

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ШАХТ ЧАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»

*С.Н. Гапеев, А.В. Солодянкин, М.А. Выгодин,
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина
М.В. Барабаш, С.А. Воронин, В.И. Пилюгин, В.Г. Снигур, С.В. Мкртчян,
ООО «ДТЭК ЭНЕРГО», Украина*

Приведены результаты исследований и внедрений новых технологий, направленных на комплексное решение проблем угольной шахты, включая вскрытие резервных запасов за счет расширения технических границ шахтных полей, адаптации высокоэффективных технологий добычи угля с обеспечением устойчивости капитальных и подготовительных выработок, снижение отрицательного влияния на прилегающие к предприятию территории и принципиально иной подход к стратегическому управлению жизненным циклом шахты на основе перманентной диверсификации ее деятельности, в рамках концепции synchro-mining.

Мировые тенденции свидетельствуют о постепенном переходе энергетики на возобновляемые источники. Однако рост объемов и стабильное производство энергии из альтернативных источников требует определенного времени. По разным оценкам продолжительность переходного периода составит 40...50 лет. Поэтому на ближайшую перспективу надежным отечественным энергоносителем для Украины остается уголь. По такому же пути пошла, например, Польша. Новые тепловые блоки строят в Германии, Нидерландах.

Для поддержания требуемого объема добычи угля необходимо освоение новых запасов. Вторым актуальным вопросом для шахт является снижение себестоимости угля за счет интенсификации горных работ и применения ресурсосберегающих технологий.

Следует отметить, что почти 35% площади Украины составляют территории, на которых ведутся масштабные горные работы по добыче угля более 200 лет. Горнодобывающие предприятия при этом играют важную роль в промышленном и инфраструктурном каркасе и фактически являются градообразующими. За каждым таким предприятием, как правило, стоит экономически моноструктурный населенный пункт. Очевидно, что основой благосостояния горнодобывающего региона является рентабельная деятельность каждой отдельно взятой шахты, которая в этом случае представляет собой источник доходов государственного и местных бюджетов, рабочих мест.

С другой стороны, деятельность такого предприятия включает в себя потенциальные риски и угрозы, которые в полной мере проявляются после прекращения работы и ликвидации предприятия.

В связи с этим любое, даже рентабельное в настоящее время горнодобывающее предприятие, является потенциальным источником триединой проблемы, которая возникает после его закрытия и заключается в экономическом упадке, социальной напряженности и экологическом дисбалансе окружающей среды. Разработка эффективных механизмов вывода горнодобывающих предприятий и прилегающих к ним территорий из кризисного состояния также является актуальной проблемой для Украины.

Таким образом, целью комплексных исследований и внедрений, выполненных в условиях шахт ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь», является решение важной для социально-экономического развития Украины проблемы освоения новых участков или увеличения жизненного цикла обрабатываемого угольного месторождения путем реализации комплекса новейших геомеханических технологий для максимального повышения эффективности добычи полезного ископаемого и перманентную диверсификацию шахты в рентабельное предприятие до стадии исчерпания его запасов.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- разработка безопасного способа вскрытия запасов угля на базе эффективных систем крепи и мероприятий по обеспечению устойчивости нарушенного массива, контрольно-прогнозных моделей и мероприятий системы геомониторинга;
- совершенствование существующих и разработка новых ресурсосберегающих конструкций крепи капитальных выработок для надежного доступа к геологическим запасам и длительной эксплуатации при их отработке;
- повышение эффективности добычи угля путем адаптации струговой технологии отработки угольных пластов за счет применения принципиально новых функций и технологий проведения выработок;
- внедрение подземного дробильного комплекса, а также обоснование рациональных составов твердеющих смесей для использования шахтных пород без выдачи их на поверхность при креплении капитальных выработок
- разработка программы диверсификации шахты в рентабельное предприятие на стадии исчерпания ее запасов в рамках концепции synchro-mining

В качестве базового предприятия для выполнения работы принято частное акционерное общество «ДТЭК Павлоградуголь», которое производит отработку коксующегося и энергетического угля в условиях Западного Донбасса. В составе акционерного общества 10 шахт с проектной мощностью 12,5 млн. тонн угля в год и 11 филиалов с общей численностью работающих 26 тыс. человек.

Горно- и гидрогеологические условия месторождения сложные – большая глубина, слабые вмещающие породы. Характерные проявления горного давления – пучение почвы, обрушение пород кровли, большие деформации крепи, значительный водоприток в выработки. Шахты являются опасными по содержанию газа метана.

Для повышения добычи угля на действующих шахтах, наряду с перспективой увеличения глубины разработки, все актуальней становится проблема расширения технических границ шахтных полей и вовлечения в эксплуатацию резервных запасов.

В этом направлении для продления жизненного цикла шахт ЧАО «ДТЕК Павлоградуголь» запланировано девять пересечений крупных тектонических нарушений, оконтуривающих границы шахтных полей с целью вскрытия ранее недоступных запасов угля. Практического опыта пересечения выработками подобных нарушений на шахтах Западного Донбасса нет. Первый переход Богдановского сброса подземными горными работами был реализован на шахте «Самарская» в 2015 г.

Ведение горных работ в нарушенных породах Богдановского сброса осложнялось отсутствием достоверной информации о месте его пересечения с вскрываемой выработкой, опасностью прорывов подземных вод и обводненной горной массы, высокой вероятностью обрушений пород, повышенным горным давлением, а также риском аномально высокого внезапного метановыделения.

На основе опытных работ и численного моделирования впервые для условий Западного Донбасса выполнена оценка геологических, гидрогеомеханических и геодинамических рисков при пересечении выработкой зоны разрушенных пород с прогнозируемым аномальным водопритоком и возможным внезапным выделением газа метана, определены границы опасной зоны и ее протяженность.

Разработаны новые численные модели, адаптированные к условиям Богдановского сброса, определены параметры напряженно-деформированного состояния породного массива, обоснованы типы крепи, меры по укреплению разрушенных пород и формированию системы «крепь-массив», технология сооружения выработки и комплекс работ по геомониторингу. Это позволило впервые в мировой практике отработки угольных месторождений выполнить капитальной выработкой переход такого крупного дизъюнктива как Богдановский сброс с амплитудой 305 м, вскрыть дополнительно 40 млн. тонн запасов угля, увеличить срок эксплуатации шахты «Самарская» как минимум на 15 лет. Общий экономический эффект составил 3,25 млрд. грн.

Сейчас осуществляется переход Богдановского сброса к еще двум участкам, что позволит

дополнительно вскрыть еще 50 млн. тонн запасов угля.

Безопасный доступ к вскрытым запасам и их отработка возможны только при обеспечении длительной устойчивости капитальных выработок.

Конструкции крепей и способы обеспечения устойчивости выработок являются весьма материало- и трудоемкими. Возможности традиционных крепей практически исчерпаны, а их эксплуатация требует выполнения дорогостоящих и трудоемких ремонтных работ, что значительно увеличивает себестоимость добываемого угля

В результате выполненных исследований и опытных работ установлены новые закономерности поведения породного массива в окрестности протяженных выработок, для сложных условий шахт ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» разработаны и внедрены комбинированные системы крепи – арочные, рамно-анкерные, замкнутые с тампонажем закрепного пространства, а также усовершенствованы технологии возведения этих крепей за счет механизированного торкретирования выработок, заполнения закрепного пространства способом набрызгбетонирования, разработан способ сооружения капитальных выработок с комбинированным упрочнением приконтурных пород при пересечении зон геологических нарушений. Применение разработанных крепей в несколько раз увеличивает межремонтный период эксплуатации выработок. Для рассмотренных сложных геомеханических условий разработанные крепи лучше мировых аналогов.

За последние 30 лет на глубоких шахтах Западного Донбасса и компании «ДТЭК ЭНЕРГО» комбинированными рамно-анкерными конструкциями крепи с тампонажем закрепного пространства закреплено более 600 километров выработок.

Экономический эффект от применения разработанных конструкций крепей с тампонажем закрепного пространства взамен металлической рамной крепи с обратным сводом составляет 6 тыс. грн. на метр. В целом для шахт Павлограда общая сумма ожидаемого экономического эффекта составит около 300 млн. грн. в год.

Развитие систем разработки тонких пологих угольных пластов на современном этапе в ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» связано с внедрением высокопроизводительной струговой установки.

Струговые лавы на шахте Степной – первые в условиях Западного Донбасса.

Применение струговой технологии потребовало ее адаптации к специфическим условиям этих шахт и, в первую очередь, снижение сроков монтажа-демонтажа оборудования, остановка которого ежедневно обходится, примерно, в 1,5 млн. грн.

Комплекс выполненных натурных и численных исследований позволил установить закономерности проявлений горного давления в лавах, забой которых перемещается в пространстве с большой скоростью, обеспечивая добычу около 3 тыс. т. в сут.

Новым технологическим решением применительно к струговой лаве, стало обоснование формы предварительно пройденной демонтажной камеры и параметров крепи для обеспечения ее устойчивости. Благодаря использованию демонтажной камеры, время демонтажа оборудования струговой лавы сокращено на 35 дней. Экономический эффект по каждой отдельной струговой лаве достигает 100-120 млн. грн.

Внедрение стругового комплекса на шахте «Степная» с 2013 г. позволило обеспечить суммарную добычу угля в объеме почти 3,5 млн тонн, снизить зольность и себестоимость угля, обеспечить безопасные условия труда рабочих. Общий экономический эффект по сравнению с базовой комбайновой технологией добычи составил 600 млн грн.

Одним из путей достижения сжатых сроков ввода лав в работу является своевременное их оконтуривание подготовительными выработками. Учитывая высокую скорость отработки лав струговыми комплексами, сделать это можно только проводя бортовые штреки встречными забоями, при этом одна из выработок будет двигаться навстречу очистному забою. Выполненные исследования позволили обосновать параметры крепи выработки, приближающейся к забою лавы, и технологию ее проведения, что успешно реализовано на шахтах «Степная» и «Терновская».

В рамках представленной работы обоснованы параметры технологии повторного

использования участковых выработок на основе применения двухуровневой рамно-анкерной крепи и жестких околоштрековых полос. За 2013-14 гг. по ряду объединений, которые до начала реализации проекта вообще не применяли анкерную крепь, объемы внедрения достигли 67%, а на шахтах ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» доля рамно-анкерных выработок составила 72%. В ближайшее время доля лав с повторным использованием штреков на шахтах Добропольского района возрастет до 100%.

Применение новой системы обеспечения устойчивости выработок, используемых повторно позволило уменьшить необходимые объемы проведения участковых выработок, уменьшить текущие затраты на их ремонты, повысить безопасность горняков при повышении производительности труда. Фактический экономический эффект в 2016 г. составил 74 млн. грн., ожидаемый в 2017 г. – почти 150 млн. грн.

На основании полученного на шахтах «ДТЭК ЭНЕРГО» практического опыта разработаны и введены в действие ряд нормативных отраслевых документов Украины.

Интенсивная добыча угля существенно ухудшает экологическую ситуацию промышленно развитых территорий. На сегодняшний день одной из наиболее актуальных является проблема переработки отвальных пород и снижение объема их выдачи из шахты. На шахте имени Героев космоса впервые в Украине разработан и внедрен подземный дробильный комплекс для измельчения пород, поступающих из подготовительных забоев, которые вместо песка и щебня используются для изготовления твердеющих смесей в технологии крепления капитальных выработок.

В рамках выполненной работы определены оптимальные соотношения цемента, породы и различных добавок для твердеющих смесей.

Ожидаемый экономический эффект в 2017 году от использования дробленой шахтной породы только для тампонажа капитальных выработок на шахте имени Героев космоса составит 805 тыс. грн., без учета улучшения экологической ситуации за счет снижения объемов породы, выдаваемой на поверхность.

В жизненном цикле шахты существует несколько этапов, каждому из которых присущи свои виды работ, технологические особенности и степень эффективности.

Выполненный комплекс работ позволил:

- за счет вскрытия новых запасов с использованием комплекса геотехнологий и системы геомониторинга увеличить жизненный цикл угольной шахты на десятки лет;
- за счет адаптации высокоэффективных технологий добычи угля с обеспечением устойчивости капитальных и подготовительных выработок, сделать работу предприятия максимально рентабельной, а его продукцию – конкурентоспособной.

В связи с исчерпанием запасов каждое горнодобывающее предприятие со временем будет подлежать ликвидации. Опыт показывает, что ликвидация даже не рентабельной шахты обходится государству дороже, чем её функционирование с убытками, не считая потерю рабочих мест и экологические последствия. В свою очередь в регионе образуется экономически и экологически депрессивная территория, которая требует немалых государственных дотаций на содержание. В социальной сфере ликвидация горнодобывающего предприятия связана с массовым увольнением горняков, их миграцией в другие регионы, что также требует значительных государственных средств.

В практике развитых стран мира, которые уже прошли стадию ликвидации шахт, разработан комплекс мероприятий, объединенных общим названием post-mining – совокупность организационных, технологических и экономических программ, которые вступают в силу после закрытия предприятия и влияют на социально-экономическое и экологическое состояние территории. Инициация мероприятий post-mining происходит когда горнодобывающее предприятие прекращает свою деятельность и ликвидируется, как самостоятельный экономический субъект.

В рамках представленной работы предлагается принципиально иной подход к стратегическому управлению жизненным циклом шахты на основе перманентной диверсификации ее деятельности, начиная со стадии проектирования, получивший условное

название *synchro-mining*. Эта концепция предполагает реализацию бизнес-проектов различных экономических направлений синхронно к основному виду деятельности по добыче полезных ископаемых путем использования ресурсной базы горнодобывающего предприятия в течение всего его жизненного цикла. Такой подход позволит предупреждать возникновение социальных, экономических и экологических проблем, связанных с ликвидацией шахты, поскольку в условиях *synchro-mining* последняя не ликвидируется, а прекращает основной вид работы при имеющихся других рентабельных видах экономической деятельности.

Охватывая все стадии жизненного цикла горнодобывающего предприятия, *synchro-mining* включает в себя и *post-mining*, который теперь означает не решение накопившихся проблем после закрытия шахты, а поддержку ее работы в других экономических направлениях после завершения добычи угля.

Для реализации принципов и положений концепции *synchro-mining* предлагается интегрированный механизм индустриального и научного парка, который позволит регулировать отношения между властью и бизнесом, бизнесом и наукой.

В рамках программы *synchro-mining* с 2008 г. в ЧАО «ДТЭК-Павлоградуголь» внедрена система экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001:2004, а все производственные подразделения в 2010 г. сертифицированы на соответствие этому стандарту. Ряд инвестиционных проектов по охране окружающей среды реализованы всеми шахтами ЧАО «ДТЭК-Павлоградуголь».

В течение 2007-2014 гг. в рамках концепции *synchro-mining* по направлению социального партнерства реализован ряд проектов общей стоимостью 72,5 млн. грн.

Общий объем вложений в инвестиционные проекты по направлению энергосбережения и охраны окружающей среды на шахтах ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» в течение 2010-2015 гг., составил более 50 млн. грн.

Общий подтвержденный экономический эффект от внедрения разработанных технологий и объектов на шахтах «ДТЭК ЭНЕРГО» составил почти 4 млрд. грн.