

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН ПОД АНКЕРНОЕ КРЕПЛЕНИЕ

Розглянуті питання механізму руйнування міцності гірської породи буровим інструментом. Наведені результати досліджень по визначенню раціональних параметрів обладнання для буріння свердловин під анкерне кріплення.

SAMPLING OF RATIONAL PARAMETERS OF THE HINGED EQUIPMENT FOR DRILLING WELLS UNDER ROOF BOLTING

Questions of the mechanism of destruction of strong rock surveyed by a drilling tool. Results of researches by definition rational parameters of the hinged equipment for a blasthole drilling under roof bolting are reduced.

В настоящее время в угольной промышленности развитых стран широко применяется анкерное крепление горных выработок. Анкерное крепление за счет снижения стоимости возведения горных выработок, повышения темпов строительства, улучшения техники безопасности и значительного уменьшения несчастных случаев из-за обрушения кровли, а также по другим причинам имеет существенные преимущества перед существующими способами. Внедрение анкерного крепления обеспечивает также значительное повышение скорости проходки подготовительных горных выработок и создает благоприятные условия для быстрой лавной выемки обратным ходом [1].

Анкерное крепление успешно применяется в угольных шахтах Великобритании, Германии, Польши, США, Австралии, России и ряда других стран. Несмотря на сложные горно-геологические условия, оно успешно внедряется с применением совершенной бурильной техники, тщательно выбранных расходовемых материалов и расчета, основанного на измерении и контроле. Основными направлениями совершенствования оборудования для анкерного крепления за рубежом являются создание многооперационных бурильных установок и проходческих комбайнов с навесным оборудованием для бурения шпуров в кровле и стенках выработки.

К оборудованию для возведения анкерной крепи относятся буровые колонки, буровые штанги, буровые коронки, стойки временной крепи, гидравлический насос, компрессор для работы в тупиковых выработках. Оборудование для возведения анкерной крепи должно отвечать требованиям комбайновой и буровзрывной технологий проведения выработок и обеспечивать соблюдение правил безопасности в угольных шахтах.

Бурение шпуров может выполняться различными способами: вращательным, ударным и ударно-вращательным. Соответствующий способ бурения выбирают в зависимости от буримости породы с целью достижения экономичности работы.

Для возведения анкерной крепи должно применяться буровое оборудование вращательного способа бурения с частотой вращения шпинделя вращения не

менее 400 мин^{-1} при скорости подачи резца не менее $0,015 \text{ м/с}$ при абсолютном соблюдении правил безопасности в угольных шахтах и всех соответствующих требований, которые существуют при установке анкером.

Известны преимущества способа вращательного бурения:

- буровые машины вращательного действия могут иметь большую полезную длину лафета по сравнению с буровыми молотками;
- такие машины более просты по конструкции, чем буровые молотки, что обеспечивает снижение общих затрат;
- в границах его применения этот способ отличается высокой производительностью и другие.

Экономичность буровой техники вращательного действия ограничивается тем, что в абразивных породах износ режущего инструмента весьма значителен. В то же время существенным недостатком рассмотренных бурильных установок, как и всего зарубежного оборудования, является высокая стоимость. Поэтому высокая эффективность применения новой технологии анкерного крепления горных выработок на шахтах Украины может быть достигнута только за счет создания высокопроизводительных средств бурения, которые по своим эксплуатационным характеристикам не уступают лучшим зарубежным образцам. При этом в основе создаваемого нового оборудования должны лежать научно обоснованные режимы бурения и параметры оборудования, которые должны определяться с учетом закономерностей процесса разрушения горных пород при вращательном бурении.

Анализ результатов исследований в области разрушения прочных горных пород показывает, что процессы статического и динамического внедрения пуансона в массив породы, отражая стадии разрушения забоя, недостаточно коррелируют с реальным процессом резания, в частности, при вращательном бурении прочных горных пород.

Так Г.В. Арцимович, проводя эксперименты при вдавливании со смещением пуансона в боковом направлении, предложил, что поле напряжения, создаваемого при этом пуансоном, каким-то образом смещается в сторону перемещения пуансона. При резании полированных блоков оптического стекла на стенде, созданном на базе токарно-карусельного станка, было определено, что трещины зоны предразрушения располагаются под углом $25-30^\circ$ к траектории резания и представлены отдельными крупными эллипсоидами, между которыми расположены мелкие эллипсоиды. Скол происходит между крупными эллипсоидами, которые под действием силы резания выходят на поверхность забоя, отделяя фрагмент породы.

Таким образом можно предположить, что в процессе разрушения породы, при котором преобладают растягивающие нагрузки, затраты энергии значительно меньше, чем при разрушении породы при статическом внедрении пуансона. То есть реальный механизм разрушения породы при вращательном бурении принципиально отличается от механизма, предложенного Г.В. Арцимовичем, Р.М. Эйгелесом, Л.А. Шрейнером и другими исследователями.

В работах, например, И.А. Свешникова [2, 3] и других впервые предостав-

лено описание механизма разрушения прочной горной породы, в которой главную роль играли трещины, возникающие в так называемых зонах предразрушения. Основываясь на указанной гипотезе, можно предположить, что в процессе разрушения породы, при котором преобладают растягивающие нагрузки, затраты энергии значительно меньше, чем при разрушении породы при статическом внедрении пуансона. При таком механизме разрушения за счет предварительного возникновения трещин зоны предразрушения должно значительно снижаться сопротивление горной породы резанию, что необходимо использовать при создании нового инструмента и выборе рациональных режимов бурения. Поэтому углубление представлений о механизме разрушения породы за счет предварительного возникновения трещин зоны предразрушения и изыскание путей снижения сопротивления горной породы резанию путем создания обширной зоны предразрушения должны лежать в основе выбора рациональных режимов бурения и разработки высокоэффективного оборудования для бурения анкерных скважин.

Исследования по выбору оптимальных параметров бурового оборудования при вращательном бурении проводились на специальном стенде позволяющем изменять частоту вращения инструмента от 30 до 3000 мин⁻¹ при осевом усилии до 10 кН. Фиксация осевого усилия и крутящего момента производилась с помощью специальной тензометрической системы. Измерительная система, установленная на стенде, позволяла точно регистрировать перемещение инструмента за каждый его оборот. Для этого использовался электронный блок цифровых счетных устройств типа БЦО-1Ф, позволяющих вести отсчет величины и направления перемещения в цифровой форме с точностью до 0,01 мм. Все параметры процесса бурения фиксировались на дисплее компьютера.

Блок серого абразивного песчаника устанавливался на буровой тележке и подавался на стенд. Бурение осуществлялось различными типами бурового инструмента диаметром 33 мм – с твердосплавными пластинами и оснащенным АТП. При этом передний отрицательный угол резания был равен 20°, глубина каждого шпура составляла 1 м. В качестве промывочной жидкости использовалась вода, расход которой был 12-15 литров в минуту.

Анализ результатов полученных в результате бурения скважин свидетельствует о том, что при каждом обороте инструмента имеются участки, на протяжении которых измерительная система не фиксирует внедрение инструмента, то есть, проходка на оборот в этих случаях составляла менее 0,01 мм. Участки, на которых отсутствует внедрение резца, назовем участками холостого хода T_{xx} , а участки, на которых происходит внедрение – рабочими T_p . Таким образом, время одного оборота $T_{об} = T_{xx} \times T_p$. В этой связи эффективность процесса разрушения породы будет увеличиваться при $T_{xx} \rightarrow 0$, то есть в случае если процесс внедрения резца в породу будет непрерывен.

Как показано ранее, основным фактором, определяющим процесс разрушения прочных горных пород, является взаимодействие трещин зоны предразрушения, которое определяют отделение крупных фрагментов породы. Только лишь при сосредоточении сразу нескольких трещин выламывается взрывообразно фрагмент породы. Повторение процесса трещинообразования в массиве

объясняет разные по прочности участки забоя скважины.

Этот факт был подтвержден в ходе экспериментов по ударному разрушению пород и моделирующих материалов на автоматическом струнном копре.

Экспериментальными исследованиями показано, что превалирующую роль в разрушении породы резцовым инструментом играют зоны предразрушения, но для их образования и активного участия в процессе разрушения необходимо, чтобы глубина резания бурового инструмента вращательного действия превышала 0,3 мм, при окружных скоростях вращения равных 600 и 750 мин⁻¹, для пород крепостью соответственно 3 и 5 единиц по шкале проф. М.М. Протодьяконова.

При вращательном бурении песчаника в результате интенсивного образования зоны предразрушения общая работа разрушения породы снижается в 1,7 – 2,0 раза.

Проведенные исследования свидетельствовали о том, что скорость бурения шпуров под анкерное крепление находится в степенной зависимости от частоты вращения бурового инструмента. Она линейно возрастает от усилия подачи. Исходя из фактора «производительность бурения» для крепости пород в диапазоне 2,5-5 по шкале проф. М.М. Протодьяконова и усилия подачи 2,5; 5; 7,5; 10; 15; и 20 кН скорости вращения бурового инструмента соответственно составляют 750; 650; 650; 600; 600; и 300 мин⁻¹.

Техническая производительность буровой установки, определяемая удельным внедрением бурового инструмента в забой шпура за один оборот при усилиях подачи в диапазоне от 2,5 до 7,5 кН находится в степенной зависимости от окружной скорости вращения инструмента. При усилиях подачи более 7,5 кН – не зависит от скорости вращения. В случае, когда окружная скорость инструмента находится в диапазоне от 0,45 до 1,3 м/с, то при усилиях подачи более 7,5 кН техническая производительность буровой установки не зависит от скорости вращения, а в диапазоне окружных скоростей от 1,3 до 2,5 м/с, она монотонно уменьшается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Ф. Булат, В.В. Виноградов Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Днепропетровск, 2002. –360с.
2. Свешников И.А. Аналитические исследования разрушения горных пород при резании // Синтетические сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении. – Киев: ИСМ АН УССР, 1987. –С 91-98.
3. Свешников И.А. Научные основы создания высокоэффективного породоразрушающего инструмента для буровых машин вращательного действия и проходческих комбайнов: Автореф. дис. ...докт. техн. наук. – Днепропетровск, 1992. – 39с.