*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLI, вып. 1, 1959 г.*

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА ШАХТАХ

*В. С. Мучник*

Дальнейший рост производительности труда в угольной промышленности должен обеспечиваться не только за счет использования и совершенствования сложившейся системы механизации угледобычи, но и за счет внедрения новых технологий, в том числе за счет гидравлического способа добычи угля. Только при этом будет достигнуто многократное увеличение производительности труда, снижение себестоимости и повышение эффективности использования капиталовложений.

В настоящее время уже вполне созрела уверенность в том, что освоение малооперационных процессов, в частности, процесса гидравлической добычи угля может обеспечить рост производительности труда в 3—5 раз и снизить стоимость строительства новых шахт на 30—40%. Раньше считалось, что для повышения производительности труда рабочего по эксплуатации неизбежно увеличение размеров капитальных вложений на 1 *т* годовой производительности шахты, но правильно составленный проект гидрошахты уже на современном этапе гарантирует снижение удельных капиталовложений при одновременном росте производительности труда рабочих. Положительные результаты в этой области достигнуты, в первую очередь, на разработке пластов средней мощности и на пластах мощных. Но, как показали проекты и экспериментальные работы, такие же результаты могут быть получены и при разработке тонких пластов. Малооперационность процессов угледобычи — отличительная особенность гидрошахты.

Для исследований в области подземной гидравлической добычи угля, конструирования совместно с машиностроительными заводами специального оборудования, проектирования и оказания технической помощи гидрошахтам при освоении гидравлической добычи угля в СССР создан специализированный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт ВНИИГидроуголь. К разработке проблемы угледобычи привлечены институты — горного дела АН СССР, ДонУГИ, Горногеологический СО АН СССР, МакНИИ и высшие учебные заведения — Ленинградский горный институт, Донецкий индустриальный, Сибирский металлургический, Московский горный и Кемеровский горный. Проектированием шахт с гидравлической добычей угля занимаются Сталингипрошахт, Днепрогипрошахт, Кузбассгипрошахт, Караганда-

гипрошахт, Южгипрошахт и Уралгипрошахт. В настоящее время работают, строятся и проектируются гидрошахты в Кузнецком, Донецком бассейнах и других угольных районах Союза.

Интересна и плодотворна тенденция проектировать гидрошахты группами в одном каком-либо промышленном районе. При этом строится одна общая обогатительная фабрика, уголь к которой передается гидравлическим транспортом.

Используя опыт Советского Союза, начали исследования и промышленное освоение гидравлического способа добычи угля страны народной демократии. Оригинальную разработку ряда важнейших вопросов по гидродобыче ведут горняки Польши, Китая, Чехословакии. По неполным данным в Польше гидравлическим способом добывается уголь, пока только на отдельных участках, всего в количестве до 3—4 *тыс. т/сутки*. В этой стране намечена довольно большая программа реконструкции действующих шахт с расчетом перевода на гидродобычу и строительство новых гидрошахт. В Китае работают один или два опытно-промышленных участка гидродобычи; начато строительство крупных шахт и намечено довести годовую добычу угля на гидрошахтах до 400 *млн. т*. В Чехословакии работают два участка гидродобычи и ведется проектирование новых гидрошахт; созданы высоконапорные гидромониторы и другое специальное оборудование.

В таких странах как Англия, Франция, США обращалось внимание главным образом на исследование возможностей широкого применения гидравлического транспорта, особенно на поверхности. По литературным данным в США уже должен быть пущен пульпопровод протяженностью 176 *км*. В последнее время в ФРГ, Англии, США и в других странах началась разработка проблемы комплексной гидравлической добычи угля.

В настоящее время мы уже можем сказать, что технология подземной гидравлической добычи угля почти повсеместно признана передовой, малооперационной технологией, обеспечивающей высокий рост производительности труда.

При гидромеханизированной выемке один аппарат (гидромонитор с ручным или с гидравлическим управлением) отбивает уголь без всякого разделения на операции. Отбитый уголь в смеси с той же водой транспортируется по почве забоя, а затем по желобам — на основной штрек. Таким образом, объединяются в один процесс многочисленные операции выемки и транспорта. Все вспомогательные операции, присущие специализированным машинам, заменяются в данном случае одной перестановкой легкого гидромонитора. При гидравлических способах проходки штреков также можно получить весьма высокую интенсивность процесса выемки, практически равную интенсивности выемки в очистном забое. Тот же эффект может быть достигнут с помощью механогидравлических проходчиков и механических комбайнов.

Одноопераційный процесс гидравлической отбойки вполне обеспечивает самовоспроизводство фронта выемки и, следовательно, процесс выемки протекает технологически непрерывно. Но если одноопераційный процесс выемки обеспечивает самовоспроизводство забоя, то следовательно, эффективность выемки практически не зависит от длины забоя. При конструировании новых систем разработки и определении длины очистного забоя теперь уже необходимо стремиться к максимальному сокращению недобычных работ и, в первую очередь, работ по управлению горным давлением. В связи с этим при гидромеханизации выемки на пластах мощных и средней мощности находят широкое применение короткие очистные забои.

## Системы разработки на гидрошахтах

В Кузнецком бассейне наиболее высокая производительность труда — 20—30 *т* на рабочего по забою при разработке мощных крутопадающих пластов достигается при щитовом способе. При других системах разработки производительность снижается до 5—10 *т* на рабочего. При разработке мощного крутопадающего пласта на шахте «Тырганские уклоны» производительность труда гидромониторщика на очистных работах достигала 80—120 *т*, но при этом ручное управление гидромонитором ограничивало производительность и снижало возможности роста добычи и производительности труда. В настоящее время возможно увеличивать напоры и расход воды и применять гидромониторы, обеспечивающие следующую часовую производительность:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Мощность пласта, *м* . . . . . | 1,2 | 1,2—1,8 | 1,8 - 3,0 | до 10 |
| Производительность гидромонитора, *т/час* . . . . . | 35—45 | 40—60 | 50—70 | до 150 |
| Расходы воды, *м³/час* . . . . . | 120—180 | 150—200 | 150—250 | 250 - 400 |

Эффективные напоры при этом выбираются по формуле $H_э = 50\ f$ ($f$ — коэффициент крепости угля по Протодьяконову). Новые параметры гидромониторов дают возможность резко повысить производительность труда рабочего по забою. При этом могут быть достигнуты следующие показатели:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Мощность пласта, *м* . . . . . | 1,2 | 1,2—1,8 | 1,8—3,0 | до 10 |
| Производительность труда рабочего по забою, *т* . . . . . | 25—30 | 45—60 | 60—120 | до 250 |

При подборе параметров гидромонитора всегда необходимо правильно определять напор и расход воды. В связи с этим большое значение приобретает теория разрушения угля струей воды. По теории разрушения ведутся систематические работы и исследования во ВНИИГидроугле, ИГД АН СССР и Ленинградском горном институте. Проектирование гидравлической отбойки угля ведется на научной основе.

Выемка угля с помощью гидромониторов, установленных в штреке (рис. 1) или в печи без крепления очистного забоя оказалась довольно простой и поэтому часто применяемой. Работы по креплению подготовительных выработок, укладке труб и желобов в новых условиях являются пока неизбежными. Для пластов мощных наиболее приемлемой оказалась подэтажная разработка. Основные задачи сводятся к следующим трем положениям: 1) освоение процессов управления горным давлением без применения забойщицкой крепи; использование явления отжима угля; 2) сокращение до минимума трудоемкости вспомогательных работ в подготовительных выработках; 3) повышение производительности процесса гидроотбойки в целом.

При разработке мощных пластов, особенно пластов крутого падения, выемка подэтажей в нисходящем порядке обеспечивает надежный перепуск разрыхленных пород, чем в значительной степени определяется метод управления горным давлением. Однако при этом не обеспечивается уменьшение потерь угля. Размеры очистного забоя могут изменяться по высоте подэтажа в пределах 5—7 *м*, по ширине вынимаемой камеры (вкрест простирания) в пределах 4—6 *м*. Между камерами следует оставлять целики угля, прорезаемые для вентиляции и уменьшения потерь. Для очень мощных пластов или в районе антиклинальных складок можно эффективно применять эластичные перекрытия из проволочной сетки с дополнительным усилением металлическими полосами.

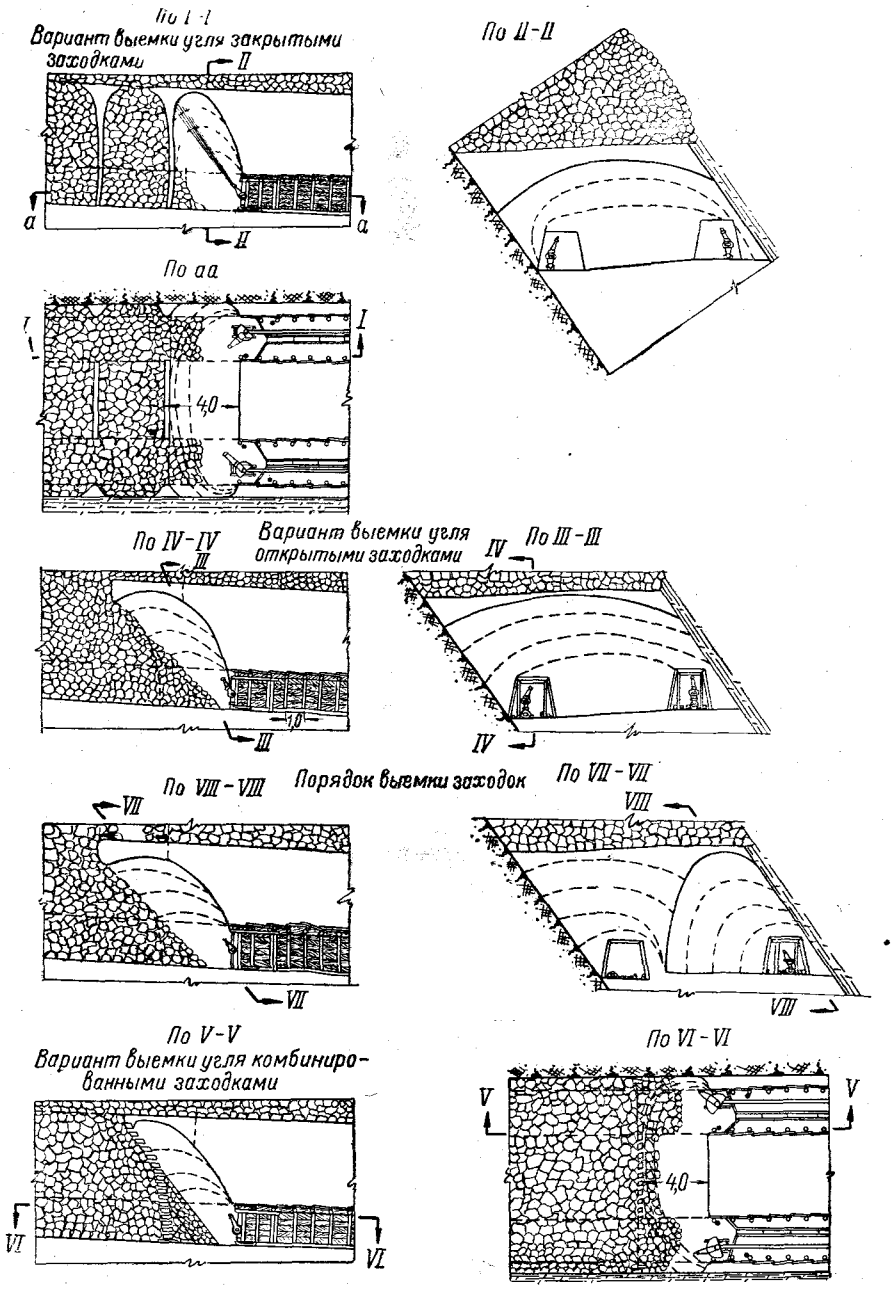



Рис. 1. Гидравлическая разработка мощного крутопадающего пласта с отбойкой угля гидромониторами, установленными на подэтажных штреках

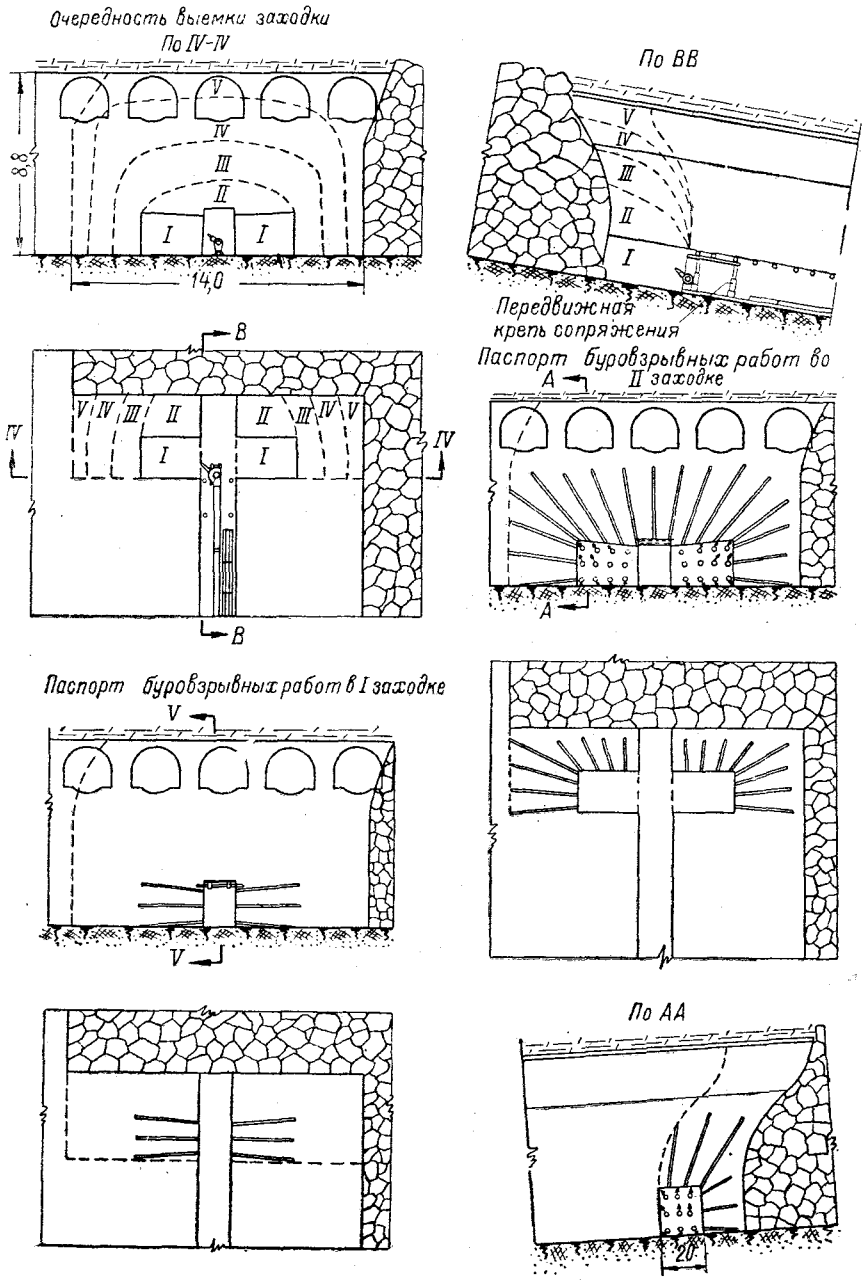



Рис. 2. Один из вариантов подэтажной гидроотбойки с перекрытием из проволочной сети

Такое перекрытие (рис. 2) испытано в Кузнецком бассейне на шахтах обычного типа. Интересны и эффективны системы разработки с выпуском разрыхленного угля (аналоги с системами подэтажного и блокового обрушения), разработанные применительно к условиям гидродобычи Теодоровичем Б. А. (ВНИИГидроуголь). В настоящее время начата разработка сложных антиклинальных складок на шахтах им. И. В. Сталина и «Красногорской». В качестве основной системы принята система подэтажная, но варианты выемки при этом могут быть различными. На сильно нарушенной части месторождения выемка ведется открытыми заходками, высота подэтажа принимается в пределах 6—7 *м*. Применяется также вариант выемки открытой заходкой с меж-

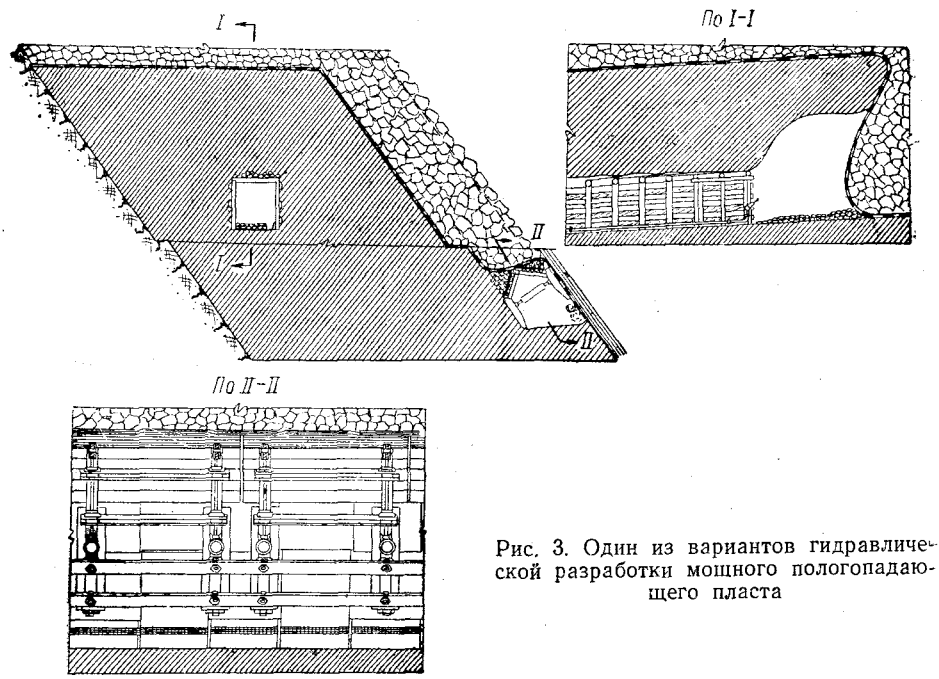



Рис. 3. Один из вариантов гидравлической разработки мощного пологопадающего пласта

дукамерными целиками размером до 1 *м*. Этот опыт пока еще недостаточен, но при высоте подэтажа 6—7 *м* потери снизились до 30—36% даже в нарушенной части выемочного блока. На одном из блоков того же месторождения можно будет применить систему подэтажной гидроотбойки с эластичным перекрытием, что позволит снизить потери до 15—18%.

Интересна разработка мощных, средних и тонких пластов пологого падения. На рис. 3 приведена схема отработки пласта мощностью до 10 *м* на Томь-Усинском месторождении. Сложным здесь является вопрос об управлении горным давлением без крепления. Разработка пласта мощностью 3,5—4 *м* производится на шахте «Полысаевская-Северная». При разработке без крепления пласта мощностью 2 *м* при относительно слабой кровле потери составили в среднем за год 22%, что можно признать вполне приемлемым. Управление горным давлением в очистных забоях без крепи уже перестало быть вопросом чисто теоретической возможности и постепенно переходит в область технологической реальности.

Для успешного развития гидродобычи очень важно правильно определить размеры выемочного поля и установить пути снижения трудовых

затрат по недобычным работам. Наиболее трудоемкими операциями являются крепление подготовительных выработок и доставка крепежных материалов. Как известно, вес крепи значительно сокращается, если применять анкерную крепь. По тем же соображениям можно применять и подвесную крепь, если породы кровли не позволяют надежно закрепить анкеры. Анкерное и подвесное крепления менее трудоемки, чем крепление обычными дверными окладами.

Важно установить минимальное сечение штреков и печей, чтобы за счет этого дополнительно уменьшить объем крепежных работ и вес крепи. При малых сечениях выработок в соответствующих условиях можно вообще не крепить подготовительные выработки. Развитие гидродобычи должно базироваться преимущественно на применении выработок малого сечения, рассчитанных на максимально допустимую скорость движения воздуха.

Для эффективного использования гидромеханизации следует уменьшать трудоемкость вспомогательных работ. Рационально вместо металлических труб применять гибкие капроновые шланги, которые в 2—2,5 раза легче труб и соединение их проще. Обычные задвижки должны быть заменены более легкими и простыми. При уклоне 6—10° и достаточно крепкой подошве гидротранспорт можно осуществлять без желобов.

Перечисленные мероприятия могут резко уменьшить объем работ по доставке материалов, но вместе с тем следует принимать такую схему работ, чтобы минимальным было и расстояние доставки. На рис. 4 и 5 представлены два характерных варианта подготовки участка. Для обоих вариантов определены размеры поля по простиранию по условиям выемки из подэтажных штреков и печей (столбов по падению). Эти параметры определяют общую организацию работ, так как трубы, желоба, крепежные материалы приходится переносить от очистного забоя к забоям подготовительных выработок. При выемке из печей (рис. 5) принимаются размеры по падению до 200 *м*, при выемке из штреков (рис. 4) — до 150 *м*. Если исходить только из экономики транспортных работ, то наиболее экономичными окажутся короткие печи, но при этом увеличатся затраты на прохождение и оборудование аккумулирующих штреков. Если проходка аккумулирующих штреков не вызывает особых трудовых затрат, то указанные выше расстояния могут быть уменьшены. Совершенно оригинально сокращено расстояние доставки материалов в системе разработки, представленной на рис. 4, где осуществлена идея попутного движения очистного и подготовительного забоев.

В институте ВНИИГидроуголь произведены специальные расчеты по определению эффективности применения указанных систем разработки и мероприятий, направленных на уменьшение трудовых затрат при вспомогательных работах. Осуществляется и практическое внедрение этих систем. На шахте «Полысаевская-Северная», где применяется взрывогидравлическая выемка и где печи крепятся неполными дверными окладами, производительность на выход рабочего по участку составила 12 *т*. Переход на подвесное крепление и уменьшение сечения выработок обеспечивают повышение производительности до 19 *т* на выход. Переход на однооперационный процесс выемки без применения ВВ, но с повышенными напорами также обеспечивает повышение производительности труда до 30 *т* на выход.

Проведение подготовительных выработок по крепким углям или по пластам с крепкими прослойками может быть производительным только при высоких напорах, поэтому в ряде случаев полезно применять

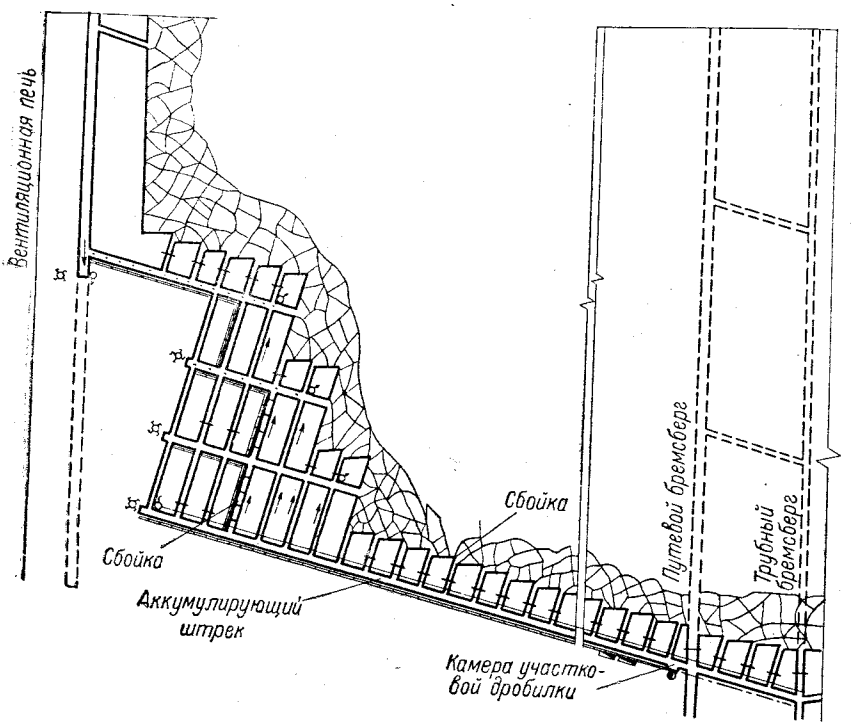



Рис. 4. Система разработки пологопадающего пласта с минимальным расстоянием доставки материалов от очистных к подготовительным забоям

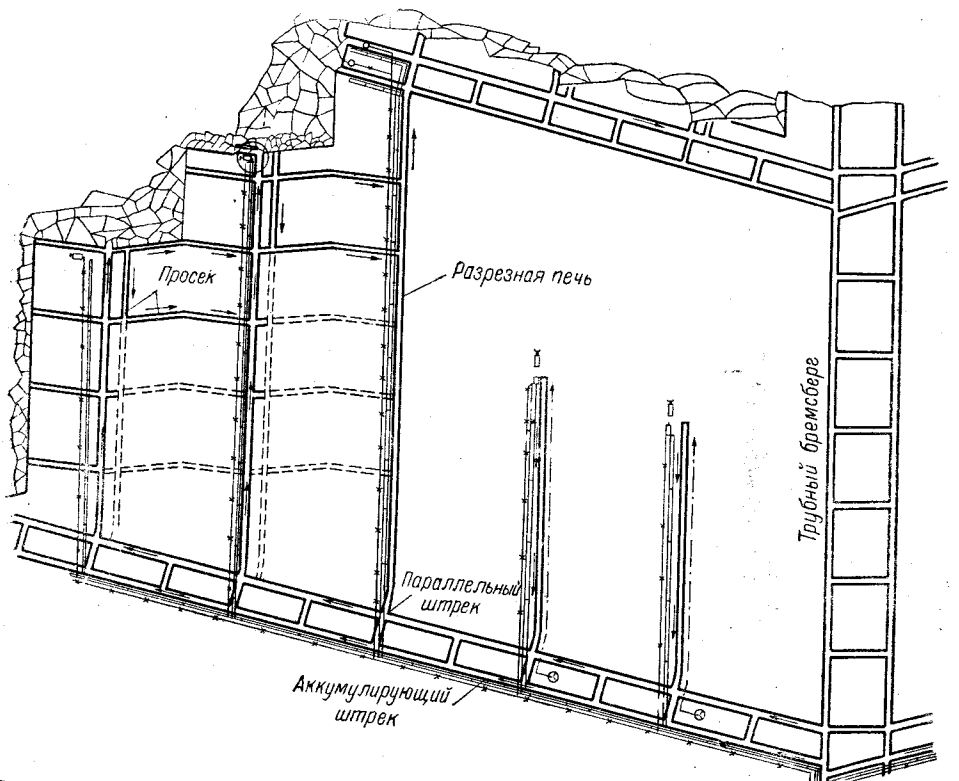



Рис. 5. Разработка тонкого пологопадающего пласта выемочными машинами с дистанционным управлением

механогидравлические проходческие машины. Эти машины тоже должны обеспечивать однооперационный процесс выемки и в сочетании с гидравлическим транспортом создавать однооперационный процесс по забою в целом. В механогидравлических проходчиках в качестве исполнительного органа приняты механизмы, хорошо зарекомендовавшие себя при работе на обычных проходческих машинах. Под руководством Я. Гуменника Гипроуглемашем создан на базе комбайна ПКГ механогидравлический проходчик ПКГ-4, рассчитанный на проходку выработок сводчатого сечения размером примерно $1{,}8 \times 1{,}8$ $м^2$ с технической скоростью проходки до 20 *м/час*. Институтом ВНИИГидроуголь создан проходчик Панкратова для проведения выработок (например, аккумулирующих штреков) сечением $2 \times 2$ $м^2$ с технической скоростью 12 *м/час*. При испытаниях эта скорость практически была подтверждена. Во ВНИИГидроугле ведутся работы по созданию специальных проходчиков с исполнительными органами, разрушающими породу или очень крепкий уголь с помощью плоских бойков. Все механогидравлические проходчики ВНИИГидроугля в качестве привода для исполнительного органа имеют гидравлическую турбину.

Для выполнения вспомогательных работ оказалось целесообразным создать специальное оборудование с гидравлическим приводом. Уже выпущены опытные образцы гидросветильника, гидросверла, гидровентилятора и гидротельфера для доставки материалов по монорельсовой дорожке. Разрабатывается гидровоз на гусеничном ходу.

## Гидромеханизация при разработке тонких пластов

При разработке тонких пластов приходится считаться со значительной трудоемкостью проведения подготовительных выработок, так как существующие методы проходки с подрывкой боковых пород неэффективны. В связи с этим приходится пересмотреть высказанное выше основное положение о рациональности применения при гидромеханизации систем разработки с короткими забоями и возвратиться к рассмотрению систем разработки длинными забоями. В угольной промышленности Польши применяется гидравлическая выемка угля в длинной лаве, причем производительность труда оказывается в 1,5—2 раза выше, чем при механической выемке[1]. В Чехословакии гидравлическая выемка угля применена при разработке угольного пласта мощностью 0,4—0,5 *м* и производительность труда доведена до 9 *т* на рабочего по забою, что для этих условий следует рассматривать как исключительное достижение. Применение легкого гидромонитора и гибких шлангов вполне обеспечивает однооперационный процесс выемки и доставки и резко сокращает трудоемкость работ по переноске оборудования. На пластах малой мощности управление горным давлением методом плавного опускания протекает нормально, если скорости подвигания достаточно велики. Специальные работы по управлению горным давлением при этом исключаются. При соблюдении указанных условий гидравлическая выемка на тонких пластах при системах разработки с длинным очистным забоем возможна и эффективна, однако переход к коротким забоям должен в дальнейшем обеспечить более высокие показатели. Хотя это направление в промышленности еще не получило должного распростра-

---

[1] А. Д. Игнатьев, К. И. Иванов. Подземная добыча угля гидравлическим способом на пластах тонкой и средней мощности. Углетехиздат, 1957.

Материалы Научно-технической информации по гидравлической добыче угля. Фонды института ВНИИГидроуголь, 1957.

нения, все же с теоретической точки зрения его следует признать весьма перспективным. В этом направлении в Советском Союзе ведутся проектные и исследовательские работы.

В тех случаях, когда при разработке длинных лав на тонких пластах неизбежно крепление забоя, трудоемкость работ по креплению относительно меньше, чем на пластах средней мощности. Крепление растянутыми оболочками с анкерами снижает вес крепи в 3 раза по сравнению со стоечным креплением.

При разработке пластов мощностью от 1 до 1,4 *м* можно применять Полысаевскую систему, при этом необходимо дополнительное оборудование для доставки людей к забою. При разработке тонких пластов уменьшение трудовых затрат на недобычные работы приобретает еще большее значение, особенно на подготовительных работах. Достигнув в конечном итоге высоких показателей производительности труда, мы всегда получим и высокие экономические показатели, особенно при работах с малой затратой крепежных и других материалов. Этого можно достичь, применяя машины, вписывающиеся в пласт и управляемые дистанционно. Дистанционное управление позволит раскрыть дальнейшие пути данного технологического направления. На рис. 5 представлена схема разработки тонкого пласта машинами с дистанционным управлением. При ходе вперед такая машина может производить выемку по мощности пласта шириной 1—2 *м*. При обратном ходе машина производит частичную выемку целиков. Проектная разработка и детальные расчеты позволяют говорить о реальности такой установки, причем производительность такой машины может быть 30—60 *т/смена*. В ближайшее время мы надеемся иметь машины с дистанционным управлением на расстоянии 40—80 *м*. В условиях разработки пластов тонких и средней мощности технический прогресс определяется машинами с дистанционным управлением, применение которых позволяет исключить трудоемкие недобычные работы и, в первую очередь, работы по креплению подготовительных выработок.

### Гидротранспорт и гидроподъем. Особенности вскрытия

При выборе схем гидравлического транспорта и подъема следует максимально уменьшать число операций. Многозвенный современный подземный транспорт располагает большим ассортиментом технических средств доставки, откатки и подъема, но при сопряжении одних технических средств с другими возникает целый комплекс дополнительных операций связи. Таков например, переход от доставки к откатке, когда возникает необходимость иметь с соответствующим оборудованием разминовки; таков переход от околоствольного двора (откатка) к стволу (подъем). Все выработки и механизмы околоствольного двора обеспечивают стык между операциями по откатке и подъему.

Современная система капитальных горных выработок порождена условиями откатки угля в вагонетках. Эти условия в какой-то мере определили и схему вскрытия месторождения. Таким образом, изменение современной системы и технических средств транспорта угля предъявляют новые требования и к капитальным горным выработкам и к самой схеме вскрытия. В то же время новые требования вскрывают новые возможности. В ряде случаев на гидрошахтах могут, конечно, сохраниться и старые схемы вскрытия. При этом изменятся только количественные соотношения.

Проектируя систему гидравлического транспорта угля, всегда следует стремиться к применению единых технических средств транспорти-

рования угля от забоя до ствола шахты. Наиболее простой и надежной системой является безнапорный подземный транспорт угля по почве забоя и желобам. Гидравлический транспорт по желобам обеспечивается при уклонах не менее 0,05%. Как показал опыт, при этом получается надежная и простая система подземного транспорта, правда, с некоторыми осложнениями доставки материалов. Единство технических средств приводит к упразднению вспомогательных операций, исключая операции, связывающие две системы транспорта. Вследствие этого обеспечивается наиболее безопасная работа и возможность транспортирования по выработкам малого сечения. Желоба в этом случае являются единственным оборудованием.

При горизонтальном залегании пласта и когда в забое получается мелкий уголь, можно применять напорный гидротранспорт. Не следует

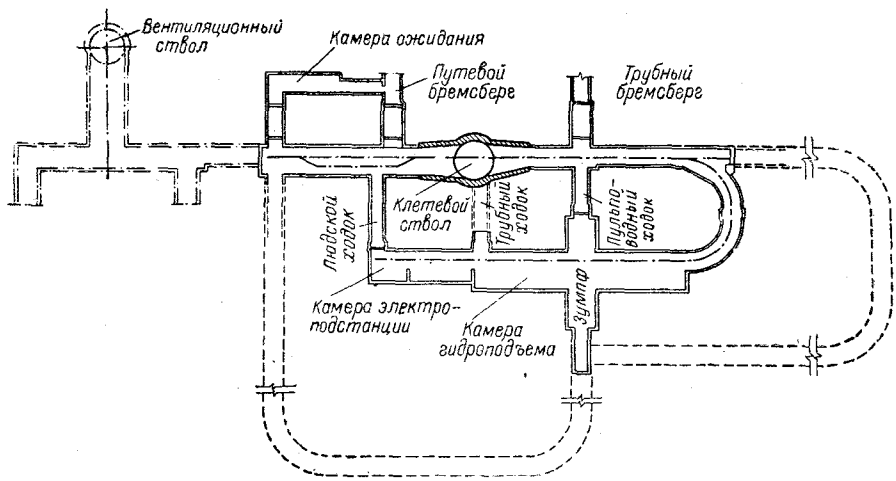



Рис. 6. Схема околоствольного двора на горизонте углесосной камеры

усложнять работу и вводить дополнительные операции (как, например, дробление угля вблизи забоя), чтобы применить напорный транспорт. ВНИИГидроуголь совместно с Бобруйским заводом создал специальный самовсасывающий углесос, который производит некоторое додрабливание угля и прием пульпы практически без зумпфа. Этот углесос предназначен для проведения горизонтальных и наклонных выработок. В Донбассе испытана система совместной работы гидроэлеватора с углесосом.

Гидроподъем угля на промышленных установках в Советском Союзе производится высоконапорными углесосами. Первые высоконапорные углесосы были изготовлены специально для опытных шахт в Кузбассе и рассчитаны на напоры на одно колесо 75 *м* и при сдвоенной работе — до 150 *м*. Это был первый углесос, для которого принято число оборотов колеса 1500 об/мин. В настоящее время Лаптевским заводом изготовляются углесосы типа 5-МНВ, рассчитанные на напоры на одно колесо 85 *м* и при сдвоенной работе — до 170 *м*, что на практике применяется довольно часто. Крупные промышленные гидрошахты проектируются с углесосами 10-УВТ×2, рассчитанными на напор до 250 *м* вод. ст. при расходе 900—1100 $м^3/час$. Такие углесосы изготовляются Бобруйским машиностроительным заводом по чертежам и на основании исследовательских данных ВНИИГидроугля. Применение углесосов позволяет значительно упростить технологию в околоствольном дворе. На рис. 6

и 7 представлены некоторые типовые решения околоствольного двора гидрошахты производительностью 4000 *т/сутки*.

Упрощение подземного транспорта позволяет перейти к новым схемам вскрытия месторождения. Здесь мы приводим некоторые, но вполне конкретные решения, с помощью которых можно представить задачу в общем виде. Вскрытие наклонным стволом отдаленно разрабатываемых на гидрошахте пластов приемлемо даже при большой длине ствола, так как подъем по трубам одинаково удобен как по наклонному, так и по вертикальному стволу. Правда, по условиям вентиляции, приходится проводить два и даже три наклонных ствола. При вскрытии вертикальным стволом в большинстве случаев достаточно пройти один ствол и бремсберг. Поэтому, по условиям минимума капитальных затрат и минимума затрат на поддержание, институт ВНИИГидроуголь, как правило, принимает вскрытие одним стволом с бремсбергом из расчета службы горизонта 15—20 лет. Затем проходится новый ствол из

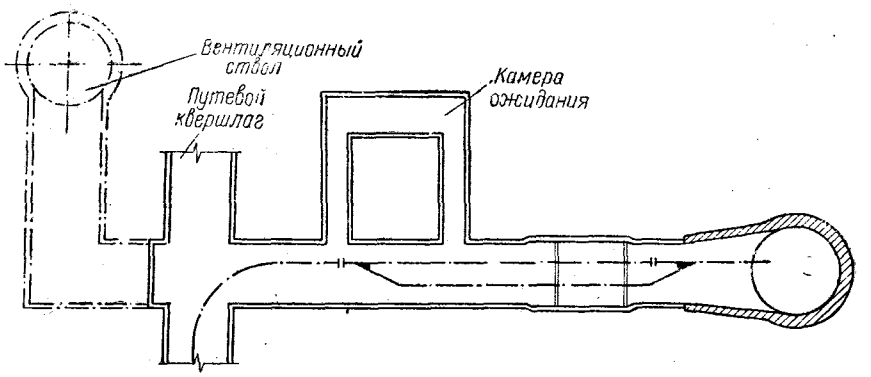



Рис. 7. Схема околоствольного двора на промежуточном горизонте

расчета работы каждого горизонта 20—25 лет. Получается как бы реконструированная шахта, в которой прежний подъемный ствол становится вентиляционным. При этом верхняя часть бремсберга в дальнейшем не поддерживается и погашается.

ВНИИГидроуголь придает особое значение вопросу сокращения или даже полного исключения недобычных работ, в том числе таких непроизводительных и не поддающихся механизации, как работы по поддержанию. Если срок службы бремсберга длителен и длина его велика, после отработки первого яруса бремсберг следует погашать и взамен его проходить новый ствол для вентиляции.

На гидрошахтах необходимо уменьшать размеры шахтного поля по простиранию из расчета полного исключения работ по поддержанию. В настоящее время в проектах гидрошахт длину крыла по простиранию принимают 1—2 *км*. При возражениях против сокращения размеров шахтного поля по простиранию обычно указывают на необходимость увеличения запасов шахтного поля в целях уменьшения размеров капитальных затрат на 1 *т* запасов. Это явное заблуждение: развитие техники в настоящее время идет настолько стремительно, что при больших запасах шахта почти всегда через 20—30 лет заново реконструируется. Нередко стоимость реконструкции превышает первоначальную стоимость шахты. По-видимому, имеет смысл строить шахты относительно дешевле с небольшими полями, чтобы при реконструкции практически создавать в техническом отношении новую шахту.

Сооружения на поверхности гидрошахты в значительно меньшей степени, чем на обычной шахте, привязываются к шахтному стволу. В ряде случаев оказывается целесообразным иметь центральную обогатительную фабрику для целого района и тогда значение капитальных затрат на сооружения на поверхности для каждой шахты сводятся к минимуму.

Уменьшение затрат на поддержание выработок — важнейшая задача при решении вопроса вскрытия месторождения. Вскрытие свиты пологопадающих пластов, как правило, производится одним вертикальным стволом и бремсбергом по каждому пласту. Так же, как и при вскрытии одного пласта, при переходе на новый горизонт подъемный ствол становится вентиляционным; взамен его проходится новый ствол для гидроподъема.

Отметим еще одну подробность, специфичную именно для гидравлического транспортирования и подъема угля. При вскрытии и подготовке шахтных полей для гидрошахт горизонтальные квершлаги рационально проводить лишь в тех случаях, когда горизонтальная выработка является кратчайшей между двумя пластами, во всех же случаях вскрытия свиты пологопадающих пластов лучше пересекать все пласты шахтным стволом и далее развивать добычу в обычном при гидромеханизации порядке.

### Обогащение угля. Технологический комплекс на поверхности

Гидравлическая добыча угля, естественно, объединяется с мокрым обогащением, так как наиболее трудоемкие и сложные операции — обезвоживания угля и осветление воды — оказываются общими. В настоящей статье нет возможности детально останавливаться на принятых процессах обогащения, но отметим необходимость придерживаться малооперационного процесса, в связи с чем в схемах обогатительных фабрик при гидрошахтах рационально применять отстойные фильтрующие центрифуги большой производительности (80 *т/час*), высокопроизводительные фильтрующие центрифуги, гидрофобизации. Само обогащение вести на отсадочных машинах для неклассифицированного угля. Изготовляется оборудование, еще не прошедшее необходимых испытаний, полного объединения обезвоживания всего угля без разделения на классы крупности с одновременным осветлением воды до кондиций, необходимых для повторного использования в процессе. В этом случае желательно использовать насосы, пригодные для работы на загрязненной воде.

Применение указанных принципов на обогатительных фабриках на гидрошахтах позволит значительно уменьшить кубатуру фабрик и повысить производительность труда рабочих. Строительная кубатура малооперационной фабрики производительностью 2000 *т/сутки*, по последним данным, составляет 14 000 $м^3$, кроме того отстойники 10 000 $м^3$ и сушильная установка 7000 $м^3$.

При гидравлической добыче целесообразно производить обогащение угля на групповых или центральных обогатительных фабриках или, что еще более эффективно, подавать уголь непосредственно к потребителям. Так, например, уже решена задача подачи угля от гидрошахты «Грамотеинская» № 3—4 в бункер-отстойник Беловской электростанции. Совершенно ясно, что по мере развития гидродобычи и гидравлического транспортирования угля рационально будет сохранять гидротранспорт от шахты к потребителю. Это направление, безусловно, весьма эффективно, так как поверхность гидрошахт при этом упрощается, увеличи-

вается производительность труда рабочих по шахте и народное хозяйство освобождается от непроизводительных работ по погрузке и перегрузке угля при переходе от гидравлического к железнодорожному транспорту. Однако гидротранспорт по трубам имеет большую энергоемкость и при транспортировании на большие расстояния, где значение трудовых затрат на перегрузочные работы относительно уменьшается по сравнению с затратами на транспортирование, может оказаться все же более выгодным железнодорожный транспорт. На современном техническом уровне транспортирования угля и при современной стоимости энергии по расчетам, произведенным ВНИИГидроуглем, и по проектным данным оказывается выгодным при консистенциях 1 : 3 транспортировать уголь на расстояние до 90 *км*. При густых же консистенциях, требующих большого процента мелкого угля в пульпе, гидротранспорт становится выгодным уже на расстоянии до 250 *км*. Видимо, при освоении гидротранспорта и дальнейшем снижении стоимости энергии дальность рационального применения гидротранспорта угля будет увеличена.

Совершенно особо стоит вопрос об использовании угля вблизи места его добычи. Но этот вопрос является общим и для обычных шахт.

## Заключение

Подземная гидравлическая добыча угля уже сейчас находит широкое применение и далее будет развиваться во все возрастающих размерах, способствуя повышению производительности труда шахтеров и облегчая их работу. Технологические особенности процесса гидродобычи повышают степень безопасности труда шахтеров. Действительно, наибольшее число смертельных и тяжелых несчастных случаев происходит в очистном забое от обрушения пород, от электроэнергии и на подземном транспорте. При гидравлической добыче люди могут не заходить в очистной забой, электроэнергия применяется лишь на стационарных установках, гидротранспорт по трубам исключает и несчастные случаи на транспорте. Кроме того, в значительной степени устраняется опасность взрыва газа и угольной пыли.