

О НЕОБХОДИМОСТИ КОРЕННОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ МАШИН С МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КРЕПЯМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ

Наведені результати досліджень розвитку технічних засобів та технологій очисної виїмки малопотужних пластів вугілля. Дано обґрунтування технічної, екологічної та соціальної ефективності і економічної доцільності нового напрямку поточної виїмки малопотужних пластів вугілля гнучкими багатоконбайновими комплексами обладнання нового технічного рівня.

Основными элементами в системе подземной добычи угля являются очистные забои. Если их количество и режимы работы выбраны оптимально, то, при необходимом и достаточном уровнях обеспечения, отрасль работает ритмично, производительно и эффективно. К сожалению, за последние 5 лет количество лав в шахтах Украины уменьшилось с 865 единиц в 1995 до 502 в 2000 годах со средней скоростью до 70 единиц в год. Если эта тенденция будет проявляться и дальше, то через 7-8 лет угольная отрасль Украины может лишиться всех лав. С позиций нашего государства такая ситуация совершенно недопустима, так как эта отрасль занимает преобладающее значение в энергетике, коксохимии, металлургии и теплопроизводстве, т.е. во всех ведущих отраслях промышленности, потребительской и других сферах жизнедеятельности Украины. Применительно к вышеизложенному уместен вывод о том, что альтернативы углю в Украине пока нет.

Совместными усилиями проектировщиков, ученых, конструкторов и производителей в последние годы создана система ускоренного создания и внедрения на шахтах горнодобывающего оборудования нового технического уровня (НТУ). В эту систему включены ведущие проектно-конструкторские, научно-исследовательские, проектные институты угольной и других отраслей промышленности, а также флагманы машиностроения и другие мощные производственные объединения и заводы. Благодаря их совместным усилиям созданы комплексы нового технического уровня МКД90, МКДД, эффективные и высоконадежные проходческие комбайны КСП21, КСП32, 4ПП2М, значительно усовершенствованные ленточные конвейеры, другое оборудование. Применение этого оборудования позволяет перевооружить шахты для существенного повышения уровня добычи. Об этом свидетельствуют результаты внедрения новой техники [1]. Нагрузки на лавы, оборудованные комплексами МКД90 в 3-5 раз превышают соответствующие нагрузки для лав, оборудованных серийной техникой. Поэтому резкое уменьшение числа лав в последние 3 года практически не сказалось на величине отраслевого уровня добычи. Вместе с этим область применения комплексов НТУ имеет ограничения по ряду факторов:

вынимаемая мощность пласта находится в диапазоне 0,8 - 2,7 м, а для работы в наиболее продуктивном режиме - 1,0 - 2,25 м при углах падения пластов до 3°;

скорость перемещения машинистов вслед за очистным комбайном ограничена (особенно при выемке маломощных пластов) из-за отсутствия нормальных

условий для ручного управления, а дистанционные его виды пока еще не доведены до общедоступного применения;

уровень поточности производства превалирующего числа шахт отрасли пока еще невысокий (непрерывность углепотока в течение суток находится в пределах 50 - 70 %), что не позволяет в полной мере использовать большие технические возможности комплексов НТУ;

из-за высокой стоимости нового оборудования значительно сокращается количество шахт, способных окупить капитальные и компенсировать текущие расходы по эксплуатации, ремонту и содержанию комплексов НТУ и обеспечивающей их инфраструктуры;

внедрение новой техники сопряжено с необходимостью переустройства системы безопасности её применения, служб контроля непрерывности технологического процесса угледобычи, служб экстренного и планово-предупредительных ремонтов, организации доставки остродефицитных деталей и узлов, системы обучения ИТР и рабочих для умелого пользования мощной и дорогостоящей техникой, другими мероприятиями, в том числе технического, экономического и социального характера.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что применение комплексов НТУ эффективно только на высокопроизводительных перспективных шахтах отрасли, количество которых в настоящее время не превышает 50 единиц [2]. Если на каждой из таких шахт будут в течение года работать 2-3 лавы, оборудованные комплексами НТУ, то при нагрузке на каждую 1500 т в сутки, годовой уровень добычи отрасли составит около 68,5 млн. т. Для выполнения такой программы необходим выпуск кроме имеющихся 33 еще 100-120 новых комплексов, т.е. около 1,5 млрд. грн. Это только капитальные затраты, причём необходимые для добычи только половины требуемого для народного хозяйства объёма угля и только для обеспечения очистных работ. В этой связи очевидна необходимость существенного повышения интенсивности угледобычи при ограниченных материальных возможностях [3] государства в целом и отрасли в частности. Кроме этого, количество пластов мощностью свыше 1 м, залегающих под углами менее 35°, на Украине ограничено. Попытки создания техники, позволяющей эффективно разрабатывать тонкие и весьма тонкие пласты, особенно, те из них, которые залегают под углами более 35°, пока ощутимых промышленных результатов не дали. Это не связано с отсутствием идей для создания такой техники. Скорее наоборот. Обилие предложений по способам и средствам добычи угля в особо сложных горно-геологических условиях свидетельствует об особой актуальности этой проблемы и об отсутствии единого подхода для концентрации работ, направленных на её решение. Опыт применения очистных комплексов для работы в не предназначенных для этого условиях свидетельствует о значительном ухудшении качества добываемого угля. Это существенно влияет на его цену, себестоимость, экологические, энергетические и другие показатели работы шахт. Учитывая консервативность в развитии сырьевых отраслей в целом и угольной в частности, создание и внедрение качественно новых технологий очень длительный, дорогостоящий и весьма трудоёмкий на

всех стадиях процесс. Современные компьютерные технологии позволяют ускорить и оптимизировать наиболее важную - проектную стадию этого процесса. Трудность заключается в том, чтобы из обилия идей выделить те, которые соответствуют закономерности развития техники с одной стороны, учитывают специфику добычи угля с другой стороны, а также современные технические, экономические, экологические и социальные требования к ней - с третьей. Известные и установленные автором закономерности развития техники для очистной выемки маломощных пластов угля, свидетельствуют о следующем:

- машины для выполнения технологических процессов объединяют в линии, а когда такие линии становятся слишком длинными (по разным критериям), то не сколько машин объединяют в целостный агрегат, который со временем становится самостоятельной машиной, выполняющий функции своих составляющих (закономерность "синтеза" однофункциональных машин); следствием проявления этой закономерности являются фронтальные агрегаты, очистные комбайны, скребковые конвейеры и другие машины, на основе которых, собственно говоря, и произошёл научно-технический прогресс в подземной добыче угля;

- "развитие" отдельной машины имеет предел (по разным критериям) и попытки преодолеть этот предел путем одних усовершенствований конструкции приводят к ухудшению (строго говоря не к улучшению) характеристик либо самой машины, либо выполняемых ею процессов; следствием этой закономерности является отсутствие автоматизированных комплексов или хотя-бы широкое применение дистанционно управляемых горных машин для основных процессов.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что если следовать этим закономерностям, то правомочны следующие научно-обоснованные принципы создания новых технологий очистной выемки пластов, мощность которых соизмерима с толщиной тела человека [4]:

- обеспечение непрерывности углетока, поступающего из лавы за счет применения систем многофункциональных машин, каждая из которых работает независимо от других; технически этот принцип осуществим путем создания и применения гибких многокомбайновых комплексов, т.е. систем шахтных автомобилей с традиционными для общего машиностроения функциями, но с эксклюзивными исполнительными органами;

- исключение (минимизация) роли "человеческого фактора" при управлении системой машин за счет отсутствия людей в забое при выполнении не только основных, но и вспомогательных процессов, в том числе профилактических, ремонтно-восстановительных, контрольно-информационных и других; это достигается за счёт построения оборудования в виде системы специализированных многофункциональных автономных машин, которую целенаправленно проектируют для дистанционного управления и обслуживания; в отличие от современных очистных комплексов, которые принципиально не могут работать без присутствия людей в забое, так как люди необходимы хотя бы для устранения элементарных отказов в работе;

- минимизация энтропийных процессов, протекающих в горном массиве и на контурах горных выработок при подземной разработке пластов путем радикального уменьшения конвергенции боковых пород в лавах и погашаемых вы-

работках за счет закладки выработанного пространства прочными блоками из породы со скрепляющими добавками или твёрдыми контейнерами с отходами производств; при эксплуатации существующих комплексов машин это мало-перспективно, так как при таком способе закладки механизированные крепи не нужны, а без крепей комплекс, вообще говоря, работать не может; такой способ закладки легко может быть осуществлен с использованием системы много-функциональных машин.

Подытоживая вышеизложенное, можно сформулировать такие выводы.

1. Комплексы машин, хорошо работающие при выемке пластов средней мощности, неэффективно применять в тех условиях, в которых люди не могут ими управлять или обслуживать, из-за отсутствия элементарных удобств для: самосохранения, перемещения, поднятия рук, поворота туловища и других естественных при физической работе движениях. Попытки преодоления этого предела в развитии горной техники путем присечек боковых пород приводят к значительному ухудшению практически всех показателей работы шахты - повышению зольности угля, трудо-, материало-, энергозатрат и т.п.

2. Попытки создания полностью автоматизированных или дистанционно управляемых комплексов машин бесперспективны, так как их спроектировали в начале и продолжают проектировать для ручного управления или, по крайней мере - обслуживания и ремонта. Поэтому принципы создания систем машин качественно нового поколения должны быть изменены.

3. Необходимо новое направление очистной выемки маломощных пластов угля, которое, согласно выполненным автором исследованиям, должно заключаться в следующем. Для повышения эффективности разработки таких пластов необходимо развернуть работы в направлении создания систем автономных многофункциональных машин независимо работающих в пределах лавы и прилегающих к ней штреков. Каждая из таких машин должна быть способной разрушить часть пласта, вывезти и разгрузить уголь на штреке, а затем завезти в лаву и расклинить между её кровлей и почвой прочный блок из породы или контейнер с отходами производств.

4. Реализация нового направления в очистной выемке позволит:

обеспечить уровень добычи из пластов мощностью менее 0,9 м при углах залегания: до 35° - свыше 1000 т/сутки; свыше 35° - более 500 т/сутки из одной лавы; это больше существующего уровня, соответственно, в 3 и 5 раз;

вывести людей из забоя, т.е. обеспечить их практически 100 %-ную безопасность при работе;

снизить уровень общей энтропии горного массива и попутно оставлять отходы разных производств в шахтах;

сделать разработку маломощных пластов прибыльным предприятием для государства в целом, безопасным и эргономичным для горнорабочих и ИТР в частности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лаптев А.Г. Новая техника для стабилизации угледобычи на шахтах Украины // Уголь Украины. - 1997. - № 1. - С. 19-24.

2. Блэкберн А.Ю., Мезников В.И., Оганесян Н.П., Большаков П.Я. Исследование вариантов минимальной кондиционной мощности каменноугольных пластов действующих шахт Украины // Уголь Украины. - 2000. - № 2-3. - С. 22-25.
3. Хамуляк В.Г. Вугілля - головний енергоносіє // Уголь Украины. - 2000. - № 8. - С. 3-4.
4. Княшко Ю.И. Эффективные технологии разработки пологих пластов // Уголь Украины. - 1999. - № 5. - С. 18-20.

УДК:622.02:539.2/8

В.А. Ковальчук, Е.А. Несмашный

УЧЕТ ДИЛАТАНСИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ ПО СКАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЕ

Одержано аналітичні рівняння для визначення границі міцності на зсув та скол по тріщині з виступами трикутної форми в залежності від величини дилатансії. Визначено граничні величини нормального напруження і дилатансії при яких відбувається перехід від процесу зсуву по тріщині до процесу скола виступів на її поверхні.

В настоящее время достигнуто понимание того, что в зависимости от величины дилатансии существенно изменяется прочность на сдвиг по трещинам и поверхностям ослабления. В условиях резкого ограничения дилатансии прочность на сдвиг по трещине приближается к прочности коренной породы. Если же ограниченной дилатансии не существует или они ослаблены, прочность по трещине в общем случае снижается пропорционально росту дилатансии, однако численные оценки этого снижения у разных авторов различны. Так, Ладани В. и Аршамбо Г. на основании модельных исследований получили такое уравнение для определения прочности на сдвиг по трещине с учетом величины дилатансии [1]:

$$\tau = \frac{\sigma_n \cdot (1 - a_s) \cdot (\tilde{V} + \operatorname{tg} \varphi^1) + a_s \cdot S_R}{1 - (1 - a_s) \tilde{V} \cdot \operatorname{tg} \varphi^1}; \quad (1)$$

где a_s - доля поверхности трещины, приходящаяся на срезаемые неровности, доли ед.; $\tilde{V}$ - интенсивность дилатансии, дол ед.; S_R - прочность коренной породы на сдвиг.

Основной недостаток такого научного подхода, на наш взгляд, заключается в том, что процессы сдвига по поверхности трещины и разрушение выступов на ее поверхности, различны. Нахождение условий, при которых сдвиг по трещине переходит в процесс разрушения выступов, представляется нам очень важным, ибо это дает возможность по наблюдаемой картине деформирования горных пород делать предположения о процессах, происходящих в массиве.

В связи с этим определим паспорт прочности по трещине с треугольной формой поверхности выступов, при условии неограниченного роста дилатансии (см. рис. 1).

В этом случае прочность трещины на сдвиг обеспечивается за счет действия одного из двух механизмов. Либо произойдет сдвиг по поверхности трещины, вплоть до выхода выступов из зацепления, либо произойдет скол выступов