

по границе ее раздела с горным массивом с образованием негабаритов, которые требуют значительных затрат на их разрушение.

В породах высокой степени напряженности разрушение забоя начинают с центральной ее части путем образования опережающего вруба в виде усеченного конуса, а затем производят расширение этого вруба до проектного контура проводимой выработки. При этом обеспечивается оптимальное соотношение геометрических параметров обнажения и главное снижение уровня потенциальной энергии в приповерхностном слое пород забоя, что исключает опасность газодинамических явлений и способствует сохранению устойчивости призабойной части массива.

В заключение отметим, что целенаправленное использование энергии горного массива при проведении выработок в сложных горно-геологических условиях комбайнами избирательного действия на основе широкого внедрения рациональных схем обработки забоя позволит в 1,5 - 2,0 раза увеличить производительность труда проходчиков, на 20 - 40 %, снизить себестоимость проходки, в 2,0 - 3,0 раза уменьшить динамические нагрузки на комбайн и, таким образом, увеличить его межремонтный срок службы, а также значительно повысить устойчивость выработок.

УДК 622.281.74

Г.В. Дубровин

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

В 1997 году будет полвека как были получены первые результаты по изучению работоспособности анкерной крепи Горным бюро США [1].

Вслед за США первые опыты ее применения начались в каменноугольной промышленности европейских стран. В Великобритании эти попытки привели к тому, что в начале 50-х годов анкерами было уже закреплено около 100 км горных выработок. Но непредсказуемость режима работы преобладавших тогда распорных анкеров в относительно слабых породах и недостаточный контроль за установленными анкерами привели к тому, что в середине 60-х годов практически прекратили применять анкерные крепи в качестве самостоятельного вида крепи. Немецкие специалисты в 60-х годах отметили,

что применение только штаноговой крепи в качестве самостоятельной чаще всего является неудачным, а при комбинировании штанги и рамы можно получить достаточно надежную систему [2].

Если в США в течение 40-60-х годов применение анкерной крепи было весьма интенсивным, то в Европе эти крепежные средства находили ограниченное использование. Однако, техника и технология возведения анкерной крепи совершенствовалась постоянно, особенно во Франции, где по сравнению с другими странами количество возводимых анкерных болтов характеризовалось большими объемами.

За временной период вплоть до начала 70-х годов в технике и технологии крепления анкерными болтами произошли большие изменения. Так, повсеместно были исключены анкерные болты с клинощелевым замком; введен в конце 50-х годов способ закрепления анкерных болтов органическим вяжущим в стеклянных ампулах; широкое применение смол в пластиковых патронах в 70-х годах; разработка спецоборудования для возведения анкерных крепей в США и Европе в 60-70-х годах с совершенствованием этого оборудования вплоть до настоящего времени.

Распространение анкерной крепи можно охарактеризовать приведенными ниже цифрами [3]: США - 120; Канада - 30; Франция - 6; Великобритания - 2; ФРГ - 1 млн. шт/год.

Технические средства, характеризующую технику и технологию возведения анкерной крепи как системы, определяющей ее назначение обеспечивать заданную устойчивость подземной выработки и ее надежность при определенной степени риска, развивались достаточно интенсивно с решением ряда технических, экономических и социальных проблем. Эти средства на современном этапе их развития можно разделить на две категории:

1. Оборудование для возведения анкерной крепи, включающее средства для бурения скважин в сочетании со средствами различной степени механизации выполнения последующих операций, включая введение штанг, установку плит, закручивание гаек, введение вяжущих, вращение штанг и т. д. Причем это оборудование можно четко разделить на два типа: Североамериканский - в основном для угольных шахт и чаще всего с двумя буровыми каретками на одном транспортном средстве и Западно-Европейский (Франция, Швеция, Финляндия): одна буровая каретка с магазином для 7-10 штанг на стреле с гидроуправлением от самоходного транспортного средства. За по-

следнее время широкое распространение получило портативное буровое оборудование массой 40-50 кг для ручной установки анкерной крепи.

2. Создание полного комплекта анкерной крепи: штанга с распорной гильзой, плитой и гайкой, штанга с патронированными вяжущими, плитой и гайкой; анкерная стяжная крепь в комплекте; крепь типа Split-Set в виде трубы с продольной щелью, плита и гайка; крепь типа Swell-Ex в виде цилиндра с распором в скважине жидкостью по давлением и т. д.

Западно-Европейское оборудование для возведения анкерной крепи следует считать универсальным. Оно поставляется с различными габаритами, например, небольшой высоты для угольных шахт Европы с возможностью подвески на монорельсе; на длинных манипуляторах с гидроуправлением для крепления кровель высоких камер.

В настоящее время возведение анкерной крепи полностью механизировано, ведутся работы по автоматизации, когда роль оператора состоит только в наблюдении и в своевременной загрузке штангами с плитами и патронами с вяжущими.

С середины 80-х годов наметилась тенденция все более широкого применения анкерной крепи на угольных шахтах Западной Европы, поскольку стало вполне очевидно, что этот способ крепления наряду с геомеханическими и технологическими преимуществами позволяет снизить расходы на поддержание и обеспечить гуманизацию рабочих мест. Так, в Великобритании внедрение технологии возведения анкерной крепи шло на основе сотрудничества со специалистами США, Австралии и Франции. Укажем, что во Франции техника и технология использования анкерной крепи совершенствовалась с середины 60-х годов по таким направлениям: буровое оборудование, конструкции штанг и анкеров, химические средства, закрепление штанг в виде патронов с органическими и неорганическими вяжущими. Зарубежный опыт показал специалистам Великобритании, что анкерная крепь может использоваться в качестве единственного вида крепи при соблюдении следующих требований: основательное обучение персонала на всех уровнях; тщательное соблюдение правил установки анкерной крепи; приспособление нового оборудования к местным условиям; определение параметров крепи и контроль за ее режимом на основе производственных наблюдений.

На основе приобретенного опыта к началу 90-х годов были разработаны и собственные рекомендации [4], которые сводятся к следующему:

- не применять анкерную или арочную крепь в подготовительных работах без использования дополнительных средств поддержания;
- использование анкерной крепи должно быть только с учетом деформационных процессов в углевмещающих породах с учетом взаимодействия этих пород с анкерной крепью при наличии соответствующих систем регистрации данных о таком взаимодействии, включая статистические данные об обрушениях кровли, деталях крепежной системы.

Важно подчеркнуть, что для разрешения проблем, связанных с применением анкерной крепи, была разработана национальная программа по исследованиям технологии анкерного крепления.

В настоящее время в Великобритании в этом направлении работает специальный комитет, включающий представителей владельцев шахт (приватизация угольной промышленности Великобритании завершена в 1994 г.) профсоюзов, поставщиков оборудования и консультирующих организаций.

Комитет определяет характеристики рабочих зон на шахтах, где может быть использована анкерная крепь и где ее нельзя использовать; определены методы геотехнической оценки таких зон; выделены ключевые элементы такой работы; геологические факторы, напряженное состояние массива, зоны повышенного риска, влияние очистных работ, особенности выбранных технических средств. Начаты работы и по стандартизации всех элементов анкерной крепи с участием специалистов Британского института стандартизации с привлечением так называемых "классификаций породных массивов", разработанных за последние 25 лет в различных странах мира.

В этом же направлении ведутся (с 1985 г.) совместные работы в ФРГ и Франции по теме "Планирование горных работ и выбор крепежных систем", куда входит и проблематика анкерной крепи, решаемая с привлечением компьютерной техники (использование баз данных, экспертных систем с разработкой специальных программных средств с привязкой их к конкретным полевым условиям). В последнее время эта работа привлекла внимание специалистов из Испании и Греции.

В отношении новых решений текущих задач использования анкерной крепи в США ведутся широчайшие работы: теоретические и экспериментальные, нацеленные на будущее в государственных научно-исследовательских организациях; практические и экспериментальные; наце-

ленные на производство, на частных фирмах, являющихся поставщиками крепежных средств. Так, корпорацией "Вестингхаус Электрик" разработан ряд анкерных податливых крепей с применением тросов для различных полевых условий: система со скользящей трубой по трубе, жестко соединенной с тросом, когда в обоих случаях трос в скважине крепится механическим способом. Ведутся работы по применению анкерной крепи из стального троса с закреплением вяжущим по всей длине. Результаты испытаний используются для разработки упруго-пластической модели с выявлением распределения нагрузки по длине троса для трещиноватых и сплошных пород в зависимости от наличия элементов трения на поверхности троса.

Аналогичные работы по совершенствованию анкерной крепи и технологии ее возведения ведутся в Австралии. Мировой опыт изучается и используется в Китае, достаточно давно идут работы по совершенствованию анкерной крепи для выбросо- и удароопасных пород в ЮАР.

В ИГТМ НАН Украины [5] по данной теме собран достаточно большой массив информации, опубликованный в мировой печати за последние пятьдесят лет. Таким образом, мировой опыт по технике и технологии возведения анкерной крепи соответствующих моделей можно широко внедрять на шахтах Украины с учетом собственных горно-геологических и технико-экономических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Conway C.C. Roof Support with Suspension Rods // Mining Congress Journal. - 1948. - № 6. - p. 43-46.
2. Ноке Г. Опыт применения комбинированной штанговой и рамной крепи. Глюкауф.- 1970. - № 13. - с. 17-21.
3. Mining Engineering. - 1978-1990 г.г.
4. Proceedings 15th intern. Conf. on Ground Control in Mining, 13-15/8 - 1996. - pp. 321-340, 349-364.
5. Усаченко Б.М. Геомеханика подземной добычи гипса. К.: Наук. думка, 1985. - 216 с.