрушения угольного массива высоконапорной струей воды, резки горной породы сверхвысоконапорной тонкой струей воды, дробления горной породы импульсной струей воды, резки угольного пласта тонкой струей воды и т.д. Одновременно в Японии и других странах проводилось исследование техники резки листового металлического и композиционного материалов сверхвысоконапорной тонкой струей воды. В 70-х годах указанные технические достижения непрерывно совершенствуются и получают быстрое развитие.

Английская ассоциация BHRA (с 1972 г.) и Американская ассоциация по струе воды (с 1981 г.) созывали международные симпозиумы по разрушающему действию струи воды через каждые два года. С 1985 г. в Японии и КНР тоже были созваны международные симпозиумы по этой теме. Все это способствовало широкому обмену опытом и очевидному развитию струйной техники. В 80-х годах для обработки и резки трудно обрабатываемых материалов была разработана новая серия высокопроизводительного оборудования, которое получило большое распространение.

Для повышения эффективности разрушения твердых пород, кроме применения импульсной струи, во многих странах совершенствуется технология разрушения непрерывной струей. В результате этого появились новые модели для разрушения твердых пород.

Еще ранее в 50-х и 60-х годах почти все исследователи старались повышать рабочее давление струи. Так, в Японии изучалась возможность создания системы генерации непрерывной струи воды давлением 1700 МПа. Практика показала, что при слишком сильном повышении рабочего давления струи появились большие затруднения в эксплуатации системы генерации. Из-за этого с 1972 г., как правило во многих странах применяется непрерывная струя с рабочим давлением, не превышающим 700 МПа, а в качестве оборудования для ге-

нерации струи высокого давления применяется чаще всего повыситель давления вместо высоконапорного насоса.

Для повышения коэффициента использования энергии струи многие страны предпочитают применять поворотные насадки. Однако применение таких насадков не во всех случаях удовлетворяет требованиям. В результате анализа ряда способов работы струи Кабинет высоконапорной струи воды при Китайском горном институте разработал новый способ работы непрерывной струи, позволяющий более полно использовать ее энергию, - качающе-встряхивающийся способ. Применение этого нового способа работы струи для отбойки угля при проходке подземной выработки позволило повысить производительность отбойки угля в 3-5 раз по сравнению с ранее применяемым способом струйного разрушения. В настоящее время многие страны начали уделять большое внимание изучению и созданию новых способов работы.

Несмотря на большую режущую способность струи воды, превышающую прочность обрабатываемых материалов при их резке высоконапорной тонкой струей, вода сама по себе является жидкостью, за счет которой ограничивается дальнейшее повышение режущей способности. В 60-х годах положительные результаты получило применение гидроабразивной струи для повышения эффективности струйной резки. Уже разработана система прямого питания абразивами (путем предварительного смешивания) вместо ранее применяемой системы питания абразивами всасыванием (путем последующего смешивания), что дает возможность повышать скорость подачи абразивов, расширять область применения гидроабразивной резки и резко повышать скорость резки.

Разрушение твердых горных пород является одной из трудно разрешаемых проблем. В последние годы много работали по вопросу разрушения твердых пород непрерывной струей воды. В начале 70-х годов многие институты стремились к разработке способов дополнительного разрушения путем увеличения числа свободных поверхностей. Однако это приводит к большому расходу энергии из-за необходимости предварительного создания вруба. В конце 70-х годов в мировой практике началась работа по разработке механогидравлического способа разрушения твердых пород механическими резцами с дополнительным воздействием струей воды (подавая струю воды вблизи острия резца).

Кроме указанного, в некоторых странах уделяется немало внимания изучению кавитирующей и импульсной струй, но эта работа пока находится в стадии исследования.

Работа по изучению теории и практики применения высоконапорной струи воды началась в горно-добывающей промышленности СССР и КНР, а также и во многих других странах. Однако внедрение данной техники в этих отраслях затрудняется из-за сложных условий горных работ. В Китае струйная очистка уже получила применение в шахтах и рудниках, при чистке вагонеток и автомашин.

Основными звеньями в процессе горной работы является проходка выработок и добыча полезных ископаемых. В настоящее время применение струйной техники при проходке выработок осуществляется главным образом в следующих трех направлениях:

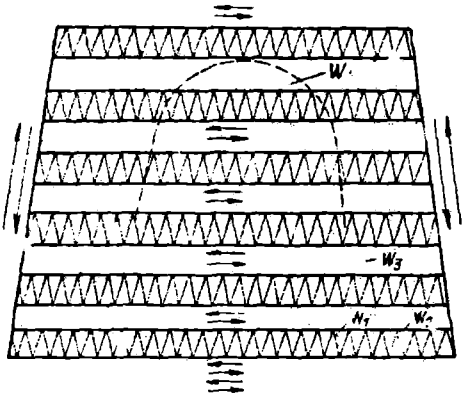


Рис.1. Технология отбойки угля при проходке выработок качающе-встряхивающейся струей воды
W_1 - полоса непосредственного резания струей воды; W_2, W_3 W_4 зоны разрушения под влиянием струйной резки

1. Проходка угольных выработок качающе-встряхивающейся (непрерывной) струей воды. Китайский горный университет внедрил в угольной шахте Сянь Дэ Ван треста Синтай провинции Хэбэй оборудование качающе-встряхивающейся струи для отбойки угля. Оборудование характеризуется рабочим давлением струи в 50 МПа, расходом воды 60 л/мин частотой встряхивания 840 мин$^{-1}$. Производительность отбойки составляла в среднем 1-2 т/мин. Технология отбойки показана на рис.1. Оборудование получило предварительное применение в высокогазовом мягком угольном пласте этой шахты.

2. Проходка угольных и породных выработок гидрорезцами. Китайский горный университет разрабатывает гидрорезцы, принцип работы которых показан на рис.2. Такие гидрорезцы выполняются на основе принципа дробильного процесса. При работе гидрорезцов в массивах, подвергаемых резке, появляются трещины (сила действия гидрорезцов при этом составляет 55-70 % по сравнению с обычными резцами), которые наполняются водой струи, вытекающей из насадков вблизи острия резцов, раскрываются и тем самым осуществляется полный процесс дробления.

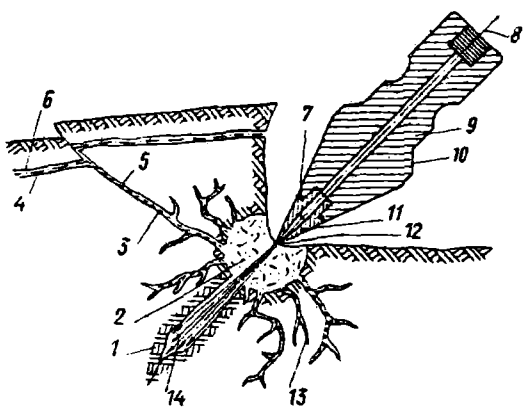


Рис.2. Принципиальная схема работы гидрорезца
1 - трещина, раскрытая струей воды; 2 - зона измельчения; 3 - место изломного трения; 4 - свободная трещина; 5 - плоскость скалывания; 6 - плоскость напластования; 7 - гидроуплотнение; 8 - вода; 9 - тело гидрорезца; 10 - фасонный резец; 11 - насадок; 12 - точка действия резца; 13 - трещина; 14 - струя воды

3. Проходка горных выработок импульсной струей воды. В Китае в шахте Се Цзя Цзи № I треста Хуайнан прошел в 1980 г. испытание угольный комбайн барабанного типа, снабженный приспособлением для генерации высоконапорной тонкой струи воды. Работа комбайна дала положительный результат. Следует отметить, что рабочее давление струи при испытании было пониженным (не

больше 35 МПа), поэтому этот комбайн годен только для работы в пласте мягкого угля.

Струйная техника применяется также в авиационной, строительной, нефтяной и химической промышленности. Проводятся исследования и освоение струйной техники в медицине, космонавтике, ядерной и других областях промышленности.

В настоящее время исследователи во многих странах, основываясь на принципе действия струи, обобщают и улучшают разные способы ее применения, разрабатывают новую технологию и расширяют область ее применения. Примерами служат струйная обработка строительных керамик и фарфоров, струйное упрочнение поверхностей деталей и др.

Следует отметить, что международная деятельность по внедрению струйной техники все более и более оживляется. На Пятом американском симпозиуме по применению струй воды, созванном в 1989 г. в г.Торонто (Канада), участвовали представители из 16 стран; впервые направили своих представителей такие страны, как Италия, Польша, Чехо-Словакия и др. В дальнейшем, по мере развития международного обмена достижениями применения струйной технологии и расширения области ее использования, этот вид получит еще более быстрое развитие и широкое распространение.