

## КОНЦЕПЦИЯ ШАХТЫ XXI ВЕКА – ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ

Литвинский Г.Г

Донбасский государственный технический университет

*Запропонована і обґрунтована нова наукова доктрина підземного видобутку вугілля – «Шахта XXI століття». Розроблені пілотні проекти новітніх зразків гірничої техніки: прохідницький комбайн «MIR», фронтальні виємні і бутові агрегати, гідродократні підйом і водовідлив, нові системи розробки, вентиляції, енергопостачання, безпеки. Розраховані показники шахти XXI століття.*

В ретроспективе знаковыми ступенями развития горной промышленности следует считать моменты качественного изменения техники и технологии, скачком завершающие постепенное совершенствование количественных показателей основных производственных процессов. Так, за весь период своего развития угольная промышленность прошла несколько этапов: начиная с ручной технологии и применения простейших инструментов и приспособлений (доисторический начальный вплоть до XIX столетия), через этап механизированного разрушения угля врубовыми машинами (1920-1940) к использованию добычных комбайнов (1940-1960) и стругов (1950-2000). В 1960 -70-х гг. появились первые попытки разработать безлюдную технологию добычи угля. Наш XXI век на первый план выдвинул создание автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), качественно нового поколения горных машин и оборудования, принципы механотроники и безлюдной технологии [1].

Однако вот уже более века обобщенные показатели работы отечественной горной промышленности не улучшаются. Если в начале прошлого века добыча угля на одного занятого в промышленности работника была 1-2 т/сут., то таковой она осталась и донныне, что является признаком стагнации техники и технологии. Особенно опасна тенденция исчерпания технически доступных запасов угольных пластов мощностью более 0,8 м. В достаточно близкой перспективе придется отрабатывать тонкие и сверхтонкие (от 0,4 м) пласты угля, балансовые запасы которых превышают 220 млрд. т до глубины 1800 м, что примерно равно 2/3 балансовых запасов угля Донбасса [1].

К основным научно-техническим противоречиям и нерешенным проблемам современной горной промышленности следует отнести [2]:

- технологические схемы вскрытия, подготовки и разработки узко специфичны, сложны, требуют большого разнообразия горных машин и механизмов, предусматривают большую долю ручного труда;

- выемочные машины и комплексы оборудования непригодны для тонких пластов угля, не отвечают принципам автоматизации, фронтального воздействия на забой, поточности организации работ;

- уровень безопасности работ недопустимо низкий из-за пребывания рабочих в очистном забое, высокой температуры, выбросов угля, породы и газа, пожароопасности, неэффективности проветривания, частых катастроф (взрывы газа и пыли, обрушения пород) и др.

- горное производство экологически опасно и вредно, загрязняет поверхность шахтными водами, выбросами метана, терриконами, нарушает водный баланс территории, требует рекультивации земли и пр.

Существующие технические решения стационарных горных машин, - шахтного подъема и водоотлива, - также накопили в себе ряд нерешенных технических противоречий. Это ставит под сомнение возможность их использования на горных предприятиях будущего, особенно на больших глубинах [3].

Следует подчеркнуть, что развитие горной техники чаще всего шло путем механического копирования сущности «ручной» технологии горных процессов. Такой „консерватизм” обусловлен объективными гносеологическими причинами ее исторического развития и весьма трудно преодолевается. Очевидно, что присущие горному производству технические противоречия и недостатки уже сейчас стали серьезным препятствием для развития горной промышленности. Их преодоление следует искать на пути отказа от главных составляющих вектора инерции при развитии горной техники: каната в подъеме, трубы в водоотливе, рельса в транспорте, резца в разрушении пород, кабеля в энергообеспечении, проветривания в вентиляции, цикличности в технологии и т.д. Это заставляет пересмотреть традиционные подходы и разрабатывать альтернативные технологии и образцы техники добычи полезных ископаемых.

До настоящего времени господствовала (не всегда вполне осознанная) научная доктрина консервативного направления развития горной технологии, которая опиралась на концепцию экстенсивного совершенствования каждого из элементов горного производства, не затрагивая их сути (увеличение мощности, массы, размеров и т.д.). В целом старая доктрина в свое время не получила концептуально четкой формулировки и исторически представляет собой совокупность поэтап-

ных усовершенствований традиционных технических решений, направленных в большинстве своем на устранение «узких мест» техники и технологии.

Как доказывает история развития техники и подтверждает мировой опыт, попытки решить указанные технические противоречия на основе традиционных подходов не могут увенчаться успехом. Следует изменить основные принципы создания шахты будущего, перейти к горной технике и технологии нового уровня.

Предлагаемая здесь новая научная доктрина «Шахта XXI века» использует концепцию интенсивного развития горной техники и технологии, требующей кардинального изменения давно сложившихся и повсеместно ставших общепринятыми понятий и воззрений. Методологически это требует выявления главных технических противоречий, вычленения и формулирования важнейших проблем и поиска их нетрадиционных решений [4].

На основе ретроспективного анализа состояния горнодобывающей промышленности, выявления и формулировки принципиальных технических противоречий и их преодоления путем принятия нестандартных технических решений, базируясь на прогрессивных концепциях и законах развития технических систем была разработана новая научная доктрина «Шахта XXI века», как энергетически самостоятельное и экологически «чистое» горное предприятие, включающее :

- проходческий фронтальный комбайн КПФ «MIR» [5,6] принципиально новой компоновки для поточной технологии проходки со скоростью 50-100 м/сут горизонтальных и наклонных выработок по породам произвольной прочности с оставлением их в шахте;

- очистной фронтальный выемочный АФШВ и бутовый АФШБ агрегаты для безлюдной поточной выемки тонких и сверхтонких угольных пластов (0,4...1,5 м) произвольного угла падения со скоростью 50...70 м/сут при добыче 4...6 тыс.т/сут угля из лавы [7];

- новая система вскрытия, подготовки и разработки по поточной безлюдной технологии в нейтральной газовой среде высокогазоносных тонких и сверхтонких угольных пластов до глубины 2...3 км при оставлении всей породы в шахте, отсутствии целиков и сокращении длины подготовительных выработок в 1,5...2 раза [4];

- стационарное шахтное оборудование нового поколения, - гидродомкратный подъем и водоотлив ГДПВ (без канатов и труб), - с непрерывной работой в автоматическом режиме и использованием роторных линий загрузки и разгрузки сыпучего или воды, производительностью 700...1000 м<sup>3</sup>/час независимо от глубины [3];

- надежная система безопасности и комфортности труда на рабочем горизонте путем искусственного создания нейтральной газовой среды из метана, при полном устранении «газового барьера» и возможности катастроф (взрывы метана, возгорания угля, пожаров и пр.) с индивидуальным и групповым обеспечением воздухом и охлаждением горняков (при отказе от вентиляции) [4];

- новый принцип и система подземного энергообеспечения за счет использования метана из шахтной атмосферы как топлива в свободнопоршневых газовых дизелях («метан-дизель») при отказе от электроснабжения и связанных с ним технических проблем [4];

- околоствольный двор новой конфигурации с уменьшенным строительным объемом горных выработок в 2...4 раза, отказом от большинства громоздких и дорогих камер, упрощенными схемами транспорта, подъема, водоотлива, энергообеспечения и газообмена;

- генеральный план поверхности шахты в виде одного блока площадью до 0,2 га без внешнего водо- и электроснабжения, где предусмотрена автоматическая непрерывная отгрузка угля, использование излишков газа метана для энергетических целей, очистка воды для орошения окружающей территории (500-1000 га и более) [4];

- после последовательной, сверху вниз, отработки всех пластов угля до предельной глубины (2...3 км) стволы шахты XXI века работают в автоматическом режиме по подъему воды и дренированию метана из всего подработанного массива (создается локальный цикл кругооборота воды «массив-поверхность») как постоянный источник орошения сельхозугодий и дешевой энергии [4].

В особенности следует остановиться на проблеме подземного энергообеспечения. Высокие скорости подготовительных и очистных забоев на шахте XXI века, достигающие 100 м/сут, делают невозможным электроснабжение из-за частых подключений и смены длины силовых кабелей, что не поддается автоматизации. Эту проблему можно решить лишь применив автономные метан-дизели, топливом у которых служит газ метан, до 100% заполняющий горные выработки. Он обладает целым рядом ценных свойств: полностью безопасен при концентрации более 16-17% и имеет высокую теплотворную способностью, равную 36 МДж/кг (20 МДж/м<sup>3</sup>), что превышает энергию антрацита примерно в два раза.

Предварительные подсчеты показывают, что при одновременной работе всех подземных потребителей новой шахты (около 2 МВт) потребуется 300...360 м<sup>3</sup>/с метана из шахтной атмосферы. При суточной добыче угля 6 Гт/сут (1 Гт=1 тыс.т) достаточна метанообильность месторождения более 0,9...1,2 м<sup>3</sup>/т. Этому условию удовлетворяет боль-

шинство угольных пластов, у которых выход метана доходит до 10...15 и более м<sup>3</sup>/т. Излишек метана отводят на поверхность для утилизации. Для негазовых шахт следует перейти на обычные дизели. Этот вариант подземного энергоснабжения является наиболее безопасным, технически эффективным, экономически выгодным и экологически чистым,

Следовательно, новая концепция подземного использования метана для энергоснабжения в шахте имеет вполне реальную основу. Это дает значительные экономические выгоды и позволяет исключить многие сложные, небезопасные и дорогостоящие процессы, присущие использованию электроэнергии в шахте.

Пилотные проекты нового горного оборудования и технологии угледобычи, объединенные в единую технологическую горнопромышленную систему в виде научной доктрины «Шахта XXI века» [8], дали следующие прогнозные параметры (табл.):

Таблица - Техничко-экономической показатели шахты XXI века

Показатели технического уровня шахты	Шахта XX в.	Шахта XXI века
<u>Горно-геологические</u>		
Средневзвешенная мощность пластов, м	от 0,8	от 0,5-
Угол падения пластов, град	до 25	до 50-60
Газоносность пластов, м <sup>3</sup> /т сут. д.	до 10	любая
Глубина разработки, тыс. м	до 1	до 3-5
Водообильность, м <sup>3</sup> /час	до 500	любая
<u>Общешахтные</u>		
Суточная мощность шахты, Гг.*)	1-3	5-10
Срок строительства шахты, мес.	48-70	12-16
Нагрузка на очистной забой, Гг/сут	0,5-1	5- 7
Длина горных выработок, м/Гг добычи	12-15	6-8
Энергоснабжение	Электр.	Метан
Энерговооруженность, кВт/чел	5-7	50-100
Подъем, тип	канатный	ГДП
Водоотлив, тип	трубный	ГДВ
Производительность труда, т/чел-см	1-3	70-100
Всего персонала в смену, чел/см	300-400	15-20
Проветривание шахты	общее	нет
Срок службы горизонта шахты, лет	30-50	10-12

Себестоимость угля, грн/т	200-250	25-30
Уровень экологии и безопасности	низкий	высокий
<u>Технические участковые</u>		
Скорость очистного забоя, м/сут	2-4	50-70
Персонал на добыче угля, чел/см	20-25	2-4
Число проходческих забоев, шт	3-5	1
Персонал на проходке, чел/см	20-25	3-4
Скорость проходки, м/сут	5-10	70-90
Срок окупаемости оборудования, лет	2-4	0,3-0,5

Примечание: 1 Гг = 10<sup>9</sup> г = 1 тыс. т

Приведенные сопоставительные данные по основным технико-экономическим показателям работы сравниваемых вариантов шахт доказывают неоспоримое преимущество предлагаемой научной доктрины подземной разработки угля, основанной на нетрадиционных технических решениях и новых перспективных научных направлениях. Эти решения прошли расчетную проверку, основаны на конкретных конструкторских проработках (расчеты конструктивных элементов, гидравлических схем, выходных параметров и др.), чем доказана реальность их воплощения при существующем научно-техническом уровне промышленности. Некоторые из этих решений нуждаются в конкретизации, дополнительных исследованиях и опытно-промышленных испытаниях, что может быть под силу большому творческому коллективу ученых, проектировщиков и производственников. Такой коллектив целесообразно создать в рамках будущей приоритетной государственной программы, которая, по мнению автора, должна быть неотложно принята как стратегически важное научно-производственное направление для горной промышленности.

Следует обратить внимание на сопутствующие сложные проблемы, порождаемые научной доктриной «Шахта XXI века». Перечислим только некоторые из них: а) пути развития горного машиностроения; б) резкое снижение номенклатуры горной техники и оборудования; в) создание новой инфраструктуры вокруг шахт-участков; г) социальные проблемы переучивания и трудоустройства горняков; д) содержание учебных программ горных специальностей вузов; е) новые перспективные научные направления (подъем, водоотлив, вентиляция, транспорт, энергообеспечение, безопасность, охрана труда, экология и т.д.).

Реализация доктрины «Шахта XXI века» позволит отечественной горной промышленности не только выйти на достойное место в миро-

вой системе разделения труда и стать в ряду развитых горнодобывающих стран мира, но и заметно изменить сложившиеся стереотипы развития технических систем, существенно улучшить показатели работы всего народного хозяйства, что благоприятно скажется на социально-экономических условиях жизни всего общества.

Автор выражает благодарность Министерству просвещения и науки Украины за предоставление гранта на выполнение исследований в 2002-2004 гг., профессорам Бондаренко В.И., Гуляеву В.Г., Зборщику М.П., Семенченко А.К., Сургаю Н.С., Финкельштейну З.Л. и другим ведущим ученым-горнякам - свою признательность за проявленный интерес к работе, а г. Онтеро Хакапаа (Финляндия) - за его оригинальные идеи о принципах автоматизации горной промышленности.

#### **Литература:**

1. Garry G. Litvinsky. Problem eksploatacji cienkich pokladow w ukrainских kopalniach wegla kamiennego Zaglebia Donieckiego. Proceeding of the School of Underground Mining 2002/ - Intern. Mining Forum. – Polish Academia of Science. – Krakow: Nauka-Technica, 2002. – 343-363 pp.
2. Литвинский Г.Г. О методике и критериях оценки технического уровня горной техники. В сб.: Технология проектирования подземного строительства/ - Вестник академии строительства Украины. – Донецк: Норд-Пресс, 2003, с. 62-67.
3. Garry Litvinsky. Development Trends in Mine Hoisting and Drainage/ Proceeding of the Fifth Int. Mining Forum 2004. February 24-29/ - Cracow: A.A. Balcema, London, pp. 11-19.
4. Литвинский Г.Г. Научная доктрина «Шахта XXI века» / Сб. науч. тр. ДонГТУ: Исторические и футурологические аспекты горного дела. – Алчевск, 2005. – С.190-231.
5. Литвинский Г.Г. Настоящее и будущее проходческой техники. Proceeding of the School of Underground Mining 2003/ - Intern/ Mining Forum. – Polish Academia of Science. – Krakow: Nauka-Technica, 2003. – 234-243 pp.
6. Литвинский Г.Г. Комбайн проходческий фронтальный КПФ “MIR”. – Уголь Украины, 2005, № 7. – С. 16-19.
7. Литвинский Г.Г. Новая техника для поточной технологии добычи угля на тонких пластах. / Сб. науч. тр. ДГМИ: Перспективы развития угольной промышленности в 21 в. – Алчевск: ДГМИ, 2002. С. 54-61.
8. Garry G. Litvinsky. Science Doctrine of “The 21-th century mine”. Proceeding of MIOCEN-2005 Conference, v.2, Praga-Podebrady, 27.09-02.10.05. – Krasow: AWK GEO, 2005, pp.99-114