

ПУТИ РАЗВИТИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДОНЕЦКОГО БАСЕЙНА

*Впервые опубликована в журнале «Уголь и железо», № 1,
октябрь 1925 г.*

Б. И. Бокий

Донецкий бассейн, снабжавший топливом почти всю Россию, за годы гражданской войны пришел в сильный упадок, от которого начал оправляться лишь в самое последнее время. Однако сокращение металлургической промышленности и уменьшение железнодорожного транспорта — этих двух главных потребителей минерального топлива — заставляло Управление объединенной каменноугольной промышленности Донбасса не развивать добычи в той мере, как это было возможно по состоянию оборудования, по качеству вскрытых и подготовленных существующими шахтами запасов угля и другим техническим причинам. Стремление понизить себестоимость угля, с целью сделать его более доступным широким кругам потребителей, и желание избавиться от тяжелых накладных расходов заставило Управление сосредоточить производительность на сравнительно небольшом числе шахт, ликвидировать или перевести на состояние консервации остальные.

Само собою разумеется, такое положение могло быть только временным. С наступлением благоприятного для развития каменноугольной промышленности момента управление треста должно было немедленно приступить к работе и вести ее таким образом, чтобы, с одной стороны, заменять выходящие из строя единицы путем подготовки новых горизонтов ныне действующих шахт или закладки новых шахт, а с другой стороны, иметь возможность удовлетворить все возрастающую потребность страны в топливе.

Такой момент сейчас наступает и Управление Донугля к нему готовится. Уже составлена общая схема развития работ в бассейне, намечен к проходке целый ряд новых шахт и приступлено к составлению детальных проектов каждой из них.

Решая вопрос о том, какой тип шахт будет наиболее рациональным для Донецкого бассейна в его теперешнем состоянии, управление треста остановилось на более или менее крупных шахтах, по возможности, полностью механизированных, считая что на таких шахтах можно достигнуть максимальной производительности труда рабочих при минимальных эксплуатационных расходах.

Однако, отдавая должное крупным механизированным шахтам, нельзя считать такое решение правильным для всего бассейна: в нем есть еще очень много мест, где по естественным условиям имеют все права на существование именно мелкие шахты и в которых очередь крупных шахт наступит не ранее чем через 15—20 лет. Поэтому намеченные к проходке крупные шахты должны были бы закладываться в первую очередь сначала лишь в тех районах, в которых рациональность их закладки не внушает никакого сомнения.

Предлагаемая статья, не претендуя на значение цельного и законченного проекта, имеет своей задачей дать толчок мыслям инженеров, которые будут заниматься составлением детальных проектов новых шахт, в направлении возможных достижений в смысле увеличения скорости прохождения и оборудования шахт и упрощения и рационализации различных приемов работ.

Руководствуясь выработанными практикой Донецкого бассейна нормами скоростей проходки шахт и других горных выработок, нетрудно подсчитать, что полное развитие работ на новом руднике, имеющем капитальную шахту, может быть достигнуто не ранее чем в 6—7 лет.

Остановимся на этом вопросе немного подробнее. Ввиду того, что на значительной части существующих крупных рудников глубина разработки превзошла уже 300 м, будем считать, что глубина новых шахт, открывающих этаж, наклонной высотой в 200 м, должна быть не менее 400 м.

По тем нормам производительности работы, которые существовали в Донецком бассейне в дореволюционное время, скорость прохождения шахты с креплением ее составляла около 10 м в месяц.

Значит, проходка шахты займет $400 : 10 = 40$ мес.

Оборудование ствола шахты (установка расстрелов, проводников, лестниц и пр.) при скорости подвигания работ, равной 100 м в месяц, займет $400 : 100 = 4$ мес.

Прохождение сбійки, разрезающей этаж по восстанию, при скорости подвигания забоя, равной 20 м в месяц, займет $200 : 20 = 10$ мес.

Подготовка первого выемочного поля длиной 200 м и разрезка его расщепными печами длиной 40 м в каждом подэтаже при скорости подвигания забоев 20 м в месяц займет

$$\frac{200 + 40}{20} = 12 \text{ мес.}$$

Итого для начала очистных работ потребуется $40 + 4 + 10 + 12 = 66$ мес. — $= 5\frac{1}{2}$ лет.

Положив полгода на развитие очистных работ, увидим, что новый рудник может пойти полным ходом в лучшем случае через 6 лет, а учитывая необходимое время в запас на разные задержки в работе, — через 8 лет.

Посмотрим поэтому, нельзя ли как-нибудь сократить столь долгий срок, нельзя ли изменить темп работы, применив такие методы, которые позволили бы получить результат в более короткий срок. Оказывается, это вполне возможно, если ввести соответствующую организацию работ, даже при старых приемах.

Мы привыкли довольствоваться скромными цифрами, и поэтому нам как-то не приходит в голову, что эти цифры могут быть значительно увеличены при некотором изменении приемов работы.

Возьмем для примера пологопадающий полутораметровый пласт угля. При средних условиях годовое подвигание забоев при эксплуатации такого пласта выражается приблизительно цифрой 250 м. При таком подвигании забоев в каждую сторону от шахты, при высоте этажа в 200 м и производительности пласта 1,7 т годовая добыча выражается цифрой $2 \times 250 \times 200 \times 1,7 = 175\,000$ т.

Эту цифру мы считаем нормальной; а между тем при некоторых условиях, как увидим ниже, такой высоты этаж легко может дать не 175, не 350, и даже не 700, а 1 500 тыс. т в год, без особого напряжения — 2 млн. т, а форсируя работы, — даже 5,5 млн. т, т. е., другими словами, мы теперь довольствуемся всего лишь 5% того, что мы могли бы получить.

Возьмем другой пример и посмотрим, чему равняется подъемная способность шахты глубиной 400 м и диаметром в свету 6 м, оборудованной двумя двухэтажными клетями на 8 вагончиков (по 4 вагона по 0,5 т в этаже) каждая при тех нормах, которые приняты у нас.

Примем среднюю скорость подъема — 7,5 м/сек, тогда время подъема будет:

$$t_1 = \frac{400}{7,5} = 60''$$

Если время маневров примем $t_2 = 30''$, то число подъемов в час будет:

$$\frac{60}{60 + 30} = 40.$$

При весе каждого вагончика 0,5 т, при 12 часах работы подъема в сутки и при числе рабочих дней в году 280 получим, что подъемная способность шахты выражается цифрой $8 \cdot 0,5 \cdot 40 \cdot 12 \cdot 280 = 600\,000$ т в год.

Эту подъемную способность мы считаем нормальной и хотя имеем несколько шахт в Донецком бассейне указанных выше размеров, но до сих пор ни на одной из них не давали такой добычи, а между тем она составляет лишь 33 и даже 9 процентов того, что может поднять такая шахта.

Если в приведенном выше примере взять скорость подъема 20 м/сек и одновременно сократить время маневров до 20 сек., то число возможных подъемов в час выражается цифрой 90, а годовая производительность шахты — в $8 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 12 \cdot 280 = 1\,200\,000$ т.

Ниже мы увидим, что при помощи некоторых приспособлений эту производительность без особого напряжения можно довести до 4 млн. т, а форсируя работу, — даже до 9 млн. т в год.

рассматривая выше вопрос о времени, необходимом для прохождения и оборудования шахты глубиной 400 м, мы нашли, что при нормальных условиях это время должно составить около 4 лет, а полной добычи от этой шахты можно ожидать не ранее, чем через 6 лет. А между тем такую шахту легко можно пройти в 1 год, без особого напряжения в 8 месяцев, а форсируя работу, — даже в 4 месяца.

Рассмотрим затронутые вопросы подробнее. Начнем с проходки шахты.

Мы знаем, что работы по прохождению и оборудованию глубоких шахт, в общих чертах, ведутся следующим образом. Сначала в забое шахты выбуриваются шпуров, которые заряжаются взрывчатыми веществами и взрываются; затем, когда забой шахты проветрится, туда спускаются рабочие и приступают к разработке и погрузке разрушенной породы в подъемные сосуды и к отделке стен шахты. После того как порода убрана, снова приступают к проведению шпуров и т. д. Стены шахты, во избежание возможности обрушения породы, закрепляются временной крепью, а когда глубина пройденной части достигнет 40—60 м, углубка шахты временно приостанавливается и временное крепление заменяется постоянным. По возведении постоянного крепления возобновляются работы по дальнейшей углубке шахты. Когда шахта заканчивается прохождением, приступают к оборудованию ее, т. е. устанавливают в ней расстрелы, проводники, лестницы и т. д.

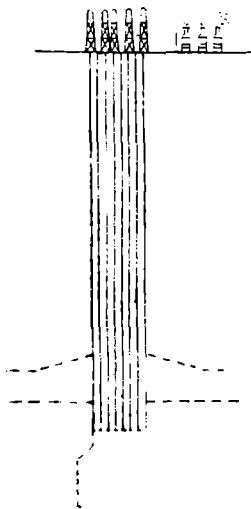


Рис.

Успешность той или иной работы зависит, во-первых, от внешних условий, а во-вторых — от потерь времени, неизбежных при смене одной работы другою. Так, например, успешность бурения шпуров находится в большой зависимости от успешности откачивания воды из шахты: бурение идет успешно, когда высота стояния воды в забое не превышает 20 см, оно становится затруднительным, когда высота воды повышается свыше 40 см, и его приходится вовсе прекращать, когда вода поднимается более чем на 0,75 м. Очевидно, скорость прохождения шахты, зависящая от скорости прохождения шпуров, увеличится, если бурение шпуров поставить в такие условия, чтобы оно не зависело от притока воды к забою шахты.

Успешность уборки породы после взрыва шпуров зависит как от притока воды, так и от некоторых других причин, как-то: высоты и вместимости бадей, крупности кусков породы, перерывов в погрузке во время движения бадей, когда рабочим рекомендуется прятаться под предохранительные полки и прочее. Чем больше и тяжелее куски породы, чем выше приходится поднимать их при погрузке, тем труднее работа нагрудчиков, тем меньше их производительность и тем больше времени идет на уборку породы. Очевидно, что если поставить подъем в такие условия, чтобы, во-первых, удалено производилось непрерывно, без мертвых промежутков, без остановок, а во-вторых, чтобы рабочим не приходилось тратить сил и времени на поднимание ее на известную более или менее значительную высоту для погрузки в бадей, то скорость уборки породы значительно увеличилась бы, а вместе с тем возросла бы и скорость прохождения шахты. Очевидно также, что чем реже будет происходить смена одной работы другою (например, бурение шпуров и уборка породы), тем меньше будут неизбежные потери и тем интенсивнее будет идти проходка шахты.

Само собой разумеется, что ведение работ, при котором могло бы производиться одновременно и углубление шахты, и закрепление ее постоянной крепью, и оборудование ствола, значительно сократило бы время прохождения шахты.

Принимая во внимание сказанное, можно было бы наметить следующую схему прохождения новых шахт.

На поверхности, на выбранном для заложения шахты месте (рис. 1), устанавливается несколько буровых приборов, которыми пробуривают при помощи алмазных, стальных зубчатых коронок, или при помощи гидравлического тарана Вольского диаметром 35—65 мм такое количество буровых скважин, сколько по сечению шахты должно быть расположено шпуров. Скважины пробуриваются на всю глубину шахты и засыпаются песком, если они не заполнены водой. Затем скважины освобождаются от песка на глубину $1\frac{1}{2}$ —2 м, заряжаются взрывчатыми веществами¹ и взрываются. После уборки породы скважины освобождаются снова от песка на глубину $1\frac{1}{2}$ —2 м и т. д.

¹ Или вообще заряд подвешивается на такой глубине в шпуре, если скважины заполнены водой.

При таком способе: 1) бурение шпуров будет произведено в условиях, несравненно более благоприятных, чем при постепенном их проведении в шахте; стенки шахты не будут нуждаться в выравнивании, так как внешний ряд шпуров будет расположен по периферии шахты; 2) столбики породы, получающиеся при бурении скважин, дадут вполне точный разрез всех пород, пересекаемых шахтой, причем все водоносные горизонты будут не только определены известны, но может быть произведен и замер количества притекающей воды; таким образом, заблаговременно можно принять меры против внезапных затоплений проходки, что так часто при ныне применяемых способах проходки шахт вызывает остановку работ на целые месяцы; 3) работы в забое шахты будут сведены лишь к взрыванию шпуров и уборке породы.

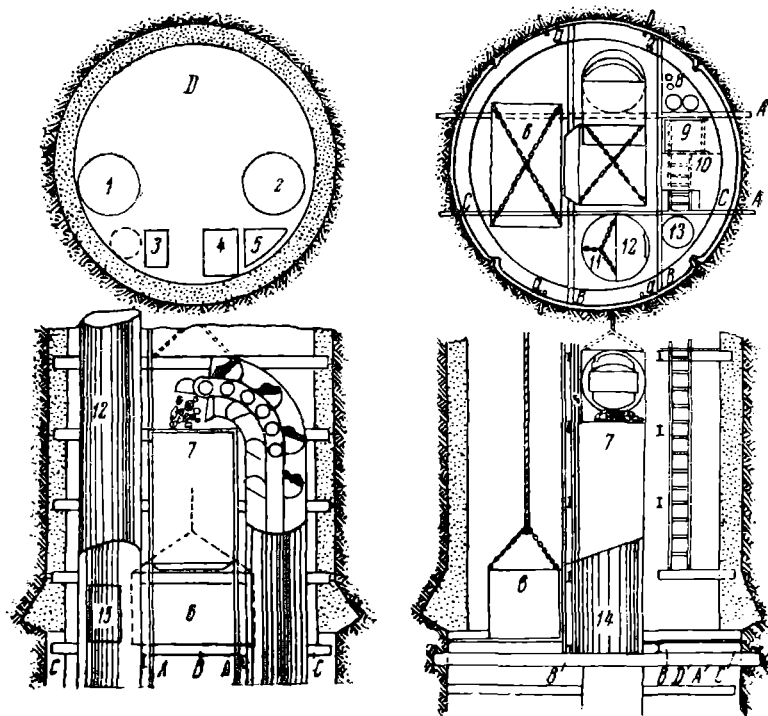


Рис. 2.

1 — вентиляционная труба; 2 — труба для норки; 3 — отделение для лестницы; 4 — отделение для насосов; 5 — отделение для труб; 6 — ящик для подъема породы; 7 — загрузочный ящик; 8 — трубы; 9 — подвесной насос; 10 — лестница; 11 — клеть; 12 — вентиляционная труба; 13 — труба для спуска бетона; 14 — норка; 15 — дверь

Недостатком этого способа, при значительной глубине скважин, является возможность их большого отклонения от первоначально приданного им направления, что нарушит правильность распределения шпуров по сечению шахты и изменит (в сторону увеличения или уменьшения) размеры ее поперечного сечения. Это же последнее обстоятельство (в случае уменьшения сечения шахты) повлечет за собой необходимость проведения дополнительных шпуров во время работ по проходке и значительно уменьшит преимущества описываемого способа. Способами, при помощи которых можно значительно уменьшить указанный недостаток, являются:

а) применение при бурении новейших приспособлений, сводящих возможное отклонение скважины до минимума;

б) постоянная проверка отклонения скважин при помощи специальных приборов — стратаметров. Выходящие за пределы шахтного сечения скважины могут быть вовсе оставлены;

в) задание скважин в несколько большем количестве, чем это требуется условиями работ. В случае остановки скважин, отклоняющихся за пределы шахтного сечения, запасные скважины будут их компенсировать;

Возможно, что будет выгодно провести еще один ряд концентрических шпуров и зацементировать породы на всю глубину шахты; таким образом, проходка шахты будет производиться вовсе без водоотлива.

г) применение более сильных зарядов в местах, где скважины отошли друг от друга.

Как указывалось выше, работа в шахте должна быть так организована, чтобы прохождение шахты, закрепление ее постоянной крепью и оборудование ствола могли производиться одновременно и вестись безопасно. Это легко достижимо при помощи специальных полков, устраиваемых на различных горизонтах шахты и сконструированных так, чтобы падение предметов с этих полков было невозможно. На рис. 2 и 3 схематически изображено одно из таких приспособлений.

В нижней своей части шахта закрепляется временной крепью и в ней устраиваются временные лестничное, насосное и трубное отделения; в лестничном отделении устраиваются временные полки и устанавливаются лестницы, причем последний полк

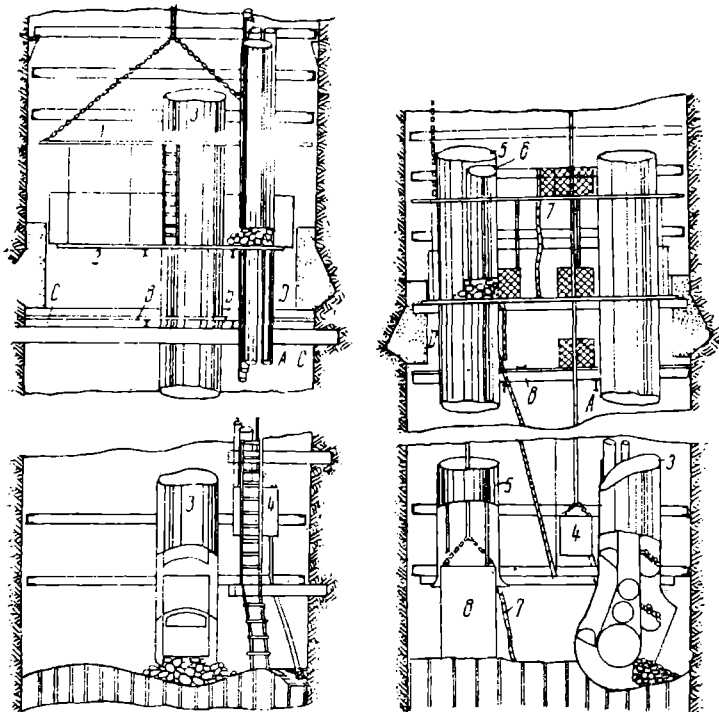


Рис. 3.

1 — полк для разборки временного крепления; 2 — полк для бетонировки; 3 — нория; 4 — подвесной насос; 5 — вентиляционная труба; 6 — труба для бетона; 7 — веревочные лестницы; 8 — клеть

сообщается с забоем шахты с помощью веревочной лестницы; насосное отделение снабжается проводниками для подвесного насоса, а в трубном устанавливаются трубы для воды, сжатого воздуха и прочее, ибо бурение шпуров для штырей, на которых подвешиваются кольца временной крепи, выдалбливание лунок для балок, разбуривание крупных кусков и прочее может требовать сжатого воздуха.

Находящее с каждым днем все более и более широкое применение торкретирование во многих случаях может позволить обходиться вовсе без временного крепления, чему имеются уже примеры в русской практике.

Забой обслуживается двумя железными трубами диаметром в $1\frac{1}{2}$ метра каждая. Одна из них проведена с поверхности и служит для проветривания забоя (в ней нагнетается воздух вентилятором) и для подъема и спуска рабочих, инструментов и материалов с помощью клетки, движущейся в этой трубе; кроме того, в этой же трубе находятся скобы, служащие второй лестницей, сообщающей забой шахты с поверхностью земли.

Вторая труба заключает в себе норию, которая при движении захватывает своими черпаками раздробленную и подкидываемую к ней лопатами породу и переносит ее в верхнюю часть шахты, уже окончательно оборудованную, где и вываливает ее в особый загрузочный ящик.

Таким образом, удаление породы из забоя после взрыва шпуров происходит непрерывно, интенсивно и совершенно безопасно.

Работа в забое организуется следующим образом. Шпуров очищаются от песка на глубину $1\frac{1}{2}$ —2 м, заряжаются и палят. Перед палением убирается на лестничный полук веревочная лестница, поднимается над забоем подвесной насос, труба с норийей и клеть вентиляционной трубы. Как только забой очистится от газов, спускаются рабочие, опускается насос и нория и начинается разборка и подъем породы, установка временной крепи (или торкретирование стенок), лестниц и другие текущие работы. Рабочим вовсе не приходится поднимать породу для нагрузки, и остается только следить, чтобы под черпаки норий не попадали слишком большие куски породы, могущие застрять в трубе при подъеме.

Когда шахта углубится на 60—100 м, на некоторой высоте над забоем заделываются в лунки две прочные двуглавые балки А (см. рис. 2), на которых располагаются две другие балки В, укладываемые по направлению расстрелов, и кольцо временного крепления С, два другие звена которого поддерживаются штвями са. На этой основе устраивается прочный полук D, имеющий лишь отверстия для пропуска труб, вентиляционной и подъемной, для лестниц, насоса и труб. Над полком в стенках шахты выделяются основания для башмака бетонного постоянного крепления. Бетонировка производится с подвесного двух- или трехэтажного полка к, с верхнего этажа которого производится разборка временного крепления (впрочем, оно может и не разбираться, а оставаться), со среднего — собственно бетонировка, а с нижнего (или со специальных полков, временно устраиваемых на установленных уже расстрелах) — окончательное оборудование ствола, установка расстрелов, проводников, лестниц и прочее. Бетониты, заранее изготовленные, опускаются на полук в клетки, движущейся по вентиляционной трубе, а бетон для затрамбовки пространства за бетонитами — по специальной трубе б с поверхности.

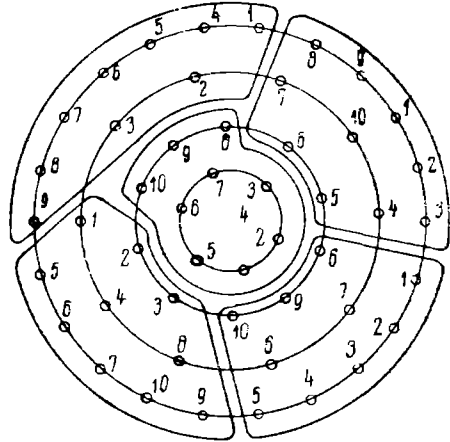


Рис. 4.

Верхняя, уже совершенно готовая, часть шахты утилизируется для устройства подъема породы. В одном из клетевых отделений движется по проводникам подъемный ящик, а в другом — загрузочный ящик. Нория доставляет породу из забоя в загрузочный ящик, а отсюда по мере надобности она нагружается в подземный ящик и поднимается на поверхность.

Когда бетонировка нижележащего звена шахты подойдет под верхний полук, он разбирается, балки АА вынимаются, производится смычка проводников вновь отделанного звена с верхним и все подъемное устройство переносится на нижележащий полук, а для бетонировки устраивается аналогичный полук в углубленной части шахты.

Посмотрим теперь, сколько времени потребуется, чтобы пройти и оборудовать шахту в 400 м глубиной и 6 м диаметром в свету.

Примем диаметр шахты в проходке равным 7 м и, таким образом, заведомо будем нести значительный расход на стоимости крепления, толщина которого будет 0,5 м, тогда как вполне достаточно было бы иметь ее 0,25—0,35 м; зато мы будем гарантированы, что толщина крепи будет достаточной даже при некотором уклонении скважин от вертикального направления к середине шахты.

При диаметре шахты 7 м площадь ее сечения

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 49}{4} = 40 \text{ м}^2$$

и число шпуров, необходимое для такого сечения, равно 50. Примерное их расположение по сечению представлено на рис. 4.

Скорость прохождения скважины при помощи алмазного машинного бурения составляет около 20—30 м в сутки.² Примем ее равной 20 м. Тогда время прохождения

¹ Это число, как указано выше, полезно будет увеличить на 10—20%, т. е. принять равным 55—60.

² Данные из практики Донецкого бассейна, по статье горного инженера Гиммельфарба.

одной скважины $\frac{400}{20} = 20$ дням. Если бы мы проходили скважины одним буровым станком, то на бурение всех скважин потребовалось бы $20 \times 50 = 1000$ дней $= 3\frac{1}{2}$ года. Разумеется, этот срок является совершенно неприемлемым, и бурение скважин необходимо вести одновременно несколькими комплектами буровых инструментов. Площадь шахты настолько велика, что на ней свободно можно было бы поместить 10 станков, тогда каждым станком нужно было пробурить 5 скважин и все скважины были бы закончены в $20 \times 5 = 100$ дней $= 4$ мес.

Если описываемый способ проходки шахт приобретет права гражданства, то, несомненно появятся станки, которые позволят проводить одновременно все скважины, и тогда срок проведения их сведется к 20 дням или к одному месяцу работы.

Однако не будем идти так далеко. Не будем брать даже 10 буровых комплектов, а ограничимся лишь 5—6, с помощью которых скважины очень удобно могут буриться в последовательности, указанной на рис. 4 цифрами; на долю каждого станка придется 10 скважин, и они будут проведены в $20 \times 10 = 200$ дней $= 8$ мес.

Посмотрим, сколько времени пойдет на паление и уборку породы.

Если глубину шпуров примем в 1,5 м, то объем породы, получающейся при одном палении, будет $1,5 \times 40 = 60$ м³. При весе 1 м³ $= 3,33$ т вес породы будет 200 т. Примем вместимость подъемного ящика 5 т. Следовательно, вся порода может быть

поднята за $\frac{200}{5} = 40$ подъемов. При скорости движения ящика, равной 10 м/сек, на

подъем потребуется $\frac{400}{10} = 40''$, считая для запаса, что подъем производится все время с наибольшей глубины. Разгрузка ящика на поверхности производится путем опрокидывания его при помощи специальных устройств и занимает несколько секунд времени. Для запаса мы посчитаем это время 20''; таким образом, подъем и разгрузка занимают $40'' + 20'' = 60'' = 1'$ и столько же занимает спуск и нагрузка подъемного ящика из загрузочного. Следовательно, полный оборот ящик сделает в 2' и в 1 час

можно будет сделать $\frac{60}{2} = 30$ подъемов.

Выше было указано, что для выдачи всей породы необходимо сделать 40 подъемов; следовательно, вся порода будет выдана в $\frac{40}{30} \approx 2$ часа, считая с запасом.

Заряжание и паление шпуров и проветривание забоя займут около 1 часа времени.¹ Значит, скорость проходки 1½ м шахты выразится цифрой $2 + 1 = 3$ часа, а на выдачу породы из всей проходки (400 м) потребуется времени $\frac{400 \cdot 3 \cdot 2}{3} = 800$ час. ≈ 40 дней ≈ 2 мес.

Так как после окончания проходки шахты необходимо будет закрепить постоянную крепью и оборудовать последнее звено шахты, то, положив на эту операцию 1 мес., получим, что проходка и оборудование шахты глубиной 400 м потребует:

- а) при одновременном бурении всех скважин $1 + 2 + 1 = 4$ мес.;
- б) при бурении скважин 10 станками $4 + 2 + 1 = 7$ мес.;
- в) при бурении скважин 5 станками $8 + 2 + 1 = 11$ мес.

Для запаса примем эту последнюю цифру.

Итак, через 11 мес., т. е. меньше, чем через год, шахта будет вполне закончена и начнется добыча угля из подготовительных работ.

Как мы знаем, общий ход развития подготовительных и очистных работ в пласте таков: прежде всего пласт по восстанию разрезается так называемой сбойкой. Почти всегда в сбойке устраивается первый бремсберг, от которого потом засекаются направо и налево откаточные штреки: этажный, подэтажные и верхний вентиляционный. По достижении этими штреками известной длины, они соединяются новым бремсбергом, который является границей первого выемочного поля и от которого начинается подготовка следующего поля, а в нарезанных в первом поле выемочных участках приступают к развитию очистных работ, начиная с верхних участков и переходя постепенно к нижним. Скорость подвигания очистных работ находится в полной зависимости от скорости подвигания подготовительных, эта же последняя является величиной сравнительно незначительной, во-первых, потому, что производительность забойщика в подготовительных выработках значительно ниже, чем производительность забойщика в очистных работах, а во-вторых, потому, что подвигание забоя по углю обычно приостанавливается, когда происходит подрывка породы в штреке. Благодаря

¹ Уклонение скважин от данного им направления и происходящее от этого увеличение расстояния между шпурами не потребует проведения новых шпуров в промежутке между старыми, а может компенсироваться увеличением заряда взрывчатого вещества (см. выше).

указанным обстоятельствам, скорость подвигания штреков при пологом падении и при средних условиях выражается цифрой около 20 м в месяц. Введение врубовых машин немногим помогает делу: в отдельных случаях достигалось подвигание 40—60 и даже, как рекордная цифра, 100 м в месяц, но за среднюю цифру нельзя принять больше, чем 30 м в месяц.

Эта цифра слишком низка, и если мы стремимся к быстрому развитию работ, то для прохождения штреков, очевидно, нужно применить какие-либо другие способы.



Рис. 5.

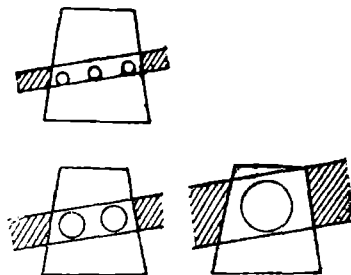


Рис. 6.

Лет 20—25 тому назад, в вентиляционных целях, были предложены в горном деле для проведения скважин большого диаметра по уголю особые приборы, сводящиеся в идее к следующему (рис. 5). В направляющей трубе надлежащего диаметра (несколько меньше мощности пласта) на оси укреплен винт. Ось оканчивается винтовым шпинделем, а из трубы выходят особые резцы или ножи, которые внедряются в забой, скалывая и забирая породу (уголь) внутрь трубы, где она подхватывается завитками винта и выбрасывается наружу. В последнюю войну приспособления такого рода получили большое распространение в целях подвода мин под неприятельские окопы, причем в породах, прочность которых приблизительно равна крепости угля, достигалось подвигание 100 м и более в сутки.

Если применить указанный способ к проведению штреков (рис. 6) и принять суточное подвигание не 100, а всего лишь 30 м, то результаты получаются следующие. Как только скважина будет проведена, один забойщик при помощи клиновой или кайловой работы подрабатывает незначительной толщины слой угля, остающийся в кровле и почве, и, таким образом, расширяет сечение выработки, чтобы в нее можно было посадить забойщика для производства раскоски. Нетрудно подсчитать, что для размещения породы от подрывки штрека в 1,5-метровом пласте раскоска должна иметь 3 м ширины. Как увидим ниже, для удобства работ в нашем случае все штреки, как горизонтальные, так и наклонные, должны проводиться двойными (рис. 7). Таким образом, после проведения скважин и подрывки оставшейся толщи в почве и кровле, в образовавшуюся выработку сажают в надлежащем количестве забойщики и встречным забоем проводят раскоску. Одновременно по штреку бурильщики проводят в нескольких пунктах шнуры для подрывки боковых пород и как только раскоска будет закончена, эти шнуры взрываются, и специальные рабочие, поставленные в надлежащем количестве, приступают к уборке взорванной породы в раскоску.

При указанном порядке работ времени на прохождение 30 м штрека понадобится:

Прохождение 30 м скважины	1 сутки
Подрывка угля по 10 м в смену	1
Раскоска 3 м по 1 м в смену	1
Уборка породы в раскоску . . .	1

Итого . . . 4 суток

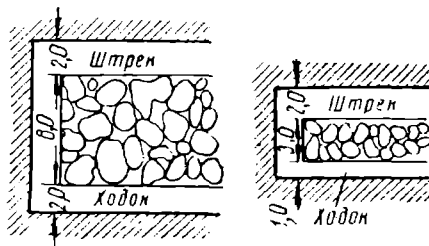


Рис. 7.

Месячное подвигание штреков при 24 рабочих днях в месяц выразится цифрой

$$\frac{30 \cdot 24}{4} = 180 \text{ м.}$$

Если бы мы взяли возможное прохождение скважины не 30 м, а 90 м, то время на проходжение 90 м штрека выразилось бы следующими цифрами:

Прохождение 90 м скважины	1 сутки
Подрывка угля по 10 м в смену	3 суток
Раскоска	1 сутки
Уборка породы	1 . . .
Итого	6 суток

а месячное подвигание забоев было бы:

$$\frac{90}{6} \times 24 = 360 \text{ м.}$$

Считая, что подвигание очистных забоев будет равняться подвиганию подготовительных, возможная годовая добыча шахты с учетом прежней высоты этажа в 200 м выразится цифрами:

$$\begin{aligned} \text{при } 180 \text{ м подвигания } & 2 \times 12 \times 180 \times 200 \times 1,7 = 1\,500\,000 \text{ т} \\ \text{» } 360 \text{ » } & \text{» } 2 \times 12 \times 360 \times 200 \times 1,7 = 3\,000\,000 \text{ т.} \end{aligned}$$

Если при всех остальных одинаковых данных взять высоту этажа не в 200, а в 300 м, то годовая добыча шахты выразится в последнем случае цифрой

$$\frac{300}{200} \times 3 = 4,5 \text{ млн. т.}$$

Не будем увлекаться, однако, большими цифрами и остановимся на годовой производительности шахты в 1,5 млн. т. Само собой разумеется, малопродуктивная ручная подбойка в очистных забоях должна быть заменена машинной. Производительность врубовой машины при длине забоя 100 м и подвигании 1 м в восьмичасовую смену равняется $100 \times 1 = 100 \text{ м}^2$. Считая, что из трех смен работа будет производиться только в две, годовая производительность одной врубмашины выразится цифрой: $2 \times 100 \times 280 \times 1,7 = 95\,000 \text{ т}$, а для добычи 1 500 000 т необходима

одновременная работа $\frac{1\,500\,000}{95\,000} = 16$ машин, по 8 машин в каждом крыле.

При высоте этажа в 200 м, а подэтажа в 100 м, число подэтажей в этаже равно двум, а число выемочных полей, в которых будут работать машины, следовательно, равно четырем.

При годовом подвигании забоев $180 \times 12 = 2160 \text{ м}$, выемочный участок для каждой врубовой машины будет:

$$\frac{2160}{4} = 540 \text{ м, прием} = 500 \text{ м.}$$

Вычисленная по формуле наивыгоднейшая длина крыла равна 6000 м, а величина шахтного поля по простиранию, следовательно, будет $2 \times 6000 = 12000 \text{ м} = 12 \text{ км}$, т. е. шахты, заложенные по простиранию пласта, должны отстоять друг от друга на 12 км.

Число выемочных полей в каждом крыле шахты будет $\frac{6000}{500} = 12$, а время существования этажа равно $\frac{6000}{2160} \approx 3$ года.

При найденной скорости подвигания забоев в 180 м в месяц сбойка в 200 м длиной будет пройдена в $\frac{200}{180} \approx 2$ мес., штреки на длину первого поля — в $\frac{500}{180} = 3$ мес. и разрезные печи для начала очистных работ в этом поле — в $\frac{100}{180} = 1$ мес., а всего от начала подготовительных работ $2 + 3 + 1 = 6$ мес. Итак, через $\frac{1}{2}$ года от того момента, когда шахта будет закончена проходкой и оборудованием, в ней начнутся уже очистные работы, которые будут давать

$$\frac{4 \cdot 95\,000}{12} = 32\,000 \text{ т}$$

в месяц и постепенно развиваться по мере подготовки следующих выемочных полей. Последнее, четвертое поле, будет подготовлено и разрезано печью через

$$\frac{1500 + 100}{180} = 9 \text{ мес.},$$

т. е. через $6 + 9 = 15$ мес. от начала подготовительных работ или через $11 + 15 = 26$ мес. = 2 года и 2 мес. от момента заложения шахты, и с этого момента шахта будет идти уже полным ходом, давая 1,5 млн. *t* в год.

Ход эксплуатационных работ схематически представлен на рис. 8.

Как сказано было выше, все штреки проводятся парными: это делает независимой работу в каждом выемочном участке.

Действительно, например, в нижнем выемочном участке врубовая машина, поднявшись вдоль забоя *AB*, затем направляется по штреку *BC* к бремсбергу *CD*, совершенно не нарушая работу верхнего участка, где в это время по штреку *EF* может происходить передвижение угля или врубовой машины, обслуживающей этот участок и возвращающейся от бремсберга к забою. Спустившись по бремсбергу *CD*, врубовая машина по штреку *DA* направляется к забою, точно так же совершенно не мешая движению угля из других участков по основному откаточному штреку *OO*.

Точно так же из восстающих штреков один *GH* служит бремсбергом, а другой *KL* — разрезной печью, от которой начинается очистная выемка.

Может возникнуть вопрос, не представит ли затруднений вентиляция забоев при столь значительном удалении ее от шахты, как 6 км в одну и в другую сторону.

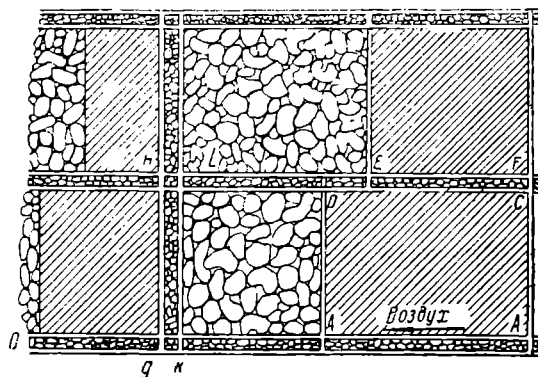


Рис. 8.

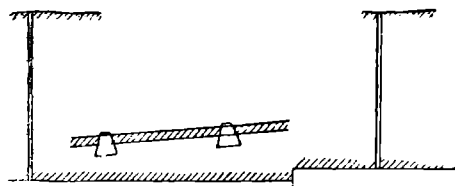


Рис. 9.

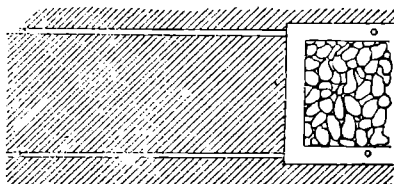


Рис. 10.

Если бы для вентиляции мы стали пользоваться обычными методами, то, конечно, нам пришлось бы затрачивать громадные суммы на поддержание штреков и иметь вентилятор громадной силы. Применением весьма простого способа можно избежать всего этого и иметь в забоях свежий воздух в достаточном количестве, пользуясь вентиляторами очень небольшой силы. Действительно, стоит только нам время от времени проводить с поверхности буровые скважины (рис. 9) диаметром 20—30 см, и у нас будет обеспечена идеальная вентиляция¹ как подготовительных, так и очистных работ (рис. 10).

Мы видели выше, что проведение скважины в 400 м глубиной требует около 1 месяца работы. Так как месячное подвигание штреков 180 м, то, следовательно, за давая по направлению штрека скважины на расстоянии 180 м друг от друга, мы ежемесячно будем иметь новое соединение забоя штрека с поверхностью земли. От последней сбитой со штреком скважины воздух может быть подведен трубами к самому забою и максимальная длина воздушной струи по штреку будет 360 м.

Каждые две соседние скважины будут составлять самостоятельную вентиляционную группу, причем одна из них будет подавать свежий воздух, а другая с помощью установленного на ней небольшого вентилятора будет высасывать испорченный воздух из выработок. По мере подвигания штрека вентилятор будет переноситься со

¹ Уже применяющийся на практике способ проветривания глухих забоев.

скважины, что не представит особого затруднения, даже, если для приведения его в действие будет применена электрическая энергия.

Кроме непосредственного улучшения вентиляции, проведение таких скважин¹ может иметь еще массу других полезных сторон: 1) ориентировка рудничной съемки значительно упрощается; 2) через скважины могут быть проведены к забоям провода, трубы для сжатого воздуха; 3) они могут служить непосредственно для разговора, 4) через них может происходить даже снабжение подземных работ некоторыми материалами и т. д.

Как указывалось выше, для достижения большей производительности производство подбоя в отдельных забоях должно делаться врубовыми машинами. Отбойка производится взрывчатыми веществами, причем шуры проводятся на расстоянии 2—3 м друг от друга у кровли пласта. Очевидно, забой должен настолько энергично освободиться от угля, чтобы к тому моменту, когда врубовая машина, совершив свой кругооборот, вновь придет к забою, этот последний был уже очищен от угля.

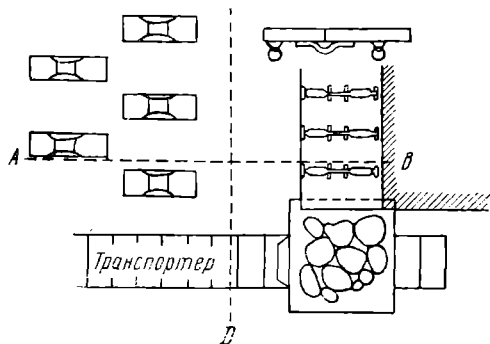


Рис.

было бы удивительным обыкновенным ленточным конвейером, поставив к нему достаточное количество рабочих.

Как указывалось выше, производительность врубовой машины составляет 100 м², или $100 \times 1,7 = 170 \text{ м}$ в 8-часовую смену. Для гарантии того, чтобы уголь не оставался в забое и не мешал работе врубовой машины, необходимо рассчитать работу конвейера так, чтобы он был в состоянии удалить весь добытый уголь в срок более короткий, чем 8 часов, например в 5 часов. Если примем эту последнюю цифру, то по-

лучим, что в 1" конвейер должен выносить $\frac{170\ 000}{5 \cdot 60 \cdot 60} = 10 \text{ кг}$ угля. Нагрузка кг

угля лопатой требует в среднем 1" времени работы одного человека, следовательно, возле конвейера необходимо поставить не менее 10 человек, которые и будут лопатами и руками грузить уголь из забоя на конвейер. Чтобы они не мешали друг другу, их необходимо поставить на расстоянии 2 м один от другого. Отсюда следует, что работа в забое должна быть организована следующим образом. Когда врубовая машина произведет подбой на 20 м по длине забоя, что произойдет приблизительно через 1½—2 часа после начала работы, подрубленный уголь отбивается и специальные рабочие приступают к его нагрузке на конвейер. Очевидно, работа конвейера, начавшаяся на 1½ часа после начала работы врубовой машины, и закончится на 1½ часа после окончания работы врубовой машины, но так как нагрузчики угля на конвейер взяты в числе гарантирующем возможность выдачи угля не в 8, а в 5 часов работы, то никаких задержек происходить не должно.

Крепление очистного забоя должно быть выбрано таким, чтобы оно тоже гарантировало невозможность всяких случайных задержек, зависящих от производства самой работы установки крепи. Установка костровой крепи и ремонтных стоек, выбойка и переноска крепи вносят в систему работ именно такие случайности. Поэтому способ, столь часто применяемый при системе разработки длинными столбами, должен быть отвергнут. Быстрое подвигание забоя, гарантирующее, как известно, большую устойчивость кровли, позволяет применить передвижную крепь (рис. 12), состоящую из железобетонных колес, диаметром несколько меньшим, чем мощность пласта². Два ряда таких колес (или жернова) устанавливаются в шахматном порядке вдоль забоя и укрепляются клиньями, подбиваемыми под них. По мере подвигания забоя задний ряд жерновов постепенно перекачивается в промежутки между жерновами пе-

¹ В особенности, если их проводить несколько большим диаметром.

² Способ, также уже испробованный на практике.

редного ряда вновь закрепляется клиньями ближе к забою. Кровля позади жерновов обрушивается. Благодаря быстрому подвиганию забоев рабочее пространство даже при не особенно хороших породах не будет нуждаться в дополнительном креплении, но, если бы даже такое потребовалось, то, конечно, с технической точки зрения, этот вопрос не представил бы особых затруднений.

Откатка по штрекам должна быть организована так, чтобы не происходило никаких задержек в забое. В самом деле, при обычных способах откатки уголь, доставленный к откаточному штреку из забоя, должен нагружаться в вагончики, но если вагончиков по той или иной причине нет, то и доставка угля из забоя к штреку должна прекратиться, ибо у штреков нет достаточных резервуаров, в которых можно было бы накапливать уголь в ожидании вагончиков.

Очевидно, только такой способ откатки угля по штрекам, который гарантировал бы непрерывное и постоянное удаление его от места нагрузки, и может в данном случае нас удовлетворить. С этой целью в штреке у забоя устраивается передвижная площадка *К* (рис. 12), на которую поступает уголь из забоя и с которой он нагружается на ленточный транспортер *М*, находящийся под ней. Этот транспортер приносит уголь к бремсбергам. Здесь, опять-таки с целью поставить откатку в полную независимость от того, имеются ли или не имеются свободные вагончики у бремсберга, спуск угля по рельсовым путям в вагончиках должен быть заменен спуском по ленточному транспортеру. Такой же транспортер должен быть устроен и по основному штреку. Одним словом, везде откатка по рельсовым путям в вагончиках должна быть

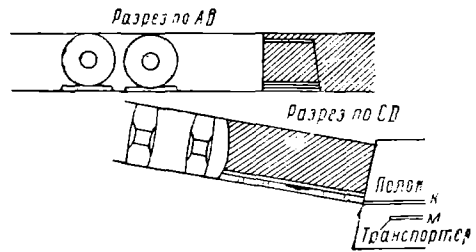


Рис. 12.

заменена доставкой транспортером. При непрямолинейных штреках придется ставить несколько конвейеров, пересыпающих уголь с одного на другой. Однако многократное пересыпание, при котором уголь может измельчаться, может отразиться на ценности материала лишь при сортах, расцениваемых по крупности. Рельсовые пути останутся лишь для передвижения врубовых машин и для удобства производства ремонта штреков.

Ввиду значительной длины основного штрека в нем трудно будет установить один транспортер длиной 6 км (см. выше). Необходимо будет разбить его на отдельные колена (метров по 400 в каждом), с пересыпкой угля последовательно с одного транспортера на другой. На этот же транспортер будет пересыпаться уголь с транспортеров, установленных в бремсбергах.

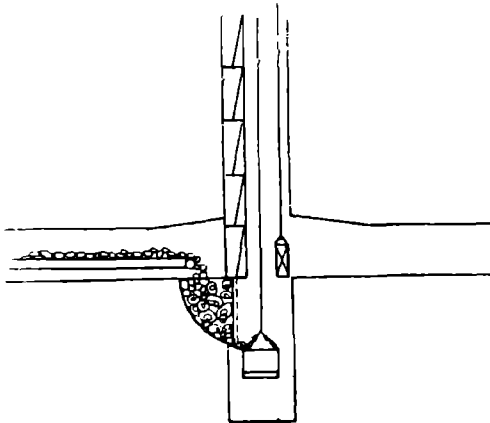


Рис. 13.

Очевидно, если у нас в шахте не будет вагончиков, то и подъем по шахте в клетях на 8 вагончиков должен быть изменен. Клетки должны быть заменены скипами, которые будут спускаться ниже горизонта рудничного двора (рис. 13) и наполняться из особых закрюмов (бункеров), которые должны быть устроены у шахты и в которые будет поступать уголь, приносимый транспортером. Это устройство делает unnecessary подкатчиков и весьма упрощает работу.

Так как при подъеме скипами мертвый груз значительно уменьшится (за счет отсутствия вагончиков), то полезный груз может быть соответственным образом увеличен.

Так как, кроме того, автоматическая нагрузка и разгрузка скипов требует значительно меньше времени, чем нагрузка и разгрузка клетей, то подъемная способность шахты может быть значительно увеличена. Действительно, если мы в предыдущий подсчет внесем указанные поправки и время маневров подсчитаем не 20", а 10",

то число возможных подъемов в час выразится цифрой $\frac{60 \times 60}{20 + 10} = 120$, поднимаемый полезный груз за 1 подъем равен 8 т, а возможная годовая выдача — $120 \times 8 \times 12 \times 280 = 3,5$ млн. т.

Учитывая возможность работы в две, а в три мы видим, что приведенные цифры могли бы быть еще увеличены на 50%.

Эта цифра могла бы быть еще больше увеличена, так как никто нам не мешает увеличить вместимость скипов и поставить только более сильную машину. Эту цифру можно было бы легко довести до 8 млн. *t*, но для наших целей это является излишним и может быть использовано лишь с целью уничтожения водоотлива насосами и производства его ящиками; при этом один ящик служил бы для подъема угля, другой для подъема воды. Но мы пока не будем вовсе касаться этого вопроса.

Сечение шахты настолько велико, что, кроме двух скипов, в ней свободно можно установить дополнительный подъем в двух клетях, которые будут расположены в тех отделениях шахты, где при проходке помешались лестничное и насосное отделения. В этих клетях будут спускаться люди и некоторые материалы, которые неудобно будет опускать в ящиках.

Итак, резюмируя сказанное, мы видим, что шахта глубиной в 400 м легко может быть пройдена и оборудована в 1 год, без особого напряжения можно пройти ее в 8 месяцев и, несколько форсируя работу, — в 4 месяца.

Подъемная способность этой шахты нормально должна быть 1,6 млн. *t*, без особого напряжения эта шахта может выдать 3,5 млн. *t*, а форсируя работу, — 8 млн. *t* в год.

Один полутораметровый пласт угля (при высоте этажа 200 м) может дать в год нормально 1,5 млн. *t*, при высоте этажа в 300 м — 2 млн. *t*, несколько форсируя работу, — 3,5 млн. *t*, а при работе в 3 смены — свыше 5 млн. *t*, причем полного развития работы достигают нормально через 1 год после начала подготовительных работ, т. е. через 2 года после закладки шахты¹.

Таким образом, одна такая шахта, эксплуатируя один полутораметровый пласт, может дать столько, сколько в 1920 г. дал весь Донецкий бассейн со своими 860 шахтами, а 7 таких шахт из одного полутораметрового пласта могут дать столько, сколько давал Донецкий бассейн в период наибольшего расцвета из своих 1816 шахт.

Пределом мощности каменноугольных пластов, при которой еще является возможной разработка, считается 0,5—0,6 м. Между тем количество тонких пропластков каменного угля мощностью от 0,3—0,4 до 0,5 м значительно превосходит количество рабочих пластов.

При бедности месторождения Донецкого бассейна (мощность угольных пластов составляет всего 1% мощности всей угленосной толщи, тогда как для других бассейнов эта цифра равна 3—6—10 и даже больше процентов) и в связи с проектом электрификации России вообще и Донецкого бассейна в частности следовало бы вспомнить о старом проекте покойного профессора Д. И. Менделеева, предлагавшего сжигать уголь под землей. Этот проект не является утопией и мог бы быть разработан совершенно научно.

Действительно, представим себе две шахты, пересекающие квершлагами *ab* и *cd* свиту тонких, незаслуживающих разработки, пластов каменного угля [см. рис. 4, стр. 122]. Если от этих квершлагов провести штреки O_1, O_2 по простиранию до границ шахтного поля, соединить их у этих границ сбойкой *mn* и поджечь уголь, то свежий воздух, входя в определенном количестве, недостаточном для полного горения угля, через нижний квершлаг и основной штрек O_1 , будет поддерживать горение угля, а продукты неполного горения, поднимаясь вдоль горящего забоя, будут по верхнему вентиляционному штреку O_2 , квершлагу *cb* и вентиляционной шахте вытягиваться эксгаустером и поступать сначала в газольдеры *g*, а из них по назначению — к котлам или к газовым двигателям.

Само собой разумеется, что штреки должны быть так устроены, чтобы не страдали от огня и от осадки породы над пустотами, оставшимися после выгорания угля.

Таким образом, вероятно, пришлось бы оба штрека закрепить бетонной сводообразной крепью, причем выше штрека некоторое расстояние заложить сухой закладкой из крупных кусков горюды, получающихся при подрыве штрека. Таким путем можно будет достигнуть, чтобы трещины *S* образовались не над штреком, а выше.

По мере выгорания угля, в верхней части крепления штрека должны пробиваться время от времени отверстия *pp*, снабженные устройством для регулирования притока воздуха. В нижней части крепления верхнего вентиляционного штрека должны быть пробиты заблаговременно отверстия *d*, через которые продукты неполного горения будут выходить из забоя.

Когда выгорит весь уголь в эксплуатируемом этаже, штрек O_1 становится вентиляционным для нижележащего этажа. В нем тогда все отверстия *p* должны быть заделаны и пробиты на известном расстоянии друг от друга отверстия *q*.

Таким образом, могут эксплуатироваться, очевидно, не только тонкие, но и грязные пласты, дающие уголь, не находящий сбыта на рынке.

¹ Если взять запас времени за 100%, т. е. предположить, что на полное развитие работ потребуется не 2, а 4 года, а производительность взять в два раза меньшую, т. е. не 1,5 а 0,75 млн. *t*, то и тогда результаты будут превосходить имевшие место в нормальное время в Донецком бассейне на 100 и 400%.