

АНКЕРНАЯ КРЕПЬ

В. В. ГУБИН

(Представлено научным семинаром кафедр разработки пластовых месторождений, разработки рудных месторождений, шахтного строительства, техники безопасности и рудничной вентиляции)

Систематическое увеличение добычи угля и рост производительности труда невозможны без дальнейшего технического прогресса в угольной промышленности. В этом отношении, наряду с механизацией процессов добычи угля, большое значение имеет внедрение новых видов металлической крепи в очистных и подготовительных забоях.

Объем работ по креплению и управлению горным давлением на угольных шахтах очень большой. Общая площадь поддерживаемой кровли очистных выработок превышает 1,5 млн. м². Количество рабочих, занятых по креплению и управлению горным давлением и связанных с ними операциями по разделке и доставке в шахту крепежных материалов, превышает количество рабочих, занятых непосредственно на выемке угля.

Это говорит о том, насколько важна необходимость замены деревянной крепи металлической. Эта замена обеспечивает ряд существенных преимуществ, которые общеизвестны.

В настоящее время создание и внедрение новых видов металлической крепи идет по следующим направлениям:

а) механизация работ по установке, удалению и перестановке крепи посредством применения специальных машин и механизмов, выполняющих отдельные операции;

б) применение взамен стоечной и костровой крепи передвижных механизированных крепей, приспособленных для осуществления наиболее полной механизации крепления и управления кровлей, а также для обеспечения механизации передвижки конвейеров;

в) применение бесстоечного крепления или так называемой анкерной крепи.

Следует заметить, что первые два пути характерны для очистных забоев угольных шахт, разрабатывающих пологие и наклонные пласты, причем первый путь является менее перспективным, нежели второй. Что же касается анкерной крепи, то за последнее время она находит все более широкое применение в СССР и особенно за рубежом. Учитывая это, попытаемся систематизировать и обобщить имеющиеся литературные и практические данные по этому новому виду крепи.

Принцип работы анкерной крепи

Анкерованием кровли (или почвы) горной выработки называется скрепление между собой отдельных слагающих ее слоев пород. Скрепление это выполняется посредством металлического анкера, заделываемого одним концом в породе замком специальной конструкции. На другой конец анкера на уровне скрепляемых пород надевается квадратная шайба с гайкой. При этом породы стягиваются болтами и становятся более жесткими.

По своему принципу работы анкерная крепь резко отличается от обычной стоечной крепи.

Основное назначение стоечной крепи состоит в поддержании пород кровли с тем, чтобы не допустить их обрушения. При этом не предполагается, что поддерживающая крепь может устранить деформацию пород кровли. Напротив, имеется в виду, что при совместной деформации системы крепь-кровля не будет превышен допустимый предел прочности материала крепи.

Применение же анкерной крепи предусматривает устранение деформации боковых пород. Посредством анкерования пород предупреждается отрицательный характер проявления горного давления. В этом и состоит основное достоинство и отличие анкерной крепи от стоечной.

При поддержании кровли анкерной крепью в выработках прямоугольной или трапециевидной формы, проводимых по слоистым породам, роль переклада выполняет породная плита, необходимая прочность которой обеспечивается за счет скрепления между собой отдельных слоев пород. О повышении прочности породной плиты за счет применения анкеров можно судить по тому, что момент сопротивления заанкерованной балки больше, чем незаанкерованной и состоящей из такого же количества отдельных слоев. Как предварительное напряжение арматуры осуществляется до восприятия нагрузки железобетонной конструкции, так и боковые породы должны быть стянуты анкерной крепью до того, как разовьется горное давление, т. е. как можно быстрее после очередного обнажения пород.

Анкерный болт в основном работает на растяжение, но также не исключаются деформации изгиба и среза в зависимости от структуры пород и формы поперечного сечения горной выработки (в частности подготовительных выработок). Так, например, при сводчатой форме поперечного сечения горной выработки и горизонтальной слоистости пород напряжение среза значительно снижается. Таким образом, очень важно, чтобы каждый болт не только обеспечивал надлежащее уплотнение пород, но и был расположен в направлении, отвечающем геологическим условиям.

На основании данных практики можно сказать, что наиболее эффективно раскрепляется анкерная крепь в прочных (но не слишком крепких) породах. Однако и в относительно слабых породах этот вид крепи работает надежно, что подтверждается практикой ведения горных работ в Рурском бассейне.

Испытания в песчаниках и сланцах показывают, что под воздействием внешней нагрузки замок крепи медленно скользит вниз. Расстояние, на которое перемещается нижний конец анкерного болта, т. е. осадка крепи, является функцией приложенной нагрузки. В величину осадки крепи входит не только перемещение замка, но и удлинение самого анкера. Кроме того, при испытаниях крепи распорного типа имеет место скольжение болта вдоль распорной детали.

При прочих равных условиях чем меньше крепость пород, тем больше величина осадки.

Конструкция различных типов анкерной крепи

Основными элементами анкерной крепи являются: анкер (болт штанга), замок и гайка с шайбой.

Анкерные болты изготавливаются из мягкой круглой стали диаметром от 18 до 25 мм. Длина их зависит от характера скрепляемых пород и изменяется в пределах от 0,7 до 3,0 м при наиболее распространенной длине 1,2—1,8 м. Если высота выработки меньше необходимой длины анкерных болтов, тогда их применяют составными. Величина нагрузки, которую может выдержать болт, зависит от его диаметра и качества металла.

Закрепляются анкерные болты в шпурах посредством замка специальной конструкции. В зависимости от конструкции замка применяемые в СССР и за рубежом существующие разновидности анкерной крепи можно свести к двум типам: 1) клинощелевого типа, при котором

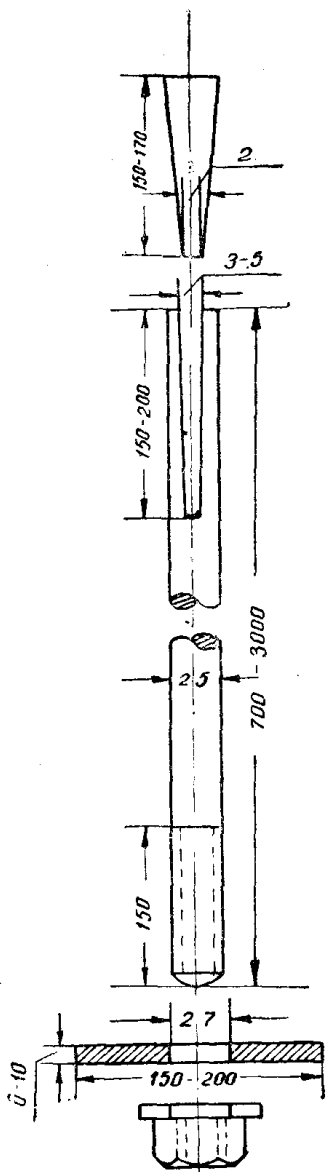


Рис. 1.

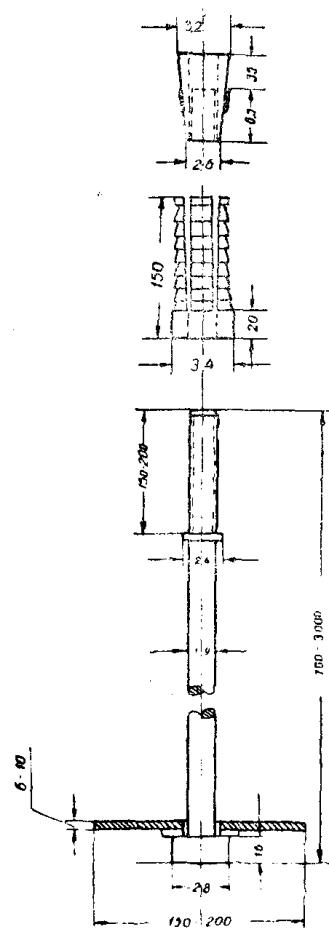


Рис. 2.

плотное соприкосновение с боковыми породами скважины достигается за счет загона клина в щель в верхнем конце болта (рис. 1); 2) распорного типа, при котором закрепление болта в скважине осу-

ществляется расширением дополнительной детали за счет внутреннего распора (рис. 2, 3, 4).

При применении анкерной крепи клинощелевого типа значительную роль играет выбор правильного соотношения диаметров скважины и анкерного болта в увязке с размерами клина. При определенном усилии забивания анкерного болта в породах данной крепости закрепление замка становится тем более прочным, чем больше поверхность соприкосновения раздвигаемых клином „усов“ болта с боковыми породами скважины.

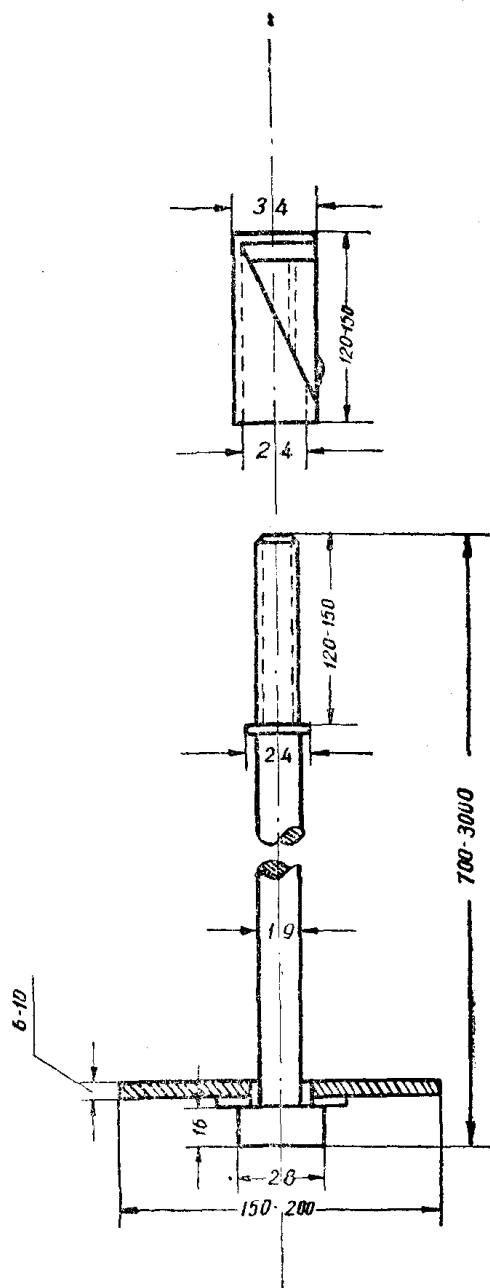


Рис. 3.

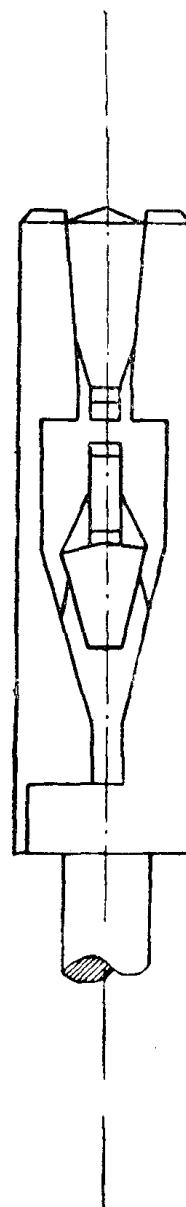


Рис. 4.

Анкерная крепь клинощелевого типа в мировой практике получила более широкое распространение по сравнению с другими видами крепи распорного типа, что объясняется простотой конструкции и несложностью ее изготовления.

На рис. 2, 3, 4 представлены конструкции анкерной крепи распорного типа. В конструкции замка с распорной гильзой (рис. 2) на верхний конец анкерного болта надеваются литые двух- или четырехперьевые гильзы с заершенной поверхностью. Распор перьев в скважине осуществляется с помощью конической гайки, которая входит в гильзу при вращении болта, снабженного на свободном конце шести- или четырехгранной головкой. Проскальзывание гайки предотвращается двумя приливами, расположенными на ней.

Конструкция замка с двойным цилиндрическим клином показана на рис. 3. Распорная часть состоит из двух срезанных наискось половин цилиндра. Половина с меньшим диаметром навинчивается на болт. При вращении болта она движется вниз, в то время как внешняя половина цилиндра, снабженная выступом, удерживается концом болта.

На рис. 4 представлена конструкция замка распорного типа „Болтекс“, выпускаемого одной французской фирмой [8]. Болты с такими замками снабжены верхней раздвижной гильзой, которая быстро зажимается в стенках скважины до того, как происходит разрушение короткого стержня между двумя клиньями. Затем срабатывает вторая раздвижная гильза и достигается необходимый распор болта. Болт такого типа обеспечивает лучшее распределение напряжений на большей поверхности. Существенным недостатком конструкции является ее сложность.

Кроме указанных разновидностей анкерной крепи распорного типа в литературных источниках [4,5] дается описание конструкции и принцип работы „Подвесок“: АП-1, АИА-2 и замков, предложенных инженером Горфинкелем. Последние весьма несовершенны по конструкции, ненадежны в работе и вряд ли найдут себе промышленное применение.

Существенным недостатком всех разновидностей анкерной крепи распорного типа является сложность конструкции, в значительной мере ограничивающая их распространение.

Помимо указанных выше типов металлической анкерной крепи в практике горных работ известны случаи применения деревянных и железобетонных анкеров. Деревянные анкеры с клиньями применялись на шахте „Дей“ в США для поддержания кровли и крепления боков выработки [3]. Анкеры круглого сечения изготовлялись из пихты и имели диаметр 50 мм. На каждом конце анкерного болта прорезались взаимно перпендикулярные пазы для устранения раскалывания болта в продольном направлении. Глубина паза на конце, вводимом в кровлю, 410 мм; на свободном конце для второго клина, прижимающего подкладку к кровле и служащего для натяжения болта, — 300 мм. Ширина клиньев 500 мм и толщина у основания 25 мм. При применении анкерных болтов такого типа в подготовительных выработках все элементы крепи рекомендуется пропитывать антисептиками. Железобетонные анкеры применялись на некоторых зарубежных шахтах для крепления кровли и почвы, в том числе и на одном из металлических рудников Норвегии в 1945 г. на участке со слабой кровлей, представленной сланцем. Скважины бурились глубиной 2—3 м с расстоянием между ними 2—3 м. Диаметр скважин 32 мм. В скважину, забитую быстротвердеющей пластмассовой пробкой, вводилась петля из проволочного каната диаметром 13 мм и через тонкую трубку под давлением 20 атм подавался быстрохватывающийся цемент.

При железобетонных анкерах, которые применялись для закрепления пород почвы на шахтах Баварии, Рура и Лотарингии, крепление осуществляется с помощью волнистых стержней из 14 и 19 мм

стали, вводимых в скважину и заливаемых быстрохватывающимся цементом.

Результаты применения железобетонной анкерной крепи показали, что она является лучшим и наиболее экономичным средством борьбы с пучением почвы.

Условия применения и установка различных типов анкерной крепи

Анкерную крепь клинощелевого типа рекомендуется применять в породах средней крепости и крепких (близких по крепости к песчанистым сланцам и песчаникам). В крепких гранитах и плотном кварце эффект раскрепления анкерных болтов снижается, так как при сравнительно небольшой нагрузке на крепь (1—3 т) наблюдается скольжение замка. К тому же очень часто при крепких и весьма крепких породах вообще нет необходимости в применении какой-либо крепи.

Установка крепи с замком данной конструкции осуществляется следующим образом. Болт с насаженным в щель стальным клином загоняют пневматическим или электрическим ударным инструментом в пробуренные в боковых породах шпуров диаметром на 6—7 мм больше диаметра болта. Клино, входя в щель, прижимает расщепленный конец болта к стенкам шпура, чем и обеспечивается вполне достаточная прочность закрепления. После забивки болта в шпур его необходимо затянуть, навинчивая до отказа гайку на нарезку нижнего конца болта с расчетом обеспечить натяжение порядка 4 т. Опыт показывает, что для обеспечения такого натяжения величина прикладываемого момента вращения должна составлять 30—35 кгм для болтов диаметром 25 мм. При ручном завинчивании гаек потребная величина момента вращения может быть обеспечена применением гаечного ключа с изогнутой головкой и рычагом длиной 70—80 см. Наиболее целесообразно затягивание гаек специальным механическим инструментом. На шахтах, располагающих пневматическим хозяйством, механическое затягивание гаек можно осуществлять пневмосбалчивателями, широко применяемыми в нашем метростроении.

Для более надежного закрепления анкерных болтов в менее устойчивых породах применяют различные конструкции замков распорного типа. Установка анкерной крепи распорного типа, как правило, более проста, чем клинощелевого типа, потому что вместо двух операций (забивка болта и затягивание гайки) в большинстве конструкций требуется только затягивание гайки или головки болта.

Для всех типов анкерной крепи характерно то, что через несколько суток после установки начальное натяжение болтов иногда уменьшается и становится возможным сделать дополнительно один—два оборота гайки. Поэтому рекомендуется обязывать крепильщиков перед установкой очередного ряда крепи проверять и подтягивать гайки на болтах трех—четырех предыдущих рядов.

Время на установку анкерной крепи, как показала практика, изменяется в широких пределах и зависит от ряда факторов (крепости пород, типа бурильных машин, организации работ и пр.). Например, продолжительность установки анкерного болта (включая и бурение шпуров) составляла при опытных работах МАКНИИ 5—8 минут, при внедрении крепи на шахте № 2 Эстонсланца—0,33 чел.-часа, по литературным данным, на зарубежных шахтах—0,16—0,53 чел.-часа.

При пневматическом бурении шпуров для установки болтов в сравнительно крепких породах производительность труда несколько снижается.

На Миргалимсайском руднике затраты времени на установку одного болта составляли в среднем 0,64 чел.-часа; на Лотарингских железных рудниках—0,53—0,8 чел.-часа.

Опыт извлечения установленной анкерной крепи у нас отсутствует, так как применяется в основном крепь клинощелевого типа. В зарубежной практике довольно часто прибегают к извлечению установленной крепи. Так, по данным Горного бюро США, перед погашением очистных камер при камерно-столбовой системе разработки, извлечено в течение 1953 года около 300000 болтов распорного типа; на некоторых шахтах Рура перед погашением выработок удается извлечь для повторного использования до 85% установленной крепи.

Взаимное расположение анкерной крепи

В целях обеспечения надежной работы анкерной крепи необходимо, чтобы длина болтов и их число на единицу площади соответствовали определенным условиям. Нужно стремиться принимать такую длину анкерных болтов, при которой обеспечивается раскрепление замка в наиболее прочных породах. Расстояние между рядами и отдельными болтами в ряду зависит в основном от характера скрепляемых пород. В практике работы площадь, приходящаяся на один болт, колеблется от 0,5 м² до 3,0 м², причем наиболее часто встречается размещение по сетке с площадью квадрата от 1×1 до 1,5×1,5 м.

В настоящее время при сравнительно большом практическом опыте применения анкерной крепи теоретическое обоснование отдельных ее параметров как в зарубежной, так и нашей литературе почти отсутствует, если не считать отдельные работы [6, 7].

Основываясь на выводах и рассуждениях Г. Н. Кузнецова [7] при определении им полной несущей способности кровли подземных выработок, В. Н. Семевский принимает, что максимальные растягивающие напряжения от изгиба в нижнем слое кровли шириной, равной единице, составят при раскреплении замков анкерных болтов в породах основной кровли, не деформирующихся после проведения выработки,

$$\sigma_{max} = \frac{q l^2}{2 h}, \quad (1)$$

где q — нагрузка на единицу площади, равная произведению объемного веса на мощность пород непосредственной кровли, скрепляемых болтами;

l — расстояние между анкерами;

h — толщина нижнего слоя, опасность обрушения которого в результате изгиба требуется устранить.

Из выражения (1) можно определить расстояние между анкерами, которое будет равно:

$$l = h \sqrt{\frac{2 \sigma_n}{k_3 \gamma h_1}}, \quad (2)$$

где σ_n — временное сопротивление растяжению породы нижнего слоя;
 k_3 — коэффициент запаса прочности.

При определенной сетке расположения анкеров длину последних можно найти по формуле:

$$l_{\sigma} = \frac{2\sigma_n h^2}{\kappa_3 \gamma l^2} + l_1 + l_2, \quad (3)$$

где l_1 — длина отрезка, выступающего в выработку (определяется по конструктивным соображениям);

l_2 — величина заглубления скважины в породы основной кровли, принимаемая на практике равной 200—400 мм.

Последняя величина приближенно может быть определена из выражения

$$l_2 = \sqrt{\frac{q}{\sigma_n}}. \quad (4)$$

При определении длины анкерных болтов более общее значение может представить расчет, выполненный в предположении, что скрепленная анкерами породная плита находится под действием нагрузки, величина которой зависит от пролета выработки, условий залегания и свойств вмещающих пород. Если рассматривать „заанкерованную“ плиту как потолочину и искать максимальное напряжение по формулам сопротивления материалов, то можно считать породную плиту балкой, защемленной у опор. Однако ввиду неопределенности условий заземления надо осторожнее вести расчет на максимальное напряжение, промежуточное между получаемыми при учете и без учета заземления

$$\sigma_{max} = \frac{\gamma H L^2}{2 h^2}, \quad (5)$$

где γ — объемный вес пород;

H — глубина заложения выработки;

L — пролет выработки;

h_1 — мощность заанкерованной породной плиты.

Определить из выражения (5) величину h_1 для данных условий не составляло бы затруднений, если бы была известна мера увеличения несущей способности горных пород при скреплении их болтами. Однако степень такого упрочнения неизвестна, и им приходится задаваться произвольно. Считают, что достаточно осторожно принимать временное сопротивление заанкерованной плиты равным 25% среднего арифметического от значений временного сопротивления данной горной породы и стали

$$\sigma = 0,25 \frac{\sigma_n + \sigma_{ст}}{2}. \quad (6)$$

При этом допущении необходимая мощность заанкерованной плиты составит

$$h_1 = 2L \sqrt{\frac{\kappa_3 \gamma H}{\sigma_n + \sigma_{ст}}}. \quad (7)$$

При таком расчете запас прочности рекомендуется принимать не больше 2, так как при самом построении формулы допущен значительный запас прочности.

Примеры из практики применения анкерной крепи

Из литературных данных известно, что впервые анкерная крепь была применена в 1912 году при креплении горных выработок на шахте Фриденсгрубе в Верхней Силезии [5]. В СССР анкерная крепь была впервые предложена в 1940 г. техником апатитового рудника им. Кирова Яковлевым, который предложил крепить кровлю главной штольни „железобетонными сваями“. В 1947—1948 гг. МАКНИИ использовал анкерную крепь в экспериментальном порядке на некоторых шахтах треста „Макеевуголь“. На Тарны-Аузском руднике была выявлена возможность укрепления обнаженной кровли загонкой в нее металлических болтов.

Промышленное применение анкерной крепи началось в 1953 г. на шахте № 2 комбината „Эстонсланец“. В конце 1954 года и в начале 1955 года ВУГИ проводил испытания этой крепи в условиях пластов крутого падения в Кузбассе. Опыты велись на шахте им. Калинина треста „Прокопьевскуголь“ по пласту III Внутреннему, который по устойчивости боковых пород является одним из неблагоприятных. В феврале—марте 1956 года также в Кузбассе на шахте имени Вахрушева по пласту I Внутреннему по предложению горного инженера Рубина К. И. была испытана система разработки полосами по восставанию с применением анкерной крепи. До внедрения указанной выше системы данный пласт разрабатывался системой длинных столбов по простиранию с разделением этажа на 3 подэтажа и оставлением подэтажных целиков. Переход к новой системе разработки с применением анкерной крепи обеспечивает следующий экономический эффект:

- 1) снижение потерь угля на 14⁰/₀;
- 2) повышение производительности труда на 37⁰/₀;
- 3) снижение себестоимости 1 *т* угля на 7 руб 02 коп. или 41,5⁰/₀.

Несмотря на преимущества, анкерная крепь у нас не получила широкого распространения, что объясняется, как утверждают некоторые авторы [5], только недостаточной осведомленностью об этом весьма перспективном виде крепления. Что же касается зарубежной практики, то здесь дело обстоит иначе. Широкое промышленное распространение получила анкерная крепь в настоящее время в США. Начиная с 1952 года на шахтах США ежемесячно устанавливается свыше 2 млн. анкеров. Добыча угля из забоев, закрепленных этой крепью в 1954 году, достигла 26⁰/₀ всей добычи битуминозных углей. Анкерная крепь внедрена на 433 шахтах, причем на 109 из них применяется исключительно эта крепь. Она применяется как при проходке подготовительных выработок (штреков) шириной до 7 м, так и в очистных забоях—камерах шириной 6—8 м и длиной от 60 до 160 м. Только к концу 1951 года на 170 шахтах Западной Виргинии было установлено 5 млн. анкеров для поддержания 1325 км штреков и камер, причем в 5—6⁰/₀ всей добычи угля штата (около 100 млн. *т*) приходилось на шахты, где применялась анкерная крепь.

Кроме угольных шахт, анкерная крепь применяется также на свинцово-цинковых рудниках в Миссури и Колорадо, а также на железных рудниках в районе Верхнего озера и штате Алабама.

Внедрение анкерной крепи при проведении выработок по породе обеспечивает снижение расходов по креплению и поддержанию выработок на 75⁰/₀ при одновременном росте темпов проходки на 30⁰/₀. Увеличение скорости подвигания породных забоев достигается за счет сокращения времени на крепление, так как бурение скважин под анкерную крепь и установка болтов производятся при обуравании забоя выработки.

Применение анкерной крепи при проходке туннелей в США началось в 1950 г. Например, при проходке Дэлаверского туннеля для водоснабжения Нью-Йорка на 20 км туннеля было установлено для закрепления пологозалегающих сланцев и песчаников 124000 анкерных болтов. Вначале здесь применяли металлические арки на деревянных стойках, а затем в тех же геологических условиях перешли на анкерную крепь с торкретированием. Этот переход позволил уменьшить сечение туннеля с 15,5 до 14 м². Причем расход стали уменьшился с 520 до 75 кг, бетона — с 4,1 до 2,6 м на один погонный метр туннеля. Трудоемкость проведения 1 пог. м снизилась со 137 до 108 чел.-часов. Стоимость проходки уменьшилась на 30%.

В Канаде анкерная крепь довольно широко применяется в угольных шахтах с 1949 г. За период с 1950 по 1955 гг. из камер, закрепленных этой крепью, было добыто свыше 1 млн. т угля. Общая длина закрепленных анкерной крепью выработок при камерно-столбовой системе разработки составляет около 100 км, где установлено около 376 тыс. анкеров. Кроме угольных шахт, в Канаде она применяется также на ряде золотых и никелевых рудников. Например, рудники Керр-Эддисон, где эту крепь начали применять с 1952 г. В 1953 г. там было установлено 5000 штук болтов, а в 1954 г. ежемесячное потребление их составило 1200 шт. Применяются преимущественно болты клинощелевого типа.

Во Франции, хотя все еще и в стадии промышленных испытаний, анкерная крепь применяется на угольных шахтах, на железных рудниках в Лотарингии, а с 1949 года и на калийных рудниках Эльзаса как в подготовительных выработках, так и в очистных забоях (шахты „Симон“ и „Розель“).

Нельзя не отметить опыт применения железобетонной анкерной крепи, которая более испытана с хорошими результатами на угольных шахтах Баварии, а также в Рурском бассейне для предупреждения поддувания подошвы откаточных выработок. Например, в выработке шириной по подошве 2,4 м было поставлено на участке длиной 180 м 800 железобетонных анкерных болтов. Болты длиной по 1,5 м размещали по 4 в ряду при расстоянии между рядами 0,9 м. Наибольшая величина поддувания на закрепленной площади не превышала 10 см, тогда как на незакрепленной части поддувание достигало 1,4 м [3].

Сравнение стоимости расходов по закреплению почвы анкерами со стоимостью работ по подрывке ее на основании опытов, проведенных на шахте „Ноймюль“ в Руре (пласт „Гретхен“), показало, что стоимость анкерования почвы примерно в 2,5 раза меньше расходов по ее подрывке [3].

Условия применения

Как показала практика горных работ, анкерная крепь может применяться в различных условиях и для различных целей. Она может быть использована как при разработке угольных, так и рудных месторождений, как в очистных, так и подготовительных выработках.

Анкерная крепь в зарубежной практике сравнительно широко применяется в настоящее время при проходке и строительстве железнодорожных и водоспускных туннелей, при строительстве ответственных сооружений, например, при строительстве гидроэлектрической системы в Снежных горах (Австралия).

С точки зрения целевого назначения анкерная крепь может быть применена в качестве вспомогательной, временной и постоянной

крепи. Пределы применения анкерной крепи с точки зрения устойчивости боковых пород довольно широки. Она может применяться и применяется при породах различной устойчивости как в слабых, средней устойчивости, так и в крепких, как в слоистых, так и в монолитных. На основании данных зарубежной практики можно утверждать, что анкерная крепь может применяться для крепления капитальных выработок, проводимых по трещиноватым и нарушенным породам. Также может применяться при проведении подготовительных выработок с пучащей почвой, для предупреждения поддувания подошвы выработки. Тем не менее, с точки зрения прочности крепления и эффективного использования анкерной крепи желательно применять ее в породах не ниже средней устойчивости, но не слишком крепких, так как в последних часто вообще не требуется применения какой-либо крепи. В отдельных случаях возможно применение анкерной крепи и для погашения бокового давления.

В заключение следует сказать, что, учитывая значительные преимущества анкерной крепи, необходимо стремиться к более широкому промышленному применению ее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вериго К. Н. Добыча железной руды системой с открытым забоем, Горный журнал № 12, 1951.
2. Волькенау А. В., Широков А. П. Испытание анкерной крепи в Кузнецком бассейне, Уголь № 9, 1955.
3. ВУГИ. Применение анкерной крепи за рубежом, Углетехиздат, 1956.
4. Росинский Н. Л. Бессточное подвесное крепление горных выработок, Углетехиздат, 1949.
5. Семевский В. Н. Штанговая крепь, Горный журнал № 6, 1953.
6. Семевский В. Н. Штанговая крепь в капитальных выработках. Горный журнал № 1, 1956.
7. Семевский В. Н. Исследование параметров штанговой крепи (автореферат докторской диссертации), Ленинград, 1955.
8. Информация центрального института технической информации.