

УДК 622.012.2

КОНЦЕПЦИЯ ШАХТЫ XXI ВЕКА

Г.Г. Литвинский

Донбасский государственный технический университет
пр. Ленина, 1694204, г. Алчевск, Украина

Обоснована новая научная доктрина подземной добычи угля – «Шахта XXI века». Разработаны пилотные проекты новых образцов горной техники: фронтальный горнопроходческий комбайн ГПК «MIR»; агрегаты фронтальной шнековой выемки АФШВ и бутовой закладки АФШБ, новая схема подготовки и система разработки тонких угольных пластов; гидродомкратный подъем и водоотлив ГДПВ с автоматизированными роторными линиями; околоствольный двор и поверхность шахты. Оценены технико-экономические показатели шахты будущего.

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 доныне, проявляя явную тенденцию к понижению [1]. Это объясняется не только существующим структурно-финансовым кризисом в стране и даже не столько сложными горно-геологическими условиями разработки и их ухудшением с понижением глубины работ, сколько глубокими научно-техническими противоречиями, присущими горной промышленности.

В ретроспекции основными этапами развития горной промышленности следует считать периоды качественного изменения горной техники и технологии, скачком завершающие постепенное накопление изменений количественных показателей основных производственных процессов [2].

Так, за весь период своего развития угольная промышленность прошла несколько этапов: ручной технологии с применением простейших инструментов и приспособлений (доисторический начальный вплоть до конца XIX столетия), механизированного разрушения угля врубовыми машинами (1920-1940 гг.), широкого использования добычных комбайнов (1940-1960) и стругов (1950-2000 гг.).

В 1960-1970-х гг. была поставлена задача полной механизации подземных работ и появились первые, не всегда удачные попытки разработать безлюдную технологию добычи угля. XXI век на первый план выдвинул проблему создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) в горной промышленности и качественно нового поколения горных машин и оборудования, основанных на принципах мехатроники и передовой технологии.

В угледобывающей промышленности в последний период ее развития появилась тенденция снижения угледобычи комбайновым способом из-за исчерпания технически доступных по мощности запасов угольных пластов (более 0,8 м). Поэтому в достаточно близкой перспективе придется отрабатывать тонкие и сверхтонкие (от

0,3 м) пласты угля, балансовые запасы которых превышают 220 млрд. т до глубины 1800 м, что примерно равно 2/3 от всех балансовых запасов угля Донбасса [1]. Это заставляет пересмотреть традиционные подходы и разрабатывать альтернативные технологии добычи угля.

В настоящее время общепризнанно, что развитие технологии угледобычи шло по пути механизации производственных процессов, которые копировали сущность ручной исходной технологии добычи угля.

Проведенный ретроспективный анализ тенденций развития горной технологии выявил следующие ее недостатки: периодичность и многооперационность работ, технологические перерывы и частые остановки забоя, большой удельный объем выработок, низкое качество добываемого угля (зольность достигает 40-50%); дискомфортность и опасность труда; низкая производительность и надежность оборудования, высокие энергозатраты, низкая эффективность, невозможность осуществления безлюдной добычи и автоматизации работ. Поэтому добыча угля из тонких и сверхтонких пластов оказывается экономически невыгодной и даже технически невозможной при существующем уровне технологии и оборудования.

Существующие технические решения стационарных горных машин, а в особенности шахтного подъема и водоотлива, также накопили в себе ряд нерешенных технических противоречий, которые вылились в серьезные принципиальные недостатки. Это ставит под сомнение возможность использования существующих стационарных комплексов для горных предприятий будущего [7].

В частности для комплекса подъема характерно:

- циклический режим работы и динамические нагрузки, сложность автоматического регулирования и управления;
- неэффективность использования каната как тягового органа для больших глубин; его недостаточная несущая способность;
- высокие удельные затраты энергии на единицу поднимаемого груза, превышающие теоретически необходимые в 2,2...2,4 раза;
- большая масса и сложность конструкции, высокая стоимость оборудования и строительных работ.

Очевидно, что присущие канатному подъему недостатки уже сейчас стали серьезным препятствием для развития горной технологии. Их преодоление следует искать на пути отказа от главной составляющей вектора инерции конструирования шахтного подъема, которая до сих пор казалась незыблемой, – каната.

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

- технологические схемы вскрытия, подготовки и добычи узкофункциональны, плохо адаптированы к изменению горно-геологических условий, требуют большого разнообразия горных машин и механизмов, предусматривают большую долю ручного труда;
- выемочные машины и комплексы оборудования (комбайны, струги, механизированные крепи, забойные конвейеры), которые непригодны для тонких пластов угля, не отвечают принципам фронтального воздействия на забой, поточности организации работ, автоматизации управления;
- низкий уровень безопасности работ: необходимость пребывания рабочих в очистном забое, высокая температура, выбросы угля, породы и газа, пожароопас-

ность, неэффективность проветривания, частые катастрофы (взрывы газа и пыли, обрушения пород) и др.

- высокая экологическая вредность производства: загрязнение поверхности шахтными водами, выбросами метана, породой в терриконах, большие участки отчуждения земли и пр.

Как доказывает история развития техники и подтверждает мировой опыт, попытки решить эти проблемы на основе традиционных подходов не могут увенчаться успехом. Следует изменить основные принципы создания шахты будущего, перейти к горной технике и технологии нового уровня. Особенно это относится к добыче угля на тонких и сверхтонких пластах, где сосредоточено более 80 % всех запасов угля в Донбассе.

К основным научным направлениям развития горной промышленности согласно новой концепции [4] следует отнести разработку:

- фронтального проходческого комбайна, способного обеспечить поточную технологию и проходить горизонтальные и наклонные выработки со скоростью 50-100 м/сут. по породам произвольной прочности с параметрическим регулированием и оптимизацией, отвечающим принципам мехатроники [3];

- очистного фронтального агрегата, исключаяющего пребывание человека в лаве, обеспечивающего в автоматическом режиме работы выемку тонких и сверхтонких угольных пластов (от 0,4 до 1,4 м) произвольного угла падения со скоростью 50-70 м/сут. при поточной схеме организации работ и добыче 4-6 тыс.т/сут. из лавы [5];

- стационарных горных машин нового поколения, в первую очередь объединенного комплекса бесканатного подъема и беструбного водоотлива, непрерывно работающих независимо от глубины рабочего горизонта с производительностью 700 – 1000 т/час в автоматическом режиме с использованием роторных линий загрузки и разгрузки сыпучего и рудничной воды [6];

- системы энергообеспечения подземных потребителей, основанной на новой идее использования индивидуальных двигателей внутреннего сгорания на метане («метан-дизель») для каждой единицы оборудования при отказе от центрального электроснабжения [7];

- системы безопасности и комфортности труда на рабочем горизонте в условиях искусственного создания нейтральной газовой среды (метан) при индивидуальном обеспечении воздухом и охлаждением каждого из горняков и отказе от обычной схемы вентиляции, основанной на идее разбавления поступающего метана до безопасных концентраций [7];

- новой комбинированной системы подготовки и выемки высокогазоносных тонких и сверхтонких угольных пластов, предусматривающей совмещение проходческих и очистных работ, полное оставление породы в шахте, работу в нейтральной газовой среде, гравитационные силы в транспорте, сокращение длины и числа подготовительных выработок в 1,5-2 раза, пригодной для большинства горно-геологических условий,

- околоствольного двора новой конфигурации с уменьшенным строительным объемом горных выработок в 2-3 раза, с упрощенными схемами транспорта, подъема, водоотлива, энергообеспечения и проветривания;

- генерального плана поверхности шахты в виде одного блока площадью до

0,2 га, где отсутствует внешнее водо- и электроснабжение, предусмотрена автоматическая непрерывная загрузка угля в железнодорожные вагоны, использование излишков газа метана для энергетических целей, очистка воды фильтрами и направление ее на орошение окружающей территории (500-1000 га и более).

Более детально следует остановиться на проблеме подземного энергообеспечения. Высокие скорости подготовительных и очистных забоев на шахте XXI века, достигающие 100 м/сут., порождают сложную проблему электроснабжения, требующую частых подключений и смены длины силовых кабелей, что не поддается автоматизации. Эта проблема решается лишь за счет применения автономного энергообеспечения с помощью метан-дизелей, у которых в качестве топлива служит газ метан, до 100% заполняющий горные выработки.

Метан как газообразное топливо обладает целым рядом ценных свойств: он полностью безопасен при концентрации более 16-17% и обладает высокой теплоотворной способностью, равной 36 МДж/кг (20 МДж/м³), что превышает энергию антрацита примерно в два раза.

Предварительные подсчеты показывают, что при одновременной работе всех подземных потребителей новой шахты (около 2000 кВт) потребуется 300...360 м³/с метана из шахтной атмосферы. При суточной добыче угля 6 Гг/сут. (1 Гг=1 тыс.т) достаточна метанообильность месторождения более 0,9-1,2 м³/т. Этому условию удовлетворяет подавляющее число угольных пластов, у которых выход метана доходит до 10-15 и более м³/т. Излишек метана, не использованный метан-дизелями в шахте, будет выдан 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,

Эта идеология была реализована в научной доктрине «Шахта XXI века» [7], которая обладает рядом принципиальных отличий от традиционных подходов, что позволило обеспечить следующие прогнозные параметры новой горной технологии (табл.).

Т а б л и ц а

Технико-экономические показатели шахты XXI века

Показатели технического уровня шахты	Шахта XX в.	Шахта XXI в.
Горно-геологические		
1. Средневзвешенная мощность пластов, м	0,7-1,5	0,5-1,5
2. Угол падения пластов, град	до 25	до 50-60
3. Газоносность пластов, м ³ /т сут. д.	до 10	Любая
4. Глубина разработки, тыс. м	до 1	до 3-5
5. Водообильность, м ³ /час	до 500	Любая
6. Размеры шахтного поля, км	4x2	4x2
Общешахтные		
7. Суточная мощность шахты, Гг.	1-3	5-10
8. Нагрузка на очистной забой, Гг/сут.	0,5-1	4-7
9. Длина горных выработок, м/Гг добычи	12-15	6-8
10. Срок строительства шахты, мес.	48-70	12-16
11. Энерговооруженность, кВт/чел	5-7	50-100

Продолжение табл.

Показатели технического уровня шахты	Шахта XX в.	Шахта XXI в.
12. Срок службы шахты, лет	30-50	10-15
13. Производительность труда, т/чел-см	1-3	60-80
14. Всего персонала в смену, чел/см	300-400	15-20
15. Приведенные затраты, грн/т	30-50	4-6
16. Себестоимость, грн/т	200-250	25-30
17. Зольность угля, %	40-50	5-15
Технические участковые		
18. Скорость очистного забоя, м/сут.	2-4	70-90
19. Персонал на добыче угля, чел/см	20-25	2-3
20. Число проходческих забоев, шт	3-5	1
21. Персонал на проходке, чел/см	20-25	3-4
22. Скорость проходки, м/сут.	5-10	70-90
23. Срок окупаемости оборудования, лет	2-4	0,3-0,5
24. Стоимость оборудования лавы, млн. грн	5-15	1-2
25. Стоимость проходческого оборудования, млн. грн	5-9	1-2
26. Проветривание	общее	Нет
27. Участковый транспорт	рельс	ПТА
28. Энергоснабжение	Электр.	Метан
29. Подъем	канат	ГДПВ
30. Водоотлив	Труб.	ГДПВ
31. Уровень экологии, безопасности и комфортности работ	-	+

До настоящего времени господствовала (не всегда вполне осознанная) научная доктрина консервативного направления развития горной технологии, которая опиралась на концепцию экстенсивного развития 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 поэтапных усовершенствований традиционных технических решений, направленных в большинстве своем на экстенсивное развитие техники и технологии.

Предлагаемая здесь новая научная доктрина «Шахта XXI века» основана на использовании концепции интенсивного развития горной техники и технологии, основанной на кардинальном изменении давно сложившихся и повсеместно ставших общепринятыми воззрений. Методологически это требует выявления главных технических противоречий, вычленения и формулирования важнейших проблем и поиска их нетрадиционных решений.

Реализация доктрины «Шахта XXI века» позволит отечественной горной промышленности не только выйти на достойное место в мировой системе разделения труда, но и заметно изменить сложившиеся стереотипы развития технических систем, существенно улучшить показатели работы народного хозяйства, что благоприятно скажется на социально-экономических условиях жизни всего общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Garry G. Litvinsky. Problem eksploatacji cienkich pokladow w ukraińskich kopalniach wegla kamiennego Zagłębia Donieckiego. Proceeding of the School of Underground Mining 2002. - Intern. Mining Forum. - Polish Academia of Science. - Krakow: Nauka-Technica, 2002. - pp. 343-363.
2. 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. - pp. 234-243.
3. Литвинский Г.Г. Комбайн проходческий фронтальный КПФ "MIR" //Уголь Украины. - 2005. - № 7. - С. 16-19.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Литвинский Г.Г. Научная доктрина «Шахта XXI века» /Сб. науч. тр. ДонГТУ: Исторические и футурологические аспекты горного дела. - Алчевск. - 2005. - С. 190-231.

THE CONCEPT OF MINE OF XXI CENTURY

G.G. Litvinsky

The Donbass state Technical University
pr. Lenina, 16, 94204, Alchevsk, Ukraine

The new scientific doctrine of an underground coal mining - "XXI century mine" is justified. The tendered here concept of "XXI century mine" has key differences from conventional mines on a coal mining. These differences consist in design and usage of the new concept of continuous technology supplying intensive mining thin high-gassy coal seams in an inert gaseous fluid with applying of automatic complexes of mining machines and equipment. The problems on creation of frontal mining aggregates, roadheader, hoisting, drainage, ventilation, new energy supply, shaft bottom and surface complex of "XXI century mine" are solved.

Литвинский Гарри Григорьевич, докт.техн.наук, профессор Донбасского государственного технического университета, заслуженный деятель науки и техники Украины, автор 500 публикаций в области горного дела.