

УДК 622.001.5:001.8

# Перспективные научные направления развития горной техники и технологии

Литвинский Г. Г.

*Донбасский государственный технический университет, Алчевск, Украина*

---

## Аннотация

Впервые предложена и обоснована новая научная доктрина развития горной техники и технологии. Разработаны пилотные проекты принципиально новых образцов горной техники (проходческий комбайн, агрегат безлюдной выемки тонких пластов, подъём, водоотлив, вентиляция и др.). Показаны преимущества инновационной модели развития горной промышленности.

---

## 1. Введение

Горнодобывающая промышленность всего мира испытывает серьезные затруднения в своем функционировании и развитии. Особенно это характерно для угольной промышленности Украины, где вот уже более века ее обобщенные показатели работы не улучшаются. Если в начале прошлого века добыча угля на одного занятого в промышленности работника была 1–2 т/сут., то таковой она осталась на тонких пластах и донныне, что является явным признаком стагнации техники и технологии [1]. Поэтому перед горной промышленностью стоит сложная нерешенная проблемы выбора альтернативных путей развития, которые превращаются в бескомпромиссную борьбу старой и новой научных доктрин. Необходимо добиться четкого осознания и понимания стратегических направлений и тактических задач в одной из самых старых и сложных областей технической деятельности человека – в горной промышленности. В переломные периоды ее развития происходят качественные изменения техники и технологии, скачком (революционно) завершающие эволюционное совершенствование её технико-экономических показателей [2].

Целью настоящей работы является прогноз перспективных направлений развития горной промышленности путем перехода к новой научной доктрине создания поточной технологии ведения горных работ и пилотных проектов принципиально новых образцов горной техники.

## 2. Борьба старой и новой научных доктрин

Развитие горной промышленности происходит в соответствии с основными законами развития технических систем. Основными этапами развития горной промышленности следует считать периоды качественного изменения горной техники и технологии, завершающие постепенное накопление изменений количественных показателей основных производственных процессов. Так, за весь период своего развития угольная промышленность прошла несколько этапов: а) ручной технологии с применением простейших инструментов и приспособлений (доисторический начальный вплоть до XX столетия), б) механизированного разрушения угля врубовыми машинами (1920–40 гг), в) использования выемочных комбайнов (1940–80 гг.) и стругов (1950–90 гг.). В 1960–70-х гг. была поставлена задача полной механизации подземных работ и появились первые попытки разработать безлюдную технологию добычи угля. XXI век на первый план выдвинул проблему перехода на поточные безлюдные технологии с автоматизированными системами управления ими в горной промышленности.

К сожалению, развитие горной техники чаще всего шло путем механического копирования сущности «ручной» (первичной) технологии горных процессов. Такой «консерватизм» в развитии техники обусловлен объективными гносеологическими причинами ее исторического формирования и весьма трудно устраняется. Присущие горному производству технические противоречия уже сейчас стали серьезным препятствием развития техники, а их преодоление следует искать на пути отказа от главных компонент вектора инерции мышления при развитии горной техники, которые сейчас считаются незыблемыми.

Вплоть до настоящего времени господствовала не всегда вполне осознанная, – и поэтому четко не сформулированная, – старая научная доктрина **консервативного** направления развития горной технологии. Она опиралась на **поэтапные** усовершенствования **традиционных** технических решений, устранение «узких мест»; в ней преобладала концепция **экстенсивного развития отдельных** элементов технологии и техники (увеличение мощности, массы, размеров, скорости, энерговооруженности и т. д.); что вело к накоплению непреодолимых в ее рамках **технических противоречий** в технологии и технике. Старая научная доктрина базируется на неосознанном использовании реликтов инерции мышления, которые в настоящее время доминируют в сознании производителей, проектировщиков и ученых. К числу таких реликтов, от которых следует отказаться, можно отнести: **резцы** для разрушения пород, **рельсы** в подземном транспорте, **трубы** при водоотливе и вентиляции, **канаты** для подъема, **кабели** в энергоснабжении, **провода** для связи, **принудительное** проветривание в вентиляции, **цикличность** в технологии т. д.).

В настоящее время становится ясным, что, как доказывает история развития технических систем, попытки преодолеть технические противоречия на основе традиционных подходов не могут в перспективе увенчаться успехом. Для этого необходимо решительно пересмотреть и отбросить ставшие привычными технические решения, искать новые, чаще всего неожиданные, направления и подходы, которые, на первый взгляд, граничат с тем, что привыкли называть «невозможным» или «абсурдным».

Разработанная и предлагаемая нами новая научная доктрина «Шахта XXI века» [2] – это: концепция **интенсивного** развития горной техники и технологии, **кардинальное** (революционное) изменение традиционных подходов и воззрений, преодоление «**вектора инерции**» мышления, выявление и разрешение на качественно новом уровне **технических противоречий**. Четкая формулировка и осознание существующих технических реликтов в виде противоречий, тормозящих развитие промышленности и науки, позволяет поставить актуальные задачи исследований и разработать новые перспективные научные направления.

### 3. Основные нерешенные проблемы горной промышленности

Ретроспективный анализ особенностей становления и развития горной промышленности позволил выявить и установить основные нерешенные научно-технические противоречия и проблемы, к которым в первую очередь следует отнести:

– технологические схемы вскрытия, подготовки и разработки месторождений имеют узкие области применения, неоправданно сложны и специализированы, требуют большого разнообразия горных машин и механизмов и применения большой доли ручного труда;

– горные машины и комплексы оборудования громоздки, конструктивно несовершенны, имеют большую массу и энергоемкость, не отвечают принципам автоматизации, фронтального воздействия на забой, поточности организации работ;

– недопустимо низкий уровень безопасности работ из-за чрезмерного числа горнорабочих, неэффективности проветривания, высокой температуры, обрушений, неизбежных взрывов газа и пыли, пожароопасности, частых катастроф и др.

– горное производство экологически опасно и вредно для окружающей среды: загрязняет поверхность отвалами породы, водные ресурсы – сточными рудничными водами, воздушный бассейн – выбросами метана и газов, требует сложных работ по рекультивации земли и пр.

Как видно из вышеизложенного, без решения этих накопившихся проблем и противоречий дальнейшее развитие горной техники и технологии обречено на стагнацию и неминуемое вытеснение альтернативными, более дешевыми и экологически чистыми, способами и средствами получения энергии и сырья. В то же время горная техника и технология имеют большие, еще не раскрытые до настоящего времени, возможности для перехода на качественно новый технический уровень обеспечения промышленности горным сырьем и энергоресурсами [3].

### 4. Проблемы проходки горных выработок

Все подземные работы, которые выполняются в процессе горноинженерной деятельности человека, немыслимы без сооружения горных выработок различного назначения. Поэтому к одному из важнейших видов горной техники следует отнести проходческие комбайны [4]. Экстенсивное развитие комбайновой техники привело к созданию малооправданного

разнообразия различных их типов (отсутствие унификации), сложности использования в меняющихся горно-геологических условиях (низкая адаптация), чрезмерным затратам времени и средств на монтаж-демонтаж, длительным подготовительно-заключительным операциям, низким коэффициенту готовности (0,5–0,7) и использования (0,2–0,4) во времени. Основным техническим противоречием на этом направлении развития горной техники стало несоответствие функций исполнительного и напорного органов комбайна требованиям скоростного проведения горизонтальных, и невозможности сооружения наклонных и криволинейных выработок [5].

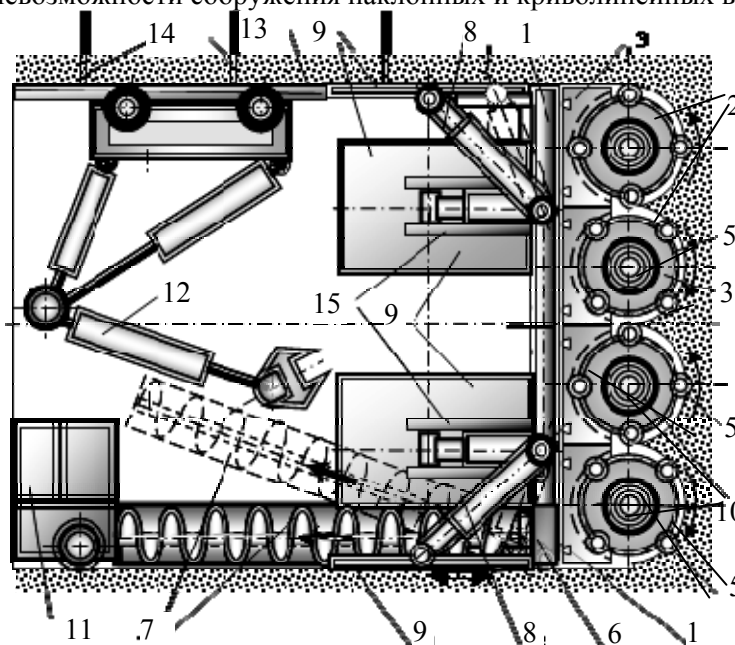


Рис. 1. Фронтальный проходческий комбайн КПФ «MIR» (Mining Intelligent Roadheader)

Основываясь на анализе и преодолении присущих комбайнам технических противоречий, нами был разработан проходческий фронтальный комбайн КПФ «MIR» [6] принципиально новой компоновки для поточной автоматизированной технологии проходки горизонтальных и наклонных выработок ( $\pm 30^\circ$ ) по породам произвольной прочности со скоростью 50–100 м/сут с оставлением породы в шахте.

Основными конструктивными элементами комбайна являются (рис. 1): 1– несущая диафрагма, 2 – шнеки-барабаны, на которых установлены шарошки 3. Шнеки вращаются гидромоторами 5, работающими по схеме «статор-колесо». Движитель комбайна распорно-шагающего типа из гидродомкратов 8 и опорных плит 9.

Особенности конструкции комбайна КПФ «MIR» дают следующие преимущества перед существующими комбайнами: **поточная** непрерывная технология, полная автоматизация работы; **универсальность** применения по крепости пород и типу выработок, простота и дешевизна конструкции; высокие **напорные** усилия на забой до 200–300 тс, разрушение прочных пород **шарошками**, исключение дорогих и громоздких редукторов (в комбайне нет валов и шестерней); точность выдерживания трассы выработки (10...30 мм), высокая маневренность (радиус поворота до 10 м); **безопасность** и комфортность труда (исключены пыль, вибрация, шум) высокая скорость проходки (50...100 м/сут), рост производительности труда в 7–12 раз; снижение стоимости проходки в 3–4 раза, период окупаемости менее 4–6 мес. Такая конструкция комбайна решает проблему скоростного строительства любых подземных горных объектов.

Предлагаемый комбайн КПФ «MIR» может составить серьезную конкуренцию на международном рынке горного оборудования существующим фирмам, его ежегодная потребность только в странах СНГ составляет 500–700 шт. в год, а экономическая эффективность от его внедрения в угольную промышленность.

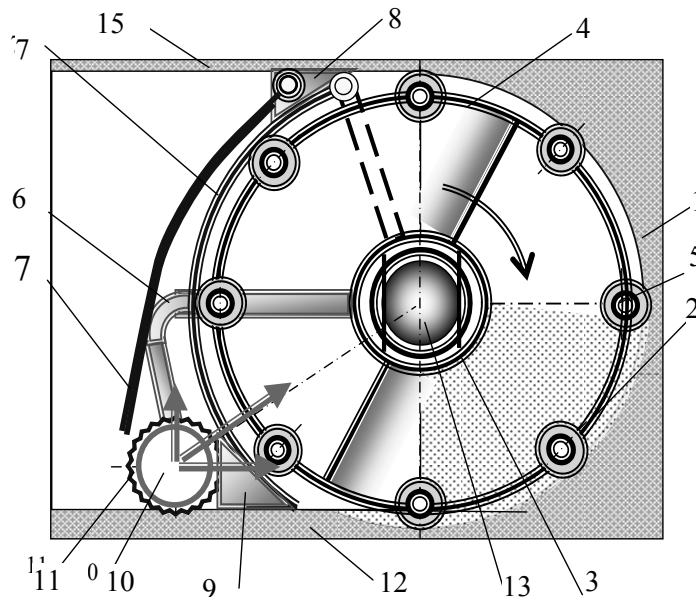


Рис. 2. Агрегат фронтальной шнековой выемки АФШВ

### 5. Техника безлюдной добычи угля из тонких пластов

Разработка тонких пластов угля – главная проблема Донбасса. Для решения проблемы безлюдной добычи угля [7] из тонких и сверхтонких пластов предложен агрегат фронтальной шнековой выемки пластов АФШВ [8]. Он имеет рабочий орган и транспортное устройство (рис. 2), выполненное из последовательно расположенных вдоль забоя лавы 1 шнековых секций (ШС) 2 с валом 3, на лопастях 4 которых установлены шарошки 5. На внешней стороне каждой секции закреплено с помощью тяг 6 щитовое ограждение 7, которое заканчивается направляющими лемехами – верхним 8 и нижним 9.

Выемочный фронтальный агрегат содержит устройство для создания усилий напора на забой и перемещения агрегата в виде приводного вала 10 с расположенными напорными катками 11, которые опираются на подошву пласта 12 и соединены распорными стержнями 6 с валом 3 шнековых секций 2. Шарошки 5 на лопастях 4 секций 2 производят эффективное фронтальное разрушение угля в пласте глубиной 20...40 мм, одновременно обеспечивая малое сопротивление вращению за счет обкатывания по забою и почве (эффект подшипника качения), что значительно снижает мощность привода для добычи угля. Наличие щитового ограждения 7 с лемехами 8 и 9 способствует транспортированию угля и устраняет его потери по лаве. Привод агрегата (дизель и насосная станция) вынесен в подготовительную выработку.

Постоянная скорость фронтального перемещения агрегата колеблется в пределах 0,05...2 мм/с. Поскольку агрегат наполовину входит в пласт угля и поэтому рабочее пространство минимально, – около половины мощности пласта, – нет необходимости в мощной механизированной крепи, а достаточным является легкое ограждение кровли щитовым ограждением. Присутствие людей в лаве полностью исключено, а в проветривании нет необходимости.

Интересен вопрос определения требуемой мощности для установленного в подготовительной выработке привода агрегата АФШВ. Даже опытные конструкторы и ученые, воспитанные на традиционных подходах и шаблонных расчетах существующей теории резания, ошибаются в своих оценках, приводя цифры 2...3 тыс. кВт, что несообразно много [13, 14]. Такие просчеты обусловлены устаревшим и изжившим себя алгоритмом определения мощности выемочных машин, которым пользуются и доныне, в том числе и в ведущих НИИ и вузах.

Для демонстрации типичных ошибок, нами выполнены расчеты, которые показывают, что для агрегата АФШВ требуемая мощность привода находится в пределах 250...300 кВт. Это хорошо согласуется и с реальными данными отечественных и зарубежных фирм изготовителей выемочного оборудования. Так, удельная энергоемкость разрушения 1 т угля резами при всех недостатках схем разрушения на комбайнах находится в пределах  $P_y = 0,4...1,2$  кВт·час/т. Если

считать, что агрегат АФШВ при длине лавы длиной 100 м имеет производительность  $Q = 200$  т/час (т.е. в смену 1200 т), то даже принимая явно завышенную энергоемкость разрушения  $P_y = 1$  кВт·час/т, получим необходимую потребную мощность

$$P = P_y \cdot Q = 1 \text{ кВт час/т} \cdot 200 \text{ т/час} = 200 \text{ кВт}$$

На самом деле затраты энергии будут значительно ниже, поскольку в агрегате предусмотрена иная, чем у комбайнов, схема разрушения угля, что дает экономию энергии:

- на 20...30 % за счет замены резцов шарошками;
- на 15...35 % за счет разрушения лишь поверхностного слоя угля на глубину 20–40 мм, тогда как у комбайна она не менее 630 мм;
- на 10...40 % за счет интенсивного отжима забоя угля при управлении кровлей плавным опусканием.

Следовательно, даже такие оценочные расчеты убедительно показывают ошибочность утверждения оппонентов о недостаточности энерговооруженности агрегата АФШВ.

Конструктивные особенности агрегата АФШВ позволили достигнуть следующих его преимуществ: универсальность и широкая область применения, простота и низкая стоимость конструкции агрегата, безлюдная добыча угля из тонких и сверхтонких пластов от 0,4 м с углами падения от 0 до 40...50 градусов, поточность технологии работ и их полная автоматизация, высокая производительность 4...6 кт/сут угля из лавы (1 кт = 1 тыс. т), исключение концевых и вспомогательных операций в лаве, работа в нейтральной газовой среде без проветривания [9], что снимает «газовый барьер». Стоимость оборудования лавы снижается в 3...5 раз, срок окупаемости агрегата менее 0,5...1 мес.

Промышленное применение агрегата АФШВ позволяет отказаться от выпуска многотипного традиционного выемочного оборудования (комбайны, струги, забойные конвейеры, механизированные комплексы и др.), перейти на унифицированную схему оснащения лав. При ежегодной добыче угля 100 млн. т для Украины необходимо выпускать 150...200 агрегатов АФШВ в год. Можно ожидать широкого их применения и в других горнодобывающих странах мира.

#### 6. Схемы вскрытия, подготовки и система разработки месторождений

В настоящее время существует большое разнообразие схем вскрытия и систем разработок. Для безлюдной выемки угля агрегатами АФШВ разработана новая универсальная система вскрытия, подготовки и разработки высокогазоносных тонких и сверхтонких угольных пластов в нейтральной газовой среде по поточной безлюдной технологии до глубины 2...3 км с оставлением всей породы в шахте, отказом от целиков и сокращением общей длины всех выработок в 1,5...2 раза.

Наиболее целесообразно вскрытие осуществлять вертикальными стволами, проходимыми в центре нижней границы шахтного поля, где сооружают минимального объема околоствольный двор. Далее широким ходом проходят пластовую магистральную выработку почти до границы шахтного поля по простиранию. Как правило, предусмотрен обратный порядок отработки столбов по падению.

Для подготовки выемочных столбов была разработана технология проходки восстающих выработок широким ходом с помощью комбайна «MIR» (рис. 3). Сущность технологии состоит в том, что комбайном сооружают выработку снизу вверх по пласту угля, а породу от проходки с помощью шнекового транспортера передают в выработанное пространство вспомогательной лавы 7, которую отрабатывают выемочным агрегатом АФШВ вслед за комбайном. Породу укладывают в выработанное пространство 8 с помощью бутового фронтального агрегата АФШБ, перемещаемого вслед за выемочным агрегатом. Это обеспечивает совмещение проходческих и выемочных работ при сооружении восстающей выработки, которая служит для нарезки выемочного столба угля. При этом породу от проходки выработок складывают в выработанном пространстве лавы 8.

Погоризонтную отработку пласта по новой технологии начинают с того, что на участке шахтного поля размерами 4 км по простиранию и 2 км по падению комбайном «MIR», путем проходки бремсбергов широким ходом, нарезают выемочные столбы 10 из магистрального штрека 2. Столбы отрабатывают по падению агрегатом АФШВ. Горные работы ведут 2 бригады горняков по 4–6 человек, – одна на подготовке столба и вторая – на выемке угля. В выработках

лучше всего создать нейтральную газовую среду (100 % метана  $\text{CH}_4$ ) без принудительного проветривания. Горняки всегда находятся в автокарах по 2 человека, где поддерживается комфортный микроклимат. При их выходе в выработку используют легкие аппараты индивидуального дыхания со сменными картриджи.

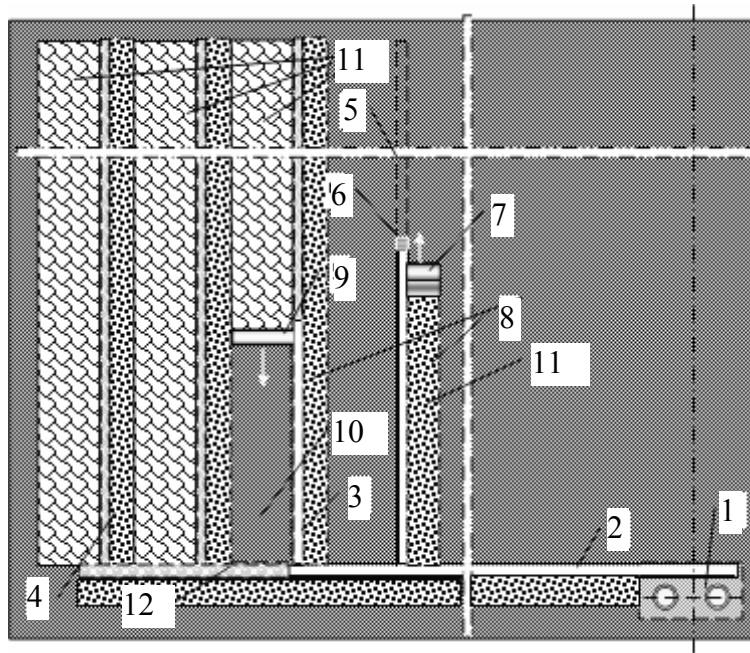


Рис. 3. Технология отработки тонких пластов угля агрегатами АФШВ (одно крыло шахтного поля)

Таким образом, в шахте работают в автоматическом режиме по поточной технологии 1 проходческий и 1 очистной забой, обеспечивая добычу угля 4...7 тыс. т/сут даже на тонком пласте угля. Время отработки одного столба шириной 100...150 м по падению (2 км) равно 2 мес., срок службы всего горизонта площадью около 8 кв. км – 8...12 лет.

#### 7. Гидродомкратный подъем и водоотлив (ГДПВ)

Важнейшей проблемой подземных работ являются стационарные машины – подъем, вентиляция, водоотлив. Существующие технические решения стационарных горных машин [10], – шахтного канатного подъема и трубного водоотлива, – также накопили в себе ряд нерешенных технических противоречий, что делает невозможным их использование на больших глубинах [11].

Подчеркнем, что уже на достигнутых к настоящему времени глубинах разработки (1000-1500 м и более) начинает исчерпываться так называемая прочная длина канатов  $L_0$ , которая указывает предельную глубину, на которой канат разрывается под собственным весом. Так, для грузоподъемных подъемов прочная длина каната равна:

$$L_0 = \sigma_z / m \gamma_0 = 160 \cdot 10^3 / (9 \cdot 78) = 228 \text{ м},$$

где  $\sigma_z$  – временное сопротивление разрыву металла проволок каната,  $\sigma_z = 160...180$  МПа;  $m$  – запас прочности каната,  $m = 9$ ;  $\gamma_0$  – фиктивный объемный вес каната,  $\gamma_0 = 78$  кН/м<sup>3</sup>. Поэтому необходимо уменьшать запас прочности в 2...3 раза.

Анализ показал, что современный шахтный подъем обладает серьезными принципиальными недостатками, что ставит под сомнение возможность его использования для горных предприятий будущего:

- неэффективность использования каната для больших глубин разработки; его недостаточная несущая способность, возможность обрыва, низкая производительность подъема;
- высокие удельные затраты энергии на единицу поднимаемого груза, превышающие теоретически необходимые в 2,2...2,4 раза;

- циклический режим работы, сложность автоматизации, динамические нагрузки на несущие элементы конструкций и ответственные детали оборудования;
- большая масса и сложность конструктивного исполнения, высокие трудоемкость и длительность строительных работ и монтажа;
- громоздкость и сложность горнотехнических зданий и сооружений для подъема, многочисленность и дороговизна горных выработок и подземных коммуникаций.

Указанные технические противоречия, присущие канатному подъему, являются серьезным препятствием для развития горных предприятий. Решение этого технического противоречия следует искать на пути отказа от главной составляющей вектора инерции конструирования шахтного подъема, которая до сих пор казалась незыблемой, – от каната [12].

Нами выполнен анализ наиболее перспективных направлений развития шахтного подъема, на основании чего предложено альтернативное и, на первый взгляд, необычное решение этой проблемы – гидро домкратный подъем и водоотлив (ГДПВ). Он включает в себя (рис. 4) подъемные сосуды 1 (боксы) емкостью около  $1 \text{ м}^3$ , проложенные в стволе проводники 2, гидродомкраты 3, установленные на опорных станциях 4, расположенных в стволе через 120...250 м. Параллельно с колонной боксов по подъему грузов 14 в стволе движется со скоростью 0,2...0,3 м/с такая же колонна 15 по спуску пустых боксов 1 в шахту.

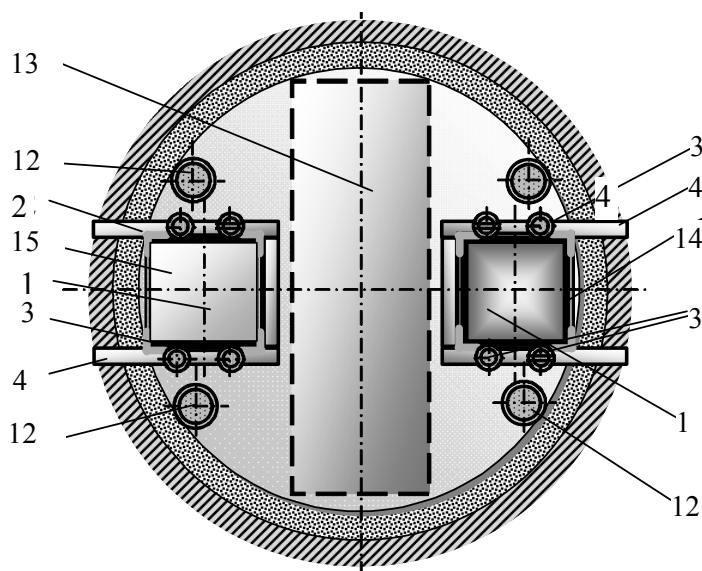


Рис. 4. Гидродомкратный подъем и водоотлив ГДПВ в стволе

Гидродомкраты 3 подключены через напорную и сливную гидромагистраль 12 к стационарному гидронасосу. Для вспомогательного подъема предусмотрен аэропоршневой лифт 13. ГДП работает непрерывно в автоматическом режиме под управлением компьютера. На нижнем горизонте боксы 1 через промежуточный бункер с помощью автоматической роторной линии, занимающей в стволе площадь  $3 \text{ м}^2$ , заполняются сыпучим или водой и поднимаются в виде грузовой колонны 14 боксов, а на поверхности работает компактная ( $3 \text{ м}^2$ ) автоматическая роторная линия разгрузки боксов.

Расчеты показали, что производительность одного ствола с ГДПВ составляет  $20 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  и не зависит от глубины подъема, удельные затраты энергии на  $1 \text{ т}$  груза в 2 раза ниже, чем у современного канатного подъема, стоимость оборудования и обслуживания снижаются в 3–4 раза, исключаются подъемные машины, копры, канаты, приствольные камеры, здания на поверхности и т. д. При добыче полезного ископаемого 5–7 кт/сут запас производительности ( $35...40 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  для двух стволов) позволяет осуществить рудничный водоотлив, отказавшись от насосов, труб, сложного оборудования, камер водоотлива и т. д.

## 8. Энергообеспечение, экология и другие системы шахты XXI века

В дополнение к основным технологическим звеньям подземного предприятия отдельно следует остановиться на проблеме подземного энергообеспечения. Высокие скорости подготовительных и очистных забоев на шахте XXI века, достигающие до 100 м/сут, делают невозможным электроснабжение двигающихся потребителей из-за необходимости частых подключений и смены длины силовых кабелей, что не поддается автоматизации, требует ручного труда и поэтому неприемлемо.

Эту проблему можно решить, применив автономные энергосистемы из свободнопоршневых метан-дизелей, работающих на дизельном топливе (в рудниках) или окружающем их газе метане (в угольных шахтах) при создании в горных выработках нейтральной газовой среды из 100 %  $\text{CH}_4$ .

Важно помнить, что метан обладает целым рядом ценных свойств: теряет способность гореть и взрываться (полностью безопасен) при концентрации более 16...17 % и имеет высокую теплотворную способность, 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 энергии в новой шахте (общей мощностью около 2 МВт), потребуется 300...360 м<sup>3</sup>/с метана из шахтной атмосферы. При суточной добыче угля 4...6 кт/сут достаточно, чтобы метанообильность месторождения была более 0,9...1,2 м<sup>3</sup>/т. Этому условию удовлетворяет большинство угольных пластов газовых шахт, а у некоторых выход метана доходит до 10...15 м<sup>3</sup>/т и даже более. Излишки метана отводят на поверхность как дополнительный энергоресурс для утилизации.

Рассмотренный нами вариант подземного энергоснабжения является наиболее безопасным, технически эффективным, экономически выгодным и экологически чистым. Новая концепция использования метана для подземного энергоснабжения в шахте дает значительные экономические выгоды и позволяет исключить многие сложные, небезопасные и дорогостоящие оборудование и процессы, присущие использованию электроэнергии в шахте.

Кроме того, по-новому в шахте XXI века решаются вопросы управления кровлей в лаве, крепления, поддержания и охраны подготовительных горных выработок, транспорта угля, материалов, оборудования и людей, существенно изменятся процессы, присущие подземной газо- и гидродинамике. Поскольку забои очистных и подготовительных выработок перемещаются с высокой, ранее недостижимой, скоростью до 100 м/сут, проявления горного давления будут иметь качественно иные особенности, изменяющие в благоприятную сторону условия отработки пластов. Так, в лаве на тонких пластах управление кровлей кардинально упростится, поскольку полное обрушение сменится плавным опусканием кровли, поскольку скорость лавы 50...100 м/сут намного больше критической скорости 10...20 м/сут, ниже которой может происходить обрушение кровли. Это, в свою очередь, неминуемо вызовет существенное увеличение концентрации напряжений на кромке забоя лавы, что будет способствовать более интенсивному раздавливанию краевой части пласта и заметно облегчит выемку угля фронтальными шнековыми агрегатами АФШВ.

После последовательной полной отработки всех имеющихся на шахтном поле пластов угля сверху вниз на шахтном поле (2×4 кв. км) до предельной глубины (2...3 км), стволы шахты XXI века оставляют для работы в автоматическом режиме по подъему воды и дренированию метана из всего подработанного массива. Это создает локальный цикл кругооборота воды «массив-поверхность» на шахтном поле, превращаясь в постоянный источник орошения сельхозугодий в зоне рискованного земледелия (аридных зон) и дешевой энергии из дренированного шахтного метана.

Таким образом, обеспечивается создание ранее неосуществимых форм инфраструктуры вокруг шахт-участков и превращение их в горно-аграрные региональные анклав, выполняющие функции выработки энергии и использования метана из окружающего массива, получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции, восстановления и охраны окружающей среды, сохранения и улучшения экологии. При этом достигается:

- облагораживание района горных разработок, создание экологически чистой территории в окрестности горно-аграрного анклава за счет полного исключения вредных выбросов;
- во время и после отработки запасов до глубины 2...3 км и более оставленные стволы шахты с ГДПВ дают источник воды и  $\text{CH}_4$  (энергия);



- использование воды (200...400 м<sup>3</sup>/ч и более) для капельного автоматического полива и орошения окружающих полей, теплиц и оранжерей (расход 300 л/кв.м, площадь орошения 1000...5000 га);
- создание альтернативного оборота воды по схеме «поверхность – горный массив» в регионе, решение аграрных проблем в регионе,
- создание поселков на 2–5 тыс. жителей из коттеджей с участками 0.1...0,2 га земли и ландшафтным дизайном для круглогодичного выращивания овощей и фруктов в парниках, посадка плодово-ягодных садов, рощ, лесополос с кедрами, дубами и ореховыми деревьями по контуру горно-аграрного анклава

Разработанная концепция шахты исключает необходимость подвода к ней каких либо источников энергии, т. к. она энергетически самодостаточна за счет использования газа метана при попутной его добыче. На поверхности отсутствует ж/д транспорт, все транспортные потребности решаются за счет автодороги (люди, материалы и оборудование), а уголь отправляют потребителю на 20...30 км с помощью гидротранспорта по трубе диаметром 400 мм.

### 9. Общие показатели шахты XXI века

Пилотные проекты нового горного оборудования и технологии угледобычи, объединенные в единую технологическую горнопромышленную систему в виде научной доктрины «Шахта XXI века», дали следующие прогнозные параметры (табл. 1):

Табл. 1. Техничко-экономические показатели шахты XXI века

Показатели технического уровня шахты	Шахта	
	XX века	XXI века
Суточная мощность шахты, кт	1–3	5–10
Срок строительства шахты, мес.	48–70	12–16
Нагрузка на очистной забой, кт/сут	0,5–1	5–7
Длина горных выработок, м/кт добычи	12–15	6–8
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	8–12
Себестоимость угля, \$/т	40–50	5–7
Скорость очистного забоя, м/сут	2–4	50–70
Срок окупаемости оборудования, лет	2–4	0,3–0,5

Приведенные сопоставительные данные по основным технико-экономическим показателям работы сравниваемых вариантов шахт доказывают неоспоримое преимущество предлагаемой научной доктрины подземной разработки угля. Эти решения прошли расчетную проверку, основаны на конкретных конструкторских проработках (расчеты конструктивных элементов, гидравлических схем, выходных параметров и др.), что подтверждает реальность их воплощения при существующем научно-техническом уровне промышленности.

### 10. Выводы

Выявлены и сформулированы принципиальные недостатки и технические противоречия горнодобывающей промышленности, показаны перспективные направления их преодоления путем принятия нестандартных технических решений, основанных на прогрессивных концепциях и законах развития технических систем. В результате предложена новая научная доктрина шахты в виде энергетически самодостаточного и экологически «чистого» горного предприятия.

Реализация новых перспективных научных направлений (техника проходки, добычи, вентиляция, подъем, водоотлив, энергоснабжение, экология и др.) позволит отечественной горной промышленности и машиностроению выйти на достойное место в мировой системе

разделения труда и конкуренции, решить проблему обеспечения народного хозяйства страны энергоресурсами и сырьем, заметно повысить социально-экономический уровень жизни народа.

### Библиографический список

1. Garry G. Litvinsky. Problem eksploatacji cienkich pokladow w ukrain-skich 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. Научная доктрина «Шахта XXI века» – Уголь, 2006, № 10, – С. 44–46
3. 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.
4. Малевич Н. А. Горнопроходческие машины и комплексы. –М.: Недра. 1980.– 384 с.
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. 12–16.
7. Выемка угля безлюдными способами/А. Е. Левкович и др. – Киев: Техника, 1992. – 214 с.
8. Литвинский Г. Г. Агрегат для безлюдной выемки тонких пластов угля. – Уголь Украины, 2006, № 3. – С. 16–19.
9. Пучков Л. А., Красок Н. Н., Мазикин В. П. Технология интенсивной отработки высокогазоносных пологих угольных пластов в инертной среде. – М.: МГУ, 1994. – 17 с.
10. Федоров М. М. Шахтные подъемные установки – М.: Недра, 1979. – 385 с.
11. Garry G 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.
12. Литвинский Г. Г. Гидродомкратный подъем и водоотлив. – Уголь Украины, 2005, № 10. – С. 22–24.
13. Отклики на статью Г. Г. Литвинского «Агрегат для безлюдной выемки тонких пластов» – Уголь Украины, – 2007, № 1, 2, 3, – С. 43–48.
14. Литвинский Г. Г. К проблеме безлюдной выемки тонких пластов угля (ответ оппонентам). – Уголь Украины, – 2008, № 5. – С. 41–44.

© Литвинский Г. Г., 2009 г.