

Проф., д-р техн. наук Литвинский Г.Г.

(ДонГТУ, ligag@ya.ru)

НАУЧНАЯ ДОКТРИНА «ШАХТА XXI ВЕКА»

В ДонГТУ обоснована новая научная доктрина подземной добычи угля – «Шахта XXI в.». 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.

Ключевые слова: *тонкие пласты, горная техника, безлюдная технология, горнопроходческие комбайны, выемочные агрегаты, система разработки, проветривание, подъем, водоотлив, околоствольный двор, поверхностный комплекс, шахта будущего*

ВВЕДЕНИЕ

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, 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. К сожалению, эта сторона проблемы до настоящего времени специалистами и руководством отрасли полностью не осмыслена.

Развитие горной техники чаще всего шло путем механического копирования сущности «ручной» (первичной) технологии горных процессов. Такой „консерватизм” в развитии техники обусловлен объективными геологическими 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 при развитии горной техники, которые сейчас считаются незыблемыми.

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: ручной технологии с применением простейших инструментов и приспособлений (доисторический начальный вплоть до XX столетия), механизированного разрушения угля врубовыми машинами (1920-1940), использования добычных комбайнов (1940-1960) и стругов (1950-2000). В 1960 -70-х гг. была поставлена задача полной механизации подземных работ и появились первые попытки

разработать безлюдную технологию добычи угля. XXI в. на первый план выдвинул проблему создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) в горной промышленности.

До настоящего времени господствовала не всегда вполне осознанная старая научная доктрина консервативного направления развития горной технологии, которая опиралась на поэтапные усовершенствования традиционных технических решений, устранение «узких мест»; концепция экстенсивного развития отдельных элементов технологии и техники (увеличение мощности, массы, размеров, скорости, энерговооруженности и т.д.); накопление непреодолимый 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 (резцы для разрушения пород, рельсы в подземном транспорте, трубы при водоотливе и вентиляции, канаты в подъеме, кабели в энергоснабжении, провода для связи, принудительное проветривания в вентиляции, цикличность в технологии т.д.).

Предлагаемая новая научная доктрина «Шахта XXI века» [3] - это: концепция интенсивного развития горной техники и технологии, кардинальное изменение традиционных подходов и воззрений, преодоление «вектора инерции» мышления, выявление, осознание и решение 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.

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

- 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;

- выемочные 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 неэффективности проветривания, высокой температуры, обрушений, пожароопасности, частых катастроф и др.

- горное производство экологически опасно и вредно, загрязняет поверхность рудничными водами, выбросами метана и газов, отвалами породы, нарушает водный баланс территории, требует рекультивации земли и пр.

Без решения этих 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 богатые еще не раскрытые в настоящее время возможности.

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, основанной на 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.

Предлагаемая новая научная концепция «Шахта XXI в.» обладает рядом принципиальных отличий от традиционных подходов. Эти отличия состоят в разработке новой концепции поточной проходческо-выемочной технологии, обеспечивающей интенсивную разработку тонких высокогазоносных угольных пластов на больших глубинах в инертной газовой среде с применением новых автоматизированных комплексов горных машин и стационарного оборудования. Высказанные в данной работе идеи, а также конкретные конструкторские и технологические разработки полезны не только для горной промышленности, но и обладают межотраслевым значением, поскольку позволяют пересмотреть ряд важных аспектов развития технических систем и стимулировать новые подходы в смежных областях техники.

1 Проходческий фронтальный комбайн “MIR”

Основным направлением развития горнопроходческих работ во всем мире признан комбайновый способ проведения выработок, так как он способен совместить во времени все основные процессы и обеспечить поточность горнопроходческой технологии [2].

Существует неоправданно большое разнообразие различных конструкций проходческих комбайнов (ГПК), которые по типу исполнительного органа делятся всего на два типа – избирательного или бурового действия. Им присущ ряд принципиальных недостатков:

- узкая область применения, низкая маневренность, тяжелые дорогостоящие редукторы и громоздкость конструкции;
- непригодность к автоматизации процесса проходки, низкая адаптивность, чрезмерные затраты времени и средств на монтаж-демонтаж, низкий коэффициент готовности;
- дискомфортные условия труда в забое: высокие запыленность, шум, вибрации, стесненность, повышенная температура, загромождение выработки; опасность обрушений пород.

Основываясь на анализе тенденций развития горнопроходческой техники, прогнозах по ее совершенствованию и требованиях горного производства [2,3], нами разработан новый фронтальный ГПК «MIR» (Mining Intelligence Roadheader). Конструкция ГПК основана на принципах поточности технологии и фронтального разрушения пород в забое, что позволяет по-новому решить базовые вопросы компоновки, энергообеспечения, передвижения и распора ГПК при выполнении им основных проходческих операций.

Исполнительный орган ГПК (рис. 1) выполнен в виде несущей силовой диафрагмы 1, выполняющей функцию корпуса, на которой закреплены попарно горизонтальные шнеки 2 (или, в ряде случаев, барабаны) с помощью опор 3 на каждом уровне диафрагмы 1. Шнеки с опорами и частью диафрагмы выполнены как самостоятельные унифицированные сборные модули в виде пристыкованных секций

(их, как правило, восемь). Все шнеки 2 смежных секций вращаются в противоположных направлениях, для чего имеют противоположную навивку лопастей 4. Последние снабжены разрушающим инструментом 5 в виде шарошек (для слабых пород допустимы армированные резцы). Внизу диафрагмы 1 сделан проем 6, к которому примыкает погрузочно-транспортное средство 7 (шнековый или ковшовый транспортер).

Двигатель ГПК выполнен в виде пространственно-распорной системы попарно-симметричных гидродомкратов 8, каждый из

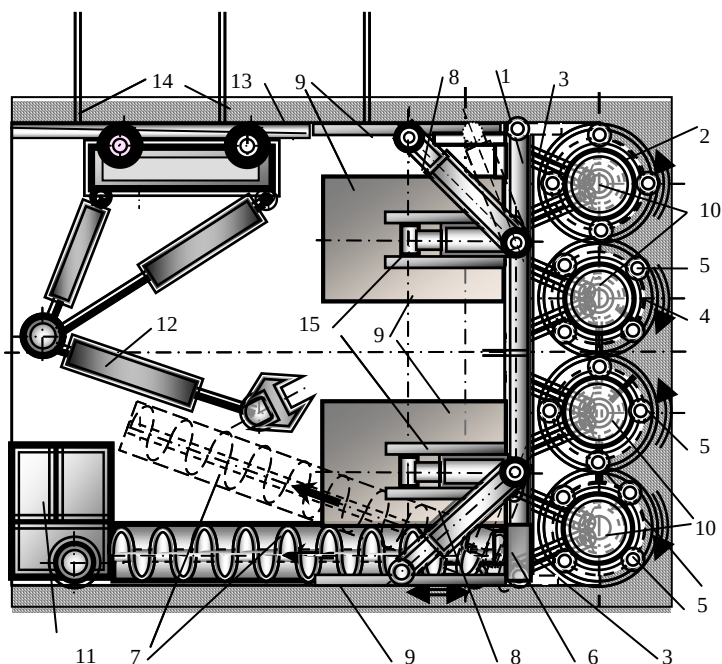


Рис. 1. Общий вид фронтального комбайна ГПК «MIR»

которых шарнирно установлен между диафрагмой 1 и опорной плитой

9, которая плотно ими прижата к плоской породной поверхности выработки. Гидродомкраты 8 и опорные плиты 9 совершают возвратно-поступательное движение при передвижении ГПК, не загромождая призабойное пространство выработки.

ГПК оборудован объемным силовым высокомоментным гидроприводом, исключаяющим сложные, громоздкие и дорогие редукторы. Для этого шнеки 2 исполнительного органа приводятся в движение вмонтированными в них гидромоторами 10, работающими по схеме «статор-колесо». Гидромоторы подключены высоконапорными гидромагистралями к силовому блоку гидронасосов, установленных совместно с метан-дизелями (см. далее) в двух энергопоездах 11, которые передвигаются вслед за ГПК. Для выполнения монтажно-демонтажных и вспомогательных операций служит забойный манипулятор 12 на монорельсовой дороге 13, которая подвешена к кровле с помощью анкерного крепления 14.

Выработка покрывается экструзионной стекло-пластмассовой оболочкой толщиной 10-15 мм и прочностью до 100 МПа, возводимой методом экструзии по периметру диафрагмы комбайна. Анкерное крепление 14 возводится с помощью автоматизированных буроанкерных установщиков, работающих на подземных автокарах.

Управление ГПК в пространстве обеспечивается автоматически лазерным указателем направления (ЛУН) с высокой точностью.

ГПК обеспечивает поточную (непрерывную) технологию проведения горизонтальных и наклонных выработок произвольного назначения. Комбайн «MIR» решает проблему скоростного строительства и подготовки новых шахт и рудников, может быть

высококонкурентной продукцией на внешнем рынке горной техники. Ориентировочная стоимость ГПК «MIR» по укрупненным показателям составляет 800-900 тыс. грн, срок окупаемости около 0,8-1 года. Потребность только для угольной промышленности Украины составляет 150-200 шт. в год. Основные показатели КПФ «MIR» отражены в табл. 1. [4]

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели ГПК «MIR»

Показатель	Пределы изменения показателя
Форма выработки Угол наклона выработки	прямоугольная от -30 до +50 град.
Размеры выработки: ширина, м высота, м	от 3,5 до 6,5 от 2 до 5
Предельная прочность пород на сжатие, МПа	до 200
Скорость подачи ГПК на забой, м/мин	0 - 0,1
Габаритные размеры, м ширина и высота толщина исполнительного органа длина с транспортером и энергопоездом	по размерам выработки 1,0-1,2 3,0-4,0
Установочная мощность двигателей, кВт	200-500
Масса забойной части ГПК, т	8-10
Скорость проходки выработки, м/час.	3-6
Численный состав бригады, чел	2
Производительность ГПК по отбойке, т/мин	1,0-3,0

2 Альтернативная технология добычи угля – агрегат фронтальной шнековой выемки АФШВ

В угледобывающей промышленности в последний период ее развития появилась тенденция снижения угледобычи комбайновым способом из-за истощения 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 общепризнано, что развитие технологии угледобычи шло по пути механизации производственных процессов, которые копировали сущность ручной исходной технологии добычи угля. Такой „консерватизм” в развитии горной технологии обусловлен объективными причинами ее исторического развития и весьма трудно преодолевается. 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 оборудовании.

Решает эту проблему агрегат шнековой фронтальной выемки АФВШ пластов [5]. Он имеет рабочий орган и транспортное устройство (рис. 2, 3), выполненное как единое целое из последовательно расположенных вдоль забоя лавы 1 шнековых секций 2 с валом 3, на лопастях 4 которых установлены шарошки 5. На внешней стороне каждой шнековой секции 2 закреплено с помощью стержней 6 щитовое ограждение 7, которое заканчивается направляющими лемехами 8 и 9.

Кроме того, устройство для создания усилий напора на забой и перемещения агрегата выполнено в виде присоединенного к каждой шнековой секции 2 приводного вала 10 с расположенными напорными катками 11, которые опираются на подошву пласта 12 и соединены распорными стержнями 6 с валом 3 шнековых секций. При этом секции как шнекового 3, так и приводного 10, валов соединены друг с другом с помощью полукарданного сочленения 13, которое передает вращение и допускает угловое перемещение соседних валов только в вертикальной плоскости. Первая (кутковая) шнековая секция 2 со стороны массива выполнена как коронка для бурения в виде оболочки обращения 14, на которой размещены шарошки 5 для выбуривания угля вдоль лавы.

Установленные шарошки 5 на лопастях 4 позволяют обеспечить эффективное фронтальное разрушение угля в пласте, одновременно

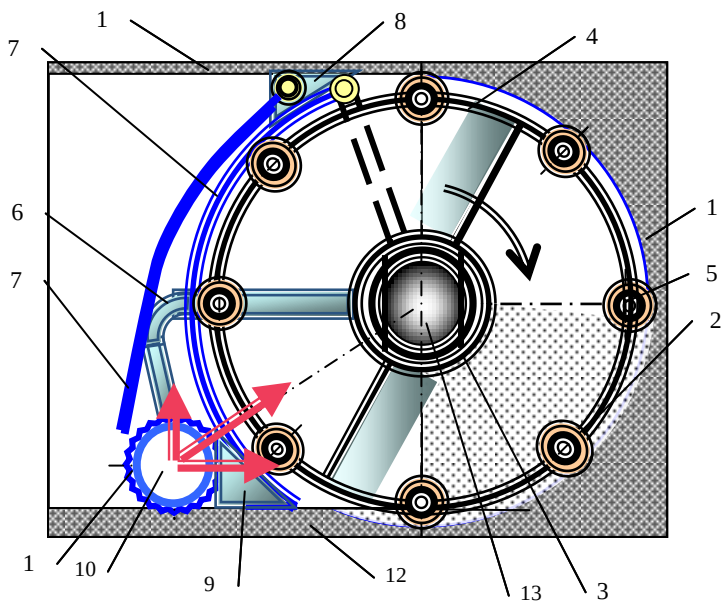


Рис. 2. Агрегат фронтальной шнековой выемки тонких и сверхтонких пластов угля

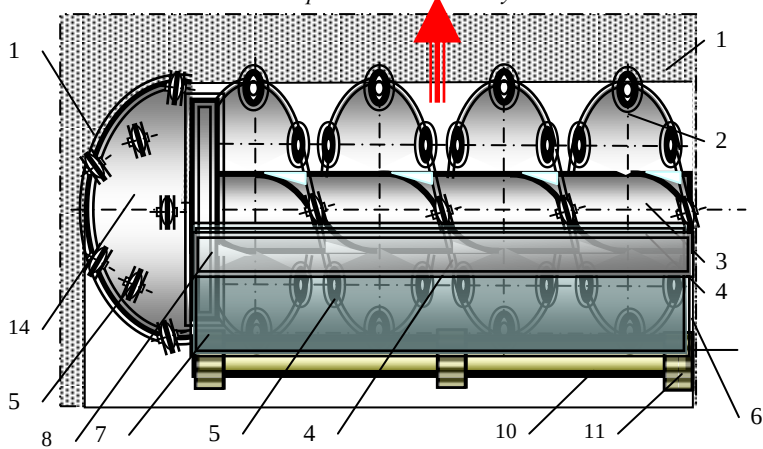


Рис. 3. Концевая (кутковая) секция агрегата АФШВ, вид сверху

обеспечивая малое сопротивление вращению шнеков 2 (эффект подшипника качения). Это значительно снижает мощность привода для добычи угля. Наличие щитового ограждения 7 создают замкнутость транспортного пространства в шнековых секциях 2, что увеличивает эффективность транспортирования угля и устраняет его потери по лаве.

Напорные катки 11, которые опираются на подошву пласта 12, обеспечивают при своем вращении необходимый напор на забой лавы, что заставляет агрегат передвигаться вперед, а шарошки 5 - эффективно разрушать уголь в забое лавы. Полукарданное сочленение валов 3 и 10 позволяют агрегату приспособиться (адаптироваться) к гипсометрии пласта за счет углового поворота валов в вертикальной плоскости.

Кроме того, такое сочленение валов обеспечивает прямолинейность лавы, что важно для безаварийного ее продвижения. Коронка для бурения на кутковой шнековой секции позволяет быстро пробурить скважину и тем самым установить агрегат в пласте.

Агрегат АФШВ работает следующим образом. Перед началом добычи угля из выработки выбуривают разрезную печь с помощью кутковой (первой) шнековой секции. Постепенно по мере продвижения буровой скважины наращивают шнековые секции 2 одна за другой, пока буровая скважина не достигнет необходимой глубины. После этого включают двигатели, которые одновременно вращают шнековые секции 2, и с помощью катков 11 напорного устройства прижимают шарошки 5 на лопастях 4 шнеков к угольному забою 1. Шарошки 5 входят в контакт с угольным забоем 1 и разрушают его

кромку, которая на глубину 30-50 мм будет всегда раздавленная опорным давлением пород перед забоем 1 лавы, и уголь почти без усилий будет ссыпаться внутрь шнековых секций 2. Последние, вращаясь в пределах мощности пласта (частота обращения 1-2 герц), опираются при этом на шарошки 5, как на подшипники качения, что значительно снижает сопротивление вращению.

Щитовое ограждение 7 удерживает разрушенную массу угля в пределах шнековых секций 2, а направляющие лемехи 8 и 9 подчищают уголь с подошвы 12 и кровли 15 пласта, обеспечивая агрегату устойчивость передвижения в пласте. По мере движения забоя 1 напорное устройство, благодаря вращению своего вала 10 (с частотой 0,002...0,001 герц) и насаженных на него катков 11, прижимает шнековые секции 2 к забою 1, постепенно продвигая агрегат вперед по пласту. Сам агрегат наполовину проникает в пласт угля и потому горное давление воспринимает кромка угольного пласта.

Скорость фронтального перемещения агрегата колеблется в пределах 0,05...2 мм/с. Для мощности пласта 0,5 м поток угля из агрегата может превысить 70...100 кг/с. Деформирование кровли не успевает за высокой скоростью лавы (3-4 м/ч), консоль основной кровли увеличивается, что переводит управление горным давлением в лаве от традиционного полного обрушения к более безопасному и прогнозируемому плавному опусканию. Поскольку присутствие людей в лаве полностью исключено, в проветривании лавы нет необходимости.

Таблица 2 - Техничко-экономические показатели агрегата АФШВ

Наименование показателей	Значение
1. Длина очистного забоя, м	до 150 м
2. Угол падения пласта, град.	от 0 до 50
3. Мощность пласта угля, м	от 0,4 до 1,2
4. Скорость движения лавы, м/час	2-4
5. Установленная мощность двигателей, кВт	250-400
6. Масса 1 м агрегата в лаве, кг/м	200-300
7. Производительность на пласте 0,7 м в лаве длиной 100 м, т/час	150-200
8. Численность сменной бригады механиков, чел	2
9. Стоимость агрегата АФБШ на лаву 100 м, тыс. гр.	300-500
10. Срок окупаемости при внедрении, мес.	3-5

3 Проблема оставления породы в шахте

На современных шахтах протяженность горных выработок доходит до 40-50 и более км, при этом требуется проведение 10-15 м подготовительных выработок на каждую 1000 т добычи угля. Это значит, что на каждую 1000 т добытого угля необходимо разрабатывать 150-200 куб. м породы, а на тонких пластах это количество возрастает до 300-400 куб. м. Себестоимость угля при этом возрастает на 30-35%, а порода, выдаваемая из шахты, представляет собой настоящее экологическое бедствие для окружающей среды.

Существующая технология оставления породы в шахте способом закладки является весьма несовершенной: узкая область применения, нерешенность вопросов транспорта породы в раскошку, сложность технологии, ручной и небезопасный труд.

Нами предложена новая технология проведения пластовых подготовительных выработок с оставлением породы в раскосе и попутной добычей угля. Общая технологическая схема отработки тонкого пласта угля представлена на рис. 4. Технологическая схема этажной отработки агрегатом АФШВ тонкого пологого пласта угля заключается в предварительной проходке по простиранию пласта магистрального штрека комбайном MIR.

При этом на некотором расстоянии от проходческого забоя с технологическим отходом 10-20 м начинают параллельно работать два агрегата, - выемочный АФШВ и бутовый АФШБ, - для создания раскоски. Минимальная ширина раскоски определяется из условия размещения всей породы от проходки выработки в выработанное

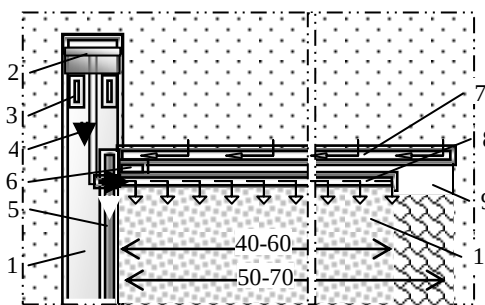


Рис. 4 – Технологическая схема проведения бремсберга ГПК MIR с применением агрегатов АФШВ и АФШБ

1 – бремсберг; 2 – комбайн «MIR»; 3 – энергопоезд; 4 – породный конвейер; 5 – угольный конвейер; 6 – привод выемочного 7 и бутового 8 агрегатов; 9 – выработ. пространство; 10 – раскоска

пространство. Для пласта мощностью 0,5 м и площади сечения выработки 10 кв. м требуемая ширина раскоски составляет около 40-50 м. Уголь от разработки пласта агрегатом АФШВ транспортируется по подготовительной выработке к стволу.

При скорости проходки 3 м/час идет попутная добыча угля производительностью 40-50 т/час.

Параллельно с выемочным агрегатом АФШВ работает бутовый агрегат АФШБ, который всю породу от проходки размещает шнеком за лавой в выработанном пространстве.

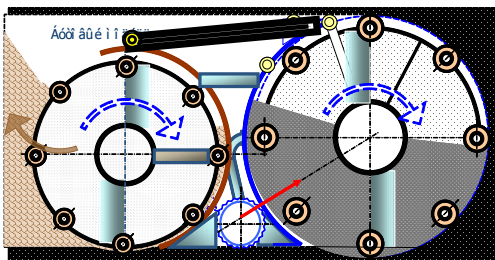


Рис. 5 – Совместная работа системы выемочного АФШВ и бутового АФШБ агрегатов при проходке пластовой выработки широким ходом

Тем самым обеспечивается экологически чистая добыча угля без транспорта и складирования породы на поверхности шахты за счет своеобразного «обмена» породы на

уголь.

Бутовый модуль АФШБ конструктивно во многом подобен агрегату АФШВ. Общий вид обоих агрегатов в работе представлен на рис. 5 в виде разреза перпендикулярно линии очистного забоя

Главным его элементом является шнек, на лопастях которого расположены вместо шарошек катки, облегчающие вращение шнека. Механизированная укладка породы способствует сохранению устойчивости выработки в процессе ее эксплуатации. При этом горное давление используется для разрушения кромки пласта; а за счет безлюдной универсальной поточной технологии добычи угля обеспечивается безопасность работ и комфортные условия труда. Таким образом, новая техника и технология угледобычи делает экономически выгодной разработку даже сверхтонких пластов.

4 Технология безлюдной выемки тонких пластов угля

Разработанные нами образцы горной техники (ГПК «МИР», агрегаты АФШВ и АФШБ) могут составить основу технологии шахты будущего (рис. 6).

Шахтное поле должно иметь размеры 3-5 км по простиранию и 1,5-2,5 км по падению. Вскрытие производят двумя центрально-сдвоенными стволами, проводимых скоростным способом (бурением) на нижнюю границу по центру шахтного поля, чтобы использовать преимущества гравитационного транспортирования угля. Расстояние между стволами составляет 10-15 м с целью удобной компоновки поверхностного комплекса и околоствольного двора нового типа.

От стволов на рабочем горизонте комбайном ГПК МИР проходят штрек широким ходом, для чего вынимают полосу угля 40-60 м (в зависимости от мощности угольного пласта) со стороны падения выемочным агрегатом АФШВ и одновременно создают полосу механизированной бутовой полосы в выработанном пространстве с помощью бутового агрегата АФШБ, транспортируя туда породу из проходческого забоя. Форма сечения выработки прямоугольная, площадь равна 10 кв.м (ширина 4 м, высота 2,5 м).

Магистральный штрек и бремсберги проходят со средней скоростью 50-80 м/сут, получая попутную добычу угля около 15 т на 1 м проходки, а породу полностью оставляя в шахте. Выработки крепят анкерами с каркасно-кордовым стеклополимерным покрытием ПКС (толщина 10-20 мм) породных обнажений. Покрытие ПКС возводится способом экструзии через форкамеры по периметру диафрагмы комбайна МИР. Оно имеет прочность 80-100 МПа, высокое сцепление

с породой и твердеет через 1-2 мин. после нанесения, упрочняя приконтурные трещины.

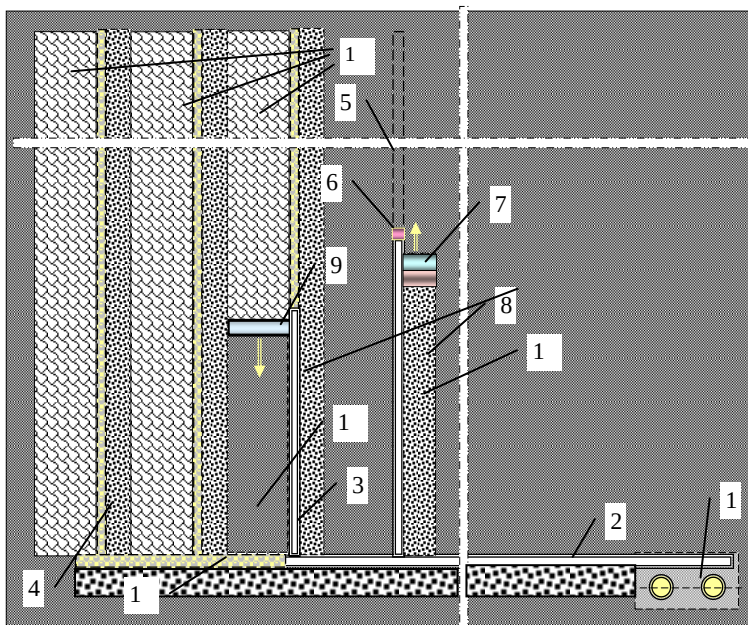


Рис. 6. – Новая схема подготовки и система разработки тонких пластов угля

1 - вертикальные стволы и околоствольный двор; 2 - магистральный штрек; 3 - тормозный; 4, 5- погашенный и проектный тормозный; 6 - комбайн MIR; 7 –агрегаты АФШВ и АФШБ; 8 - породная полоса; 9 - агрегат АФШВ в лаве; 10, 11, 12 – нарезаемый, обрабатываемый и излученный столбы угля; 13 - погашенный магистральный штрек

В магистральном штреке устанавливают ленточный конвейер производительностью 4-6 т угля в минуту. Бремсберги проходят широким ходом до верхней границы шахтного поля, формируя выемочный столб по падению слева (см. рис. 6), а бутовую полосу – справа. Форма, размеры и крепление бремсберга идентичны магистральному штреку. После того, как комбайн МИР достигнет верхней границы шахтного поля по восстанию, проходку бремсберга прекращают, все оборудование демонтируют и выдают из шахты на профилактический ремонт. На проходке выработок занято 2-3 человека. Время проведения штрека и бремсберга - около 1,5 мес. Следовательно, с момента вскрытия до начала выемочных работ столбами по падению проходит около 3 мес.

Для выемки угля из бремсберга агрегатом АФШВ выбуривают скважину, постепенно наращивая длину агрегата (в зависимости от мощности пласта 100-150 м). Добычу угля ведут 2 - 3 оператора перемещением агрегата АФШВ лавой по падению.

За лавой производят погашение бремсберга, срок службы которого около 2-3 мес. Одновременно комбайном МИР производят подготовку нового наклонного столба к выемке угля. При равенстве скоростей по проходке выработки и подвиганию лавы, на одном крыле шахты достаточно иметь в работе два забоя – по одному на проходке и добыче. Столб угля отрабатывается около 1,5 мес, что способствует устойчивости и эксплуатационной надежности бремсберга.

5 Стационарные машины – проблемы и их решение

Подъемная установка - одно из основных звеньев технологического комплекса угледобычи, обеспечивающих его высокоэффективную и бесперебойную работу. Авария на подъеме связана не только со значительными материальными убытками, но часто и с жизнью людей. Вот почему надежность работы и безопасность - основные требования, которые предъявляются ПБ и ПТЭ к подъемным установкам [6].

Конструкции подъемных установок к настоящему времени достигли высокого уровня совершенства. Принципиальным отличием всех подъемных машин является применение подъемных канатов. Именно канаты являются самым слабым звеном этой сложной технической системы, они накладывают жесткие ограничения на ее главные параметры – массу поднимаемого груза и глубину подъема.

5.1 Проблемы шахтного подъема

Существующие технические решения шахтного подъема обладают серьезными принципиальными недостатками, что ставит под сомнение возможность их использования для горных предприятий будущего [7]:

- 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 являются 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.

5.2 Гидродомкратный подъем ГДП

ДонГТУ [7,8] предложен принципиально новый гидродомкратный подъем (ГДП). ГДП включает в себя (рис. 7,8,9) подъемные сосуды 1, проложенные в стволе проводники 2 (выполненные, например, из уголкового прокатного профиля), гидродомкраты 3, установленные на опорных станциях 4, которые равномерно расположены вдоль ствола (на расстоянии друг от друга 20-50 м в зависимости от параметров ГДП). Выдвижные штоки гидродомкратов 3 снабжены поворотными стопорами 5, которые входят в контакт с кромками 6 подъемных сосудов 1.

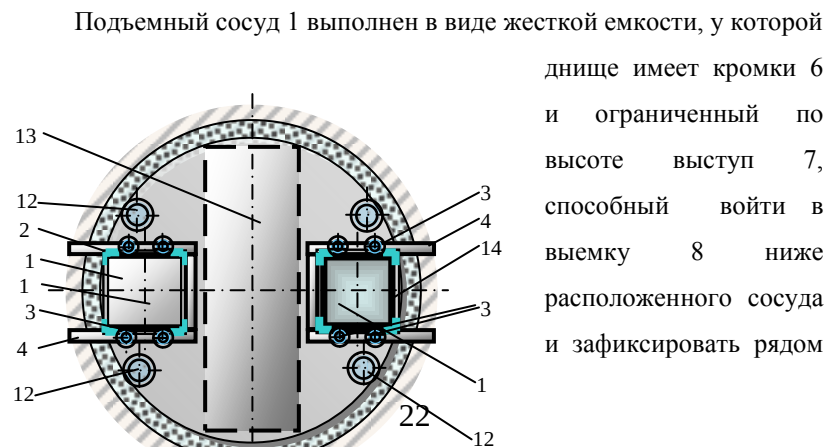


Рис.7 – Вариант схемы оборудования ствола гидродомкратным подъемом ГДП

находящиеся сосуды. Емкость подъемного сосуда может быть принята

1 куб. м и более.

Подъемные сосуды 1 расположены в стволе двумя непрерывными движущимися через опорные станции 4 колоннами: грузовой 14, идущей вверх, и порожняковой 15, следующей вниз.

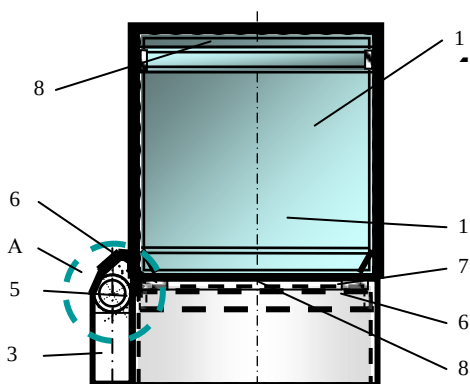


Рис. 8 – Взаимодействие штоков гидродомкратов с кромками подъемных сосудов (боксов)

Опорные станции 4

снабжены силовыми раскосами 16, распертыми в стенки ствола снизу и натянутыми стренгами 9 с фаркопами 10, которые закреплены в массиве пород с помощью вклеенных анкеров 11. аты (ГД) 3 подключены с помощью системы клапанов к напорной и сливной гидромагистралям 12,

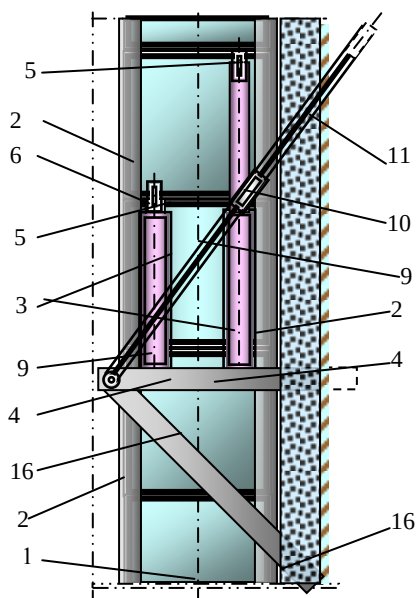


Рис. 9 – Опорная станция ГДП с направляющими и гидродомкратами

которые, в свою очередь, соединены со стационарным гидронасосом, установленным на поверхности. По стволу для перемещения вспомогательных материалов, оборудования и людей, а также для инспекторских проверок ГДП, предусмотрен лифт 13.

Таким образом, каждая пара ГД 3 поднимает колонну сосудов 1 между станциями 4 на высоту 1 м за цикл. Благодаря поочередной работе ГД 3 колонна движется непрерывно со скоростью 0,2...0,3 м/с, обеспечивая поточный принцип работы.

Вся масса сосудов между станциями 4 (от 40 до 100 т) передается через ГД частично на раскосы 16, которые опираются на стенки ствола, и частично на пару натянутых стренг 9 с фаркопами 10, которые поддерживают станцию сверху и закреплены через анкера 11 в массиве. Параллельное подключение гидромагистралей грузовой 14 и порожняковой 15 ветвей дает хорошо уравновешенную схему подъема, когда на подъем «мертвого» веса подъемных сосудов не затрачивается полезная мощность

Чрезвычайно важно, что производительность и конструктивные особенности ГДП не зависят от глубины, однако необходимо пропорционально глубине увеличивать мощность гидронасосов.

5.3 Технические показатели гидродомкратного подъема ГДП

Часовая производительность ГДП, когда масса груза в боксах 1 т, а их скорость 0.3 м/с, составляет 1080 т/час. Требуемая мощность ГДП для ствола глубиной 1000 м равна 3750 кВт. ГДП работает постоянно 22-23 ч. в сутки. Это значительно превышает производительность известных существующих канатных систем

подъема. Сравнение ГДП с современной многоканатной подъемной машиной ЦШ5х8 представлено в табл. 3.

Отказ от сложных и дорогих подъемных машин и копров значительно (в 3 - 5 раз) уменьшает затраты на шахтный подъем, сокращает в 1,5-2 раза диаметр стволов, удешевляет и ускоряет в 2-3 раза сроки их строительства. Его обобщенный показатель технической эффективности λ , показывающий в виде нормированного симплекса соотношение наиболее значимых интенсивных и экстенсивных данных оборудования, достигает значения 2,5 [4]. Очевидно, бесканатный гидродомкратный подъем может считаться новым перспективным научным направлением в области стационарных машин [8].

Таблица 3 - Сопоставление технических показателей ГДПВ и подъемной машины ЦШ5х8

Показатели подъема	Аналог МКЗ,25х4	ГДП ДГМИ	ГДПВ относительн о аналога
1.Предельная глубина Н подъема, м	1600	Любая	+
2.Производительность П, т/час	1000	1080	1,08
3.Установленная мощность W, Мвт	10	6	0,6
4.Масса оборудования, т	250	140	0,55
5.Масса Мо металлоконструкций, т	2500	1200	0,48
Обобщенный показатель эффективности λ	0,56	1,44	2,50

5.4 Проблема шахтного водоотлива

Следует отметить, что из-за высокой производительности ГДП добытого угля не хватит для его даже половинной загрузки. Поэтому этот резерв может быть использован для откачки подземных вод.

Рассмотрим некоторые проблемы подземного горного предприятия, связанные с водоотливным комплексом, который представляет собой сложную и энергоемкую техническую систему. Главный водоотлив, предназначенный для откачки общешахтного притока воды, на глубоких горизонтах приходится выполнять по ступенчатой схеме со сложными и дорогостоящими насосными станциями, куда входят водозаборные колодцы, водоотливные установки, системы всасывающих и нагнетательных трубопроводов с задвижками, аппаратура автоматизации, контроля и защиты. Водоотлив состоит из 3 одинаковых насосов (рабочего, резервного и находящегося в ремонте), их к.п.д. изменяется в пределах 68-78%.

Основными недостатками традиционного водоотливного комплекса являются сложность и дороговизна конструкции насосов и вспомогательного оборудования, низкий к.п.д., необходимость сооружения насосных камер и выработок водоотлива, высокие капитальные и эксплуатационные затраты. Поэтому замена традиционного водоотлива комплексом ГДП весьма перспективна.

Сопоставим показатели ГДП и главного водоотлива шахты при откачке водопритока 500 м³/ч с глубины 1500 м. Для традиционного водоотлива необходимо оборудовать 3 ступени по три насоса (например, типа 12МС-7) на каждой с соответствующим их

горнотехнологическим обустройством. Сравнительные характеристики ГДП и обычного водоотлива видны из табл. 4.

Таблица 4 – Сопоставление гидродомкратного и обычного водоотлива

Показатели водоотлива	Аналог-насосы	Новый ГДПВ	ГДПВ относительно аналога
1. Высота подъема, м	625	любая	+
2. Часовая производительность П, м ³ /ч	800	1080	1,35
3. Установленная мощность W с перекачных станций, МВт	16,2	6	0,38
4. Масса оборудования, т	210	140	0,67
Обобщенный показатель эффективности λ	0,54	1,46	2,70

Как видно из табл. 4, преимущества нового способа водоотлива несомненны [8]. Следовательно, попутно решается еще одна проблема шахтных стационарных установок – водоотлив, который, как и канатный подъем, мало пригоден для больших глубин. Поэтому целесообразно ГДП использовать для водоотлива и называть его с учетом этого - ГДПВ (гидродомкратный подъем и водоотлив).

5.5 Роторные автоматизированные линии подъема ГДП

Главным затруднением при механизации, а тем более автоматизации, работ при подъеме всегда являлась система загрузки, разгрузки и обмена подъемных сосудов. В условиях ГДПВ его автоматизация требует применения принципиально иных подходов, а

именно – использования идеи автоматизированных роторных линий. Такие линии должны быть тесно увязаны с общей технологической цепочкой шахты и способны обеспечить высокую производительность, останавливаясь на 1 - 2 часа в сутки для профилактики и ремонта.

С этой целью нами разработана конструктивная схема вертикального ствола новой конструкции, варианты которого показаны на рис. 10 соответственно для прямоугольного и круглого сечения ствола.

Для ствола прямоугольной формы (для негазовых шахт) получаем наиболее компактное сечение (квадрат размерами 4х4 м), что удобно с точки зрения устойчивости и использования площади. Однако для обеспечения индустриальных методов сооружения вертикального ствола следует отдать предпочтение стволу круглой

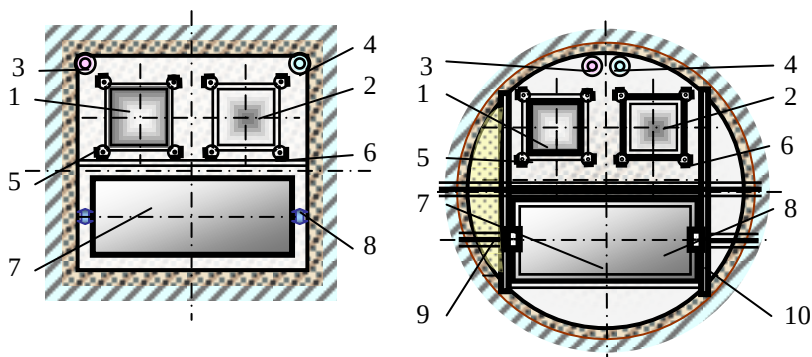


Рис. 10 – Оборудование вертикального ствола подъемом ГДПВ и грузоподъемным лифтом

1, 2 – колонны грузовых и порожних боксов; 3, 4 – напорная и сливная гидромагистраль; 5, 6 – гидродомкраты подъема груженых и спуска порожних боксов; 7 – грузоподъемный лифт; 8 – направляющие лапы лифта, 9, 10 – армировка опорной станции

формы, которая удобна для применения более прогрессивного способа скоростного сооружения бурением.

Армирование ствола представляет собой расположенные через 40-50 м опорные станции. В стволе предусмотрено герметичное отделение, предназначенное для удаления избыточного метана из выработок рабочего горизонта. Грузолюдской лифт 7 предназначен для спуска-подъема людей, оборудования, материалов, а также для обслуживания, осмотра, профилактического ремонта и замены гидродомкратного оборудования. Лифт перемещается дизелем мощностью 100 кВт благодаря цевочному зацеплению. Лифтом управляет находящийся там оператор.

Следует остановиться на важной проблеме автоматизированных роторных линий по разгрузке на поверхности и загрузке в околоствольном дворе углем и водой для выполнения функций

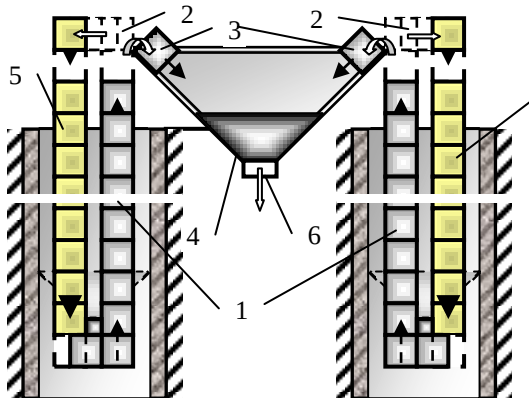


Рис.11 - Роторная линия разгрузки боксов ГДПВ на поверхности

подъема и водоотлива.

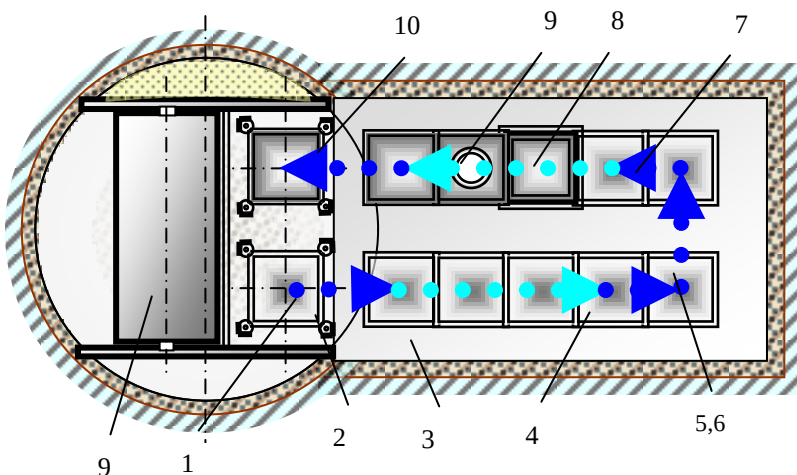
Принципиальная схема роторной линии разгрузки показана на рис. 11.

Рассмотрим работу роторных линий подъема при одновременной

работе двух стволов на общий бункер. Загруженный бокс 1, достигает отметки разгрузки 2, где подхватывается ГД разгрузки, которые со скоростью 1 м/с поднимают и поворачивают его в положение разгрузки 3. Когда бокс поворачивается на угол $\frac{3}{4}\pi$, как показано на рис. 11, в положение 3, происходит его полная разгрузка в бункер 4. Уголь из бункера 4 попадает в железнодорожный вагон.

Возможный вариант роторной линии на рабочем горизонте показан на рис. 12. Из колонны порожних боксов 1 самый нижний бокс подхватывается парой 2 вертикальных ГД и со скоростью 1 м/с, опережая остальную колонну, достигает нижней отметки, откуда второй парой ГД выталкивается из ствола в приствольную загрузочную камеру 3 в состав порожних боксов 4. Здесь вновь с помощью двух горизонтальных пар ГД 5 и 6 боксы поочередно направляются в очередь под загрузку. В зависимости от команды компьютера очередной бокс может быть загружен углем 8 или шахтной водой 9. Далее боксы системой ГД 10 направляются в ствол в грузовую колонну.

В зависимости от того, что в боксе, - уголь или вода, - его разгрузка на поверхности осуществляется либо в угольный, либо в водоотливный бункер на поверхности, что отслеживается и управляется компьютером.



*Рис. 12 – Роторная линия загрузки и обмена боксов
ГДПВ на рабочем горизонте*

6 Система проветривания новой шахты

Почти все месторождения в Донбассе являются метано-угольными. Статистические данные по шахтам [11], отрабатывающим пологие угольные пласты свидетельствуют, что при наличии газа темпы проведения горных выработок ниже на 25-35%, нагрузка на очистной забой – на 35-50%; производительность труда на 18-25%, себестоимость добычи угля выше на 9-20%. На газовых шахтах объем подаваемого в шахту воздуха достигает 12 куб. м на 1 т добычи. Трудоемкость работ по дегазации с применением различных комплексных технологий составляет 17-30% от трудоемкости добычи угля. В настоящее время проблема выделения метана и проветривания шахты весьма существенно сдерживает добычу угля.

Главный принцип, положенный в настоящее время в основу безопасности подземных работ, заключается в обязательном удержании концентрации метана ниже уровня 1-2%. Но, несмотря на принятые строжайшие меры по соблюдению безопасности и огромные затраты средств, избежать катастрофических взрывов метана в шахтах не удастся. Более того, оказывается, что зачастую проветривание не справляется с возложенными на него функциями и рудничный воздух во многих случаях непригоден для дыхания.

Если осознать негативность использования проветривания для разбавления метана, то можно по-иному решить это техническое противоречие: совершить резкий скачок в безопасную зону концентрации метана (выше 14-16%), где исключена возможность его взрыва. Тогда единственно правильное решение, альтернативное существующему – **полностью отказаться от проветривания шахты!** Такая техническая идея впервые была высказана при выполнении комплексной научной-исследовательской работы «Шахта будущего» по заданию Совета Министров СССР в 80 гг. прошлого столетия под руководством проф. А.С. Бурчакова. [9]. Однако такое предложение было невыполнимым прежде всего ввиду большого количества технического персонала и горнорабочих под землей. Шахты с существующим уровнем технологии и горной техники обречены на работу при постоянной угрозе взрывов метана и профессиональных заболеваний горнорабочих. Только в шахте нового типа становится возможным использовать иную концепцию – отказаться от проветривания и создать в шахте естественную инертную газовую среду из метана.

Основная идея безопасного пребывания горняков в нейтральной газовой среде заключается в том, что они всегда находятся в герметичной кабине мобильного тягача, рассчитанного на пребывание, работу и дыхание двух человек. Тягач является транспортным средством и местом постоянного пребывания людей, снабженном системой жизнеобеспечения, связи и манипулятором (типа скелетона) для выполнения монтажно-демонтажных и погрузочных работ, контрольно-управляющих функций и т.д.

Для обеспечения дыхания при выходе горняка в нейтральную газовую среду используется дыхательный аппарат, который содержит узлы, предназначенные для управления динамической активностью регенеративного или поглотительного патронов. Аппарат для дыхания входит как неотъемлемая часть экипировки горняка, обеспечивая его дыхание и охлаждение, и состоит из прозрачного шлема, шлангов

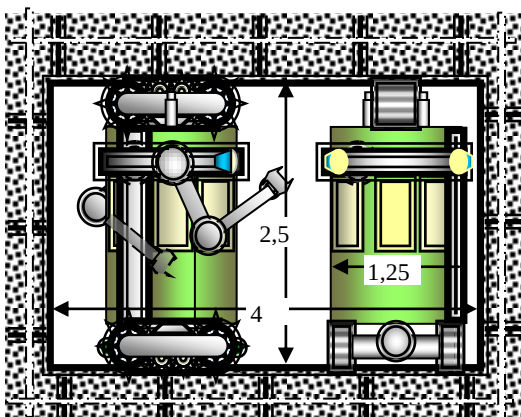


Рис. 13. Мобильный тягач-автокар

коммутации, катриджа кислорода, смесителя, пульта управления, подключенного к микропроцессору, системы сигнализации и связи [10].

На шахте XXI в. выработки заполнены инертной газовой средой. Уже в момент вскрытия пласта

стволами происходит ее заполнение выделяющимся газом метаном. Таким образом, система проветривания шахты XXI в. сводится только к организованному отводу по вертикальному стволу излишка метана, который утилизируется на поверхности.

7 Околоствольный двор шахты XXI в.

Для новой шахты необходим необычный околоствольный двор на рабочем горизонте (рис. 14.), через который проходят все транспортные потоки шахты во встречных направлениях: спуск-подъем смены (до 10-12 чел.), материалы, оборудование, добытый уголь и метан для утилизации. Поток породы отсутствует, поскольку ее всю оставляют в шахте.

В стволах диаметром 4,5 - 5 м работают два гидродомкратных подъема ГДПВ и грузоподъемные лифты. Лифты используются для спуска-подъема людей, оборудования и материалов. При отсутствии предельной нагрузки лифты движутся по стволу со скоростью до 10 м/с. На рабочем горизонте стволы 1 на участке сопряжения с околоствольным двором примыкают к шлюзовым камерам 2, которые отделяют выработки горизонта, заполненные инертной газовой средой, от вертикальных стволов, в которых находится чистый воздух. Шлюзовые камеры сопрягаются с транспортным штреком 4, который предназначен для движения автокаров с людьми, транспорта оборудования и материалов.

Напротив шлюзовых камер располагаются подземные склады 5 оперативного запаса оборудования, материалов и запасных частей. Люди после спуска по стволу 1 проходят через шлюзы 2 в

транспортный штрек и располагаются в автокарах – месте их постоянного пребывания в шахте.

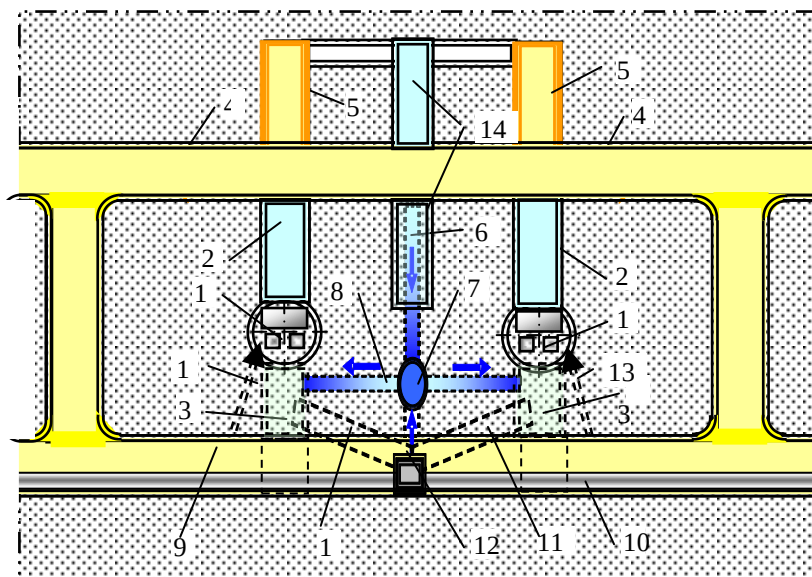


Рисунок 14 - Схема околоствольного двора шахты XXI в.

1 - стволы; 2 - сопряжения-шлюзы, 3 - горизонт загрузки боксов; 4 - штрек для оборудования и материалов; 5 – склады с автокарами; 6 - водоспуск с горизонта в распределитель-дозатор воды; 7; 8 - трубы подачи воды в боксы; 9 - магистральный штрек; 10 – главный конвейер;

Ниже рабочего горизонта на отметке -10 м расположены камеры загрузки 3 длиной 7-8 м, в которых располагается оборудование автоматических роторных линий по загрузке боксов углем или водой.

Вода с рабочего горизонта по магистральным выработкам 4 и 9 поступает в околоствольный двор, откуда по водоспускам 6

сбрасывается в водораспределитель 7, где она дозируется на порции и направляется по наклонным трубам 8 в боксы загрузочных камер 3.

Транспорт угля в околоствольный двор производится ленточным конвейером 10, откуда он поступает через разгрузочную угольную яму 12 в углеспуски 11, оборудованные шнековым побудителем и дозатором, управляемым компьютером ГДПВ. Заполненные углем углеспуски герметизируют стволы от рабочего горизонта с газовой инертной средой. Метан попадает через восстающий газотрубный ходок 13 в ствол и далее – на поверхность.

Таким образом, можно выделить следующие преимущества нового околоствольного двора: резкое упрощение конструкции, исключение многочисленных выработок и их сопряжений; значительный резерв пропускной способности; снижение объема выработок околоствольного двора в 4-5 раз; ускорение строительства околоствольного двора и снижение его стоимости в 4-6 раз.

8 Энергоснабжение и транспорт

Суммарная мощность подземных потребителей энергии складывается из мощности двигателей 2-х выемочных агрегатов АФШВ (по 250-300 кВт), проходческого комбайна МИР (около 350-400 кВт), агрегата АФШБ (250-300 кВт), 5-6 мобильных тягачей (по 50 кВт), магистрального конвейера (100-150 кВт), освещения (20 кВт) и составляет около 1700 -1800 кВт. Высокие скорости проведения подготовительных выработок и очистных забоев на шахте XXI в., достигающие 100 м/сут, порождают сложную проблему энергообеспечения электродвигателей, требующую частых

подключений и смены длины силовых кабелей, что не поддается автоматизации. Эта проблема решается только путем 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 и обладает высокой теплотворной 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 (2000 кВт) потребуется 300-360 м³/с метана из шахтной атмосферы. При суточной добыче угля 6 Гг/сут (1 Гг=1 тыс.т) необходимая метанообильность месторождения должна быть не менее 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,

Следовательно, концепция использования метана для энергоснабжения в шахте имеет вполне реальную основу. Такое решение проблемы дает значительные экономические выгоды и позволяет исключить многие сложные, небезопасные и дорогостоящие процессы, сопровождающие использование электроэнергии в шахте.

Транспортная система шахты XXI в. на рабочем горизонте предельно проста и включает в себя только две его разновидности. Основную массу грузовых перевозок полезного ископаемого может выполнять автоматизированная конвейерная транспортная система. Эта система традиционна и хорошо себя зарекомендовала с точки зрения высокой производительности и надежности работы. Ввиду поточной непрерывной организации работ по добыче угля в размерах 5-10 тыс. т в сутки, производительность главного конвейера должна быть не менее 4-6 т/мин. Заметим, что коэффициент неравномерности поступления угля при такой организации труда и принятом режиме работы примерно равен единице.

Важным элементом транспортной системы на горизонте являются подземные тягачи-автокары (ПТА) с грузовыми тележками (ГруТ). Подземный тягач-автокар, разработанный нами, представляет собой самоходную тележку с кабиной на гусеницах с приводом от метан-дизеля и гидромоторов, установленных внутри гусениц по схеме «статор-колесо». Герметичная кабина рассчитана на двух человек с системой автономного обеспечения кислородом, охлаждения, связи, освещения. ПТА может транспортировать поезд грузовых тележек по горным выработкам с любым углом наклона.

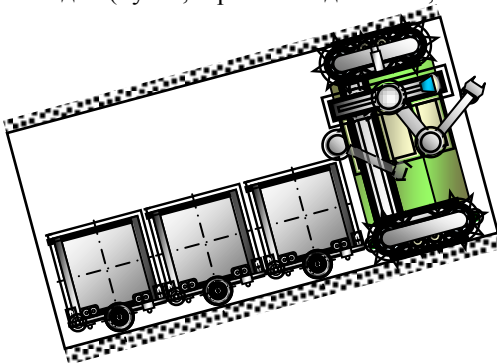
С помощью автокаров происходит перемещение персонала по выработкам, монтаж-демонтаж всего оборудования, его транспорт по выработкам, доставка материалов, крепи, кислорода и всего необходимого к любой точке на рабочем горизонте. Все операции на ПТА управляются микропроцессорами, отслеживаются и

корректируются с базового компьютера (сервера) диспетчерского пульта контроля и управления на поверхности шахты

Общий вид подземных тягачей-автокаров показан на рис. 13, а ПТА с грузовыми тележками - на рис. 15.

Навесные манипуляторы на ПТА позволяют выполнять все транспортные и вспомогательные работы (транспорт, погрузку и разгрузку грузов, бурение шпуров и установка анкерной крепи, доставку, монтаж-демонтаж оборудования и др.).

Каждый горняк имеет постоянную связь с диспетчером и коллегами на рабочем горизонте. На шахте ведут постоянный мониторинг с помощью микродатчиков за состоянием каждого члена команды (пульс, кровяное давление, частота дыхания и т.д.). Эти



*Рис. 15. Подземный тягач-автокар (ПТА)
с поездом грузовых тележек (ГруТ)*

данные, так же как и
информационные
потoki, связанные с
показаниями
контрольных датчиков
на оборудовании,
физиометрических
показателей персонала
и т.д., анализируются с
помощью

программного обеспечения с диспетчерского пункта шахты, заносятся в базу данных. На основании анализа потока информации даются предупреждения об опасности, прогноз ситуации при ведении всех

видов работ, указания по профилактическому ремонту оборудования и поставках материалов и т.д.

На шахте XXI в. принципиально невозможны пожары, взрывы метана, а выбросы угля и породы не могут оказать вредного влияния на людей. Таким образом, система компьютерного мониторинга позволяет создать надежные условия безопасности ведения работ.

9 Технологический комплекс поверхности шахты XXI в.

В соответствии с изменениями, которые претерпела подземная технология добычи угля нового технического уровня, существенно изменяется не только компоновка, но и содержание поверхностного комплекса шахты. Отметим главные черты нового поверхностного комплекса (рис. 16):

- шахта становится энергетически самодостаточным горным предприятием, к ней из внешних коммуникаций подходят только железнодорожная ветка и автодорога;

- отсутствуют неизменные атрибуты горного предприятия: надшахтные копры, здание подъемных машин, террикон, АБК, подстанция, калориферная и др. вспомогательные здания и сооружения, что в несколько раз снижает сроки и стоимость строительства;

- появились новые сооружения: производственный блок 2, дизель-генераторы 14 мощностью до 1 МВт; насосная станция 7 для ГДПВ, цех 12 переработки метана, углекислого газа и производства кислорода, фильтровальная 10 для очистки шахтных вод с трубопроводом 11 для ее утилизации при орошении.

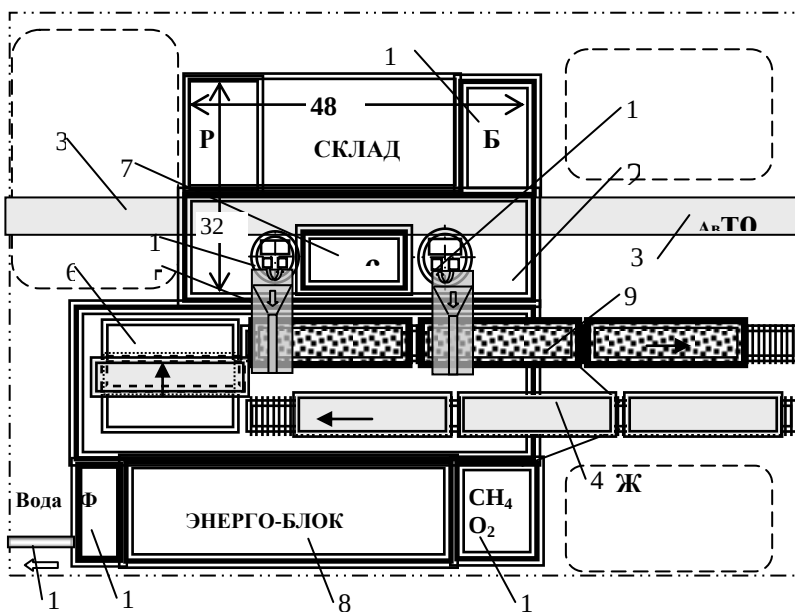


Рис. 16. Генеральный план поверхности шахты XXI в.

1 - шахтные стволы; 2 - производственный блок; 3 - автодорога; 4 - жел. дорога; 5 - погрузочный бункер; 6 - платформа на воздушной подушке для обмена вагонов; 7 - насосная ГДПВ; 8 - энергоблок с метан-дизелями; 9 - груженные вагоны; 10 - очистка рудничных вод; 11 - вода для с/х нужд; 12 - кислородная станция; 13 - бытового комбинат.

Новизна компоновочного решения шахтной поверхности заключается в том, что все производственно-технические сооружения сблокированы под крышей технологического цеха общей площадью около 2000 кв. м. В этом цехе, защищенном от атмосферных осадков зимой поддерживается положительная температура воздуха (не менее 10 -15 градусов), что резко упрощает все проводимые там работы. К

блоку 2 подходят автодорога 3 и железнодорожная ветка 4 через открываемые проемы ворот.

Поднимаемый из стволов 1 шахты с помощью роторных автоматизированных линий уголь из боксов разгружается в приемные бункера 5, а оттуда – в ж/д вагоны 6, постоянно без расцепкидвигающиеся под погрузкой. Уголь непрерывно грузится в вагоны с помощью шнекового бункера-распределителя 5, после которого его уплотняют катком и покрывают пленкой, наносимой путем распыления. Поэтому потери угля из вагонов в пути исключены. Подъем породы из шахты не предусмотрен, поэтому соответствующая технологическая цепочка на поверхности для породы отсутствует. Для работы на шахте XXI в. персонал состоит из техников и инженеров (рабочие отсутствуют). Смена в количестве 15-20 чел. прибывает на шахту в автобусах к бытовому комбинату, в котором предусмотрены нарядная, диспетчерская, душевые, помещения для спецодежды и дыхательных аппаратов, комната отдыха, буфет и т.д.

Оборудование и материалы прибывают на шахту автотранспортом по дороге 3. Их разгрузку производят автокарами и кран-балкой и хранят в складах или отправляют в шахту с помощью лифтов.

Таким образом, новый технологический комплекс шахтной поверхности высокоэкологичен, не допускает выбросов метана, пыли и газов в атмосферу, очищает шахтные воды, превращая их в неиссякаемый источник для полива и создания высокорентабельной сельскохозяйственной продукции, исключает вредное влияние

терриконов, уменьшает площадь земельного отвода под поверхностный комплекс с 50-100 до 1 га.

10. Техничко-экономические показатели шахты XXI в.

Основные технико-экономические показатели новой шахты отражены в соответствующих разделах, где дано описание различных технологических ее составляющих. Поэтому здесь будут даны самые общие сопоставительные данные по шахтам XX и XXI вв.

Таблица 5 - Техничко-экономические показатели шахты XXI в.

Показатели технического уровня шахты	Шахта XX в.	Шахта XXI в.
<u>Горно-геологические</u>		
1. Средневзвешенная мощность пластов, м	0,7-1,0	0,5-1,0
2. Угол падения пластов, град	до 25	50
3. Газоносность пластов, м ³ /т сут. д.	до 10	любая
4. Глубина разработки, тыс. м	до 1	до 3
5. Водообильность, м3/час	до 500	любая
6. Размеры шахтного поля, км	4х2	4х2
<u>Общешахтные</u>		
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
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
<u>Технические участковые</u>		
18. Скорость подвигания очистного забоя, м/сут	2-4	70-90
19. Количество персонала на добыче угля, чел/см	20-25	2-3
20. Число проходческих забоев, шт	3-5	1
21. Количество персонала 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 проход. 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	-	+
32. Уровень безопасности и комфортности работ	-	+

Примечание: 1 Гг = 10⁹ 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 принципиально новых технических решениях. Некоторые из этих решений нуждаются в конкретизации и более тщательной конструкторской проработке, большинство из них требует дополнительных исследований и опытно-промышленных испытаний, что может быть под силу большому и нетрадиционно мыслящему творческому коллективу ученых, проектировщиков и производственников, работающих в рамках будущей приоритетной государственной программы.

До настоящего времени господствовала (не всегда до конца 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 исторически представляет собой совокупность поэтапных усовершенствований традиционных технических решений.

Предлагаемая здесь новая научная доктрина «Шахта XXI в.» основана на использовании концепции интенсивного развития горной техники и технологии. Методологически это требует выявления главных технических противоречий, вычленения и формулирования важнейших проблем и поиска их нетрадиционных решений. Реализация доктрины «Шахта XXI в.» позволит отечественной горной промышленности не только выйти на достойное место в мировой системе разделения труда, но и заметно изменить сложившиеся

стереотипы развития технических систем, заметно улучшить показатели работы 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., проф. Зборщику М.П., проф. Финкельштейну З.Л., проф. Фрумкину Р.А., проф. Гайко Г.И. - свою признательность за проявленный интерес к работе, а г. Онтарио Хакапээ (Финляндия) - за его идеи о принципах автоматизации горной промышленности.

Литература

1. Garry G. Litvinsky. Problem eksploatacji cienkich pokladow w ukrainskich 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. 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.

3. Литвинский Г.Г. Проходческий комбайн МИР. – Сб. науч. тр. НГУ. – Днепропетровск: Навчальна книга, 2002. – С. 94-97.

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-Персс, 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. Федоров М.М. Шахтные подъемные установки – М.: Недра, 1979. – 385 с.

7. Garry Litvinsky. Developmen Trends in Mine Hoisting and Drainage/ Proceeding of the Fifth Int. Mining Forum 2004. Feruary 24-29/ - Cracow: A.A. Balcema, London, pp. 11-19.

8.Литвинский Г.Г. Шахтный и подъем и водоотлив для больших глубин разработки. – Энергосбережение, №4 (95), 2004, С. 26-29.

9. Пучков Л.А., Красок Н.Н., Мазикин В.П. Технология интенсивной отработки высокогазоносных пологих угольных пластов в инертной среде. – М., МГГУ, 1994. – 17 с.

10. Пак В.В, Ехилевский С.Г., Тю Н.С. Сопоставительные испытания дыхательного аппарата на химически связанном кислороде / В сб. – Геотехнологии на рубеже XXI века. – Донецк: ДУНПГО, 2001. Т.1. – С.153-158.

11. Бурчаков А.С., Харченко В.А., Кафорин Л.А. Выбор технологических схем угольных шахт. - М.: Недра, 1975. - 274 с.

Prof. Doctor of Science Garry G. Litvinsky

(DonSTU, ligag@ice.ukrsat.com)

The Science Doctrine « XXI century mine »

Key words: *thin seams of coal; mining technique and manless technology; roadheader; extraction aggregate; mining method; ventilation; hoisting and drainage; shaft station; surface complex*

In DonSTU 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.

The main idea of our research consists in determination of peculiarity of coal mining on thin coal seams, justification and getting the criteria of engineering efficiency of mining technique, installation of the tendencies of retrospective progressing of main aspects of mining engineering, eliciting of engineering contradictions, which put the brake of mining technique progress, working up on the basis of these doctrine of the recent pilot designs of roadheader, extracting engineering and stationary mine machinery.

The scientific novelty of this researches is the new scientific doctrine "XXI century mine ". Within the framework of this doctrine the following new perspective scientific directions are created:

- a frontal operating roadheader RH "MIR" (Mining Intelligent Roadheader);
- the frontal auger (screw) aggregate for coal mining AFAW;
- the frontal auger aggregate for quarystone AFAQ;
- underground energy supply without electrical power based on using the methane as power source for diesel engines;
- excluding the ventilation of mines and using new standard on supply of the miner by air and cooling;
- usage of methane-diesel engines as underground motor engines and apply of hydraulic pumps;
- an underground transport of general purpose - three-caterpillar mobile trucks with hydro-jacks in a roof of a run or a drift;
- mine equipments of a new type - hydro-jack of hoisting and drainage HJHD;
- rotary automatic lines for interchanging of boxes on a surface and on working level;
- a new surface complex of "XXI century mine" with utilization of methane, production of oxygen (by liquation of air) for a) cooling and respiration of miners and b) underground diesels;
- new principles of the accident prevention, ensuring of life safety and comfort labour conditions, complete solution of ecological problems during the underground coal extraction.

The practical results of research can immediately be used in designing as well as in applying of new engineering and technology on mines with great technical and economic effect. The proposed mining technique and new technology of underground extraction of thin coal seams

will give new indexes of productivity of mine worker which will be increased 5-10 times, energy consumption will be decreased 2-3 times, the cost price of one ton of coal will be decreased from US\$ 25-30 to US\$ 3-5, and industrial safety both labour comfort and bionomics of underground coal extraction will satisfy modern high level demands.

The list of parts, figures and tables in the article

Abstract. Introduction

1. Frontal Roadheader “MIR” (Mining Intelligent Roadheader)

Fig.1 – General view Frontal Roadheader “MIR”

Table 1. - Technical and economic indices Roadheader “MIR”

2. Alternative coal extraction technology – frontal extraction auger aggregate FAEA

Fig.2 – Frontal auger extraction aggregate for thin and superthin coal seams

Fig.3 – End (stable) section of aggregate FAEA, view from above

Table 2. - Technical and economic indices of aggregate FAEA

3. Problem of the abandonment of muck in mine

Fig.4 – Process flowsheet of roadheading of a run by RH “MIR” and aggregate FAEA

Fig.5 – Joint operation of aggregate FAEA and quarystone aggregate at roadheading of a run

4. The manless extraction technology of thin coal seams

Fig.6 – New mining method of thin coal seams

5. Mine stationary machine – problems and their decision

5.1. Problems of mine hoist

5.2. Hydrojack hoist (HJH)

Fig.7. – Scheme of equipment by hydrojack hoist for shaft

Fig.8. – Joint operation of hydrojacks piston-rod with edges of boxes

Fig.9. – Bearing station HJH with guides for boxes and hydrojacks

5.3. Engineering data of hydrojack hoist

Table 3. - Data comparison HJH and usual mining hoist

5.4. Problems of mine drainage

Table 4. - Data comparison hydrojack drainage and usual mining
ones

5.5. Rotary automatic lines of HJH

Fig.10. – Bearing station HJH with hydrojacks and guides for boxes

Fig.11. – Automatic rotary lines for unloading of boxes on mine
surface

Fig.12. – Automatic rotary lines for loading of boxes on working
level

6. System of ventilation for new mine

Fig.13. – Mobile autocar for miner and haulage

7. Shaft station of mine XXI century

Fig.14. – Layout of new shaft station for the XXI century mine

8. Energy supply and transport

Fig.15. – Underground mobile autocar with train of cargo barrow
truck

9. Technological complex of new pit-surface

Fig.16. – General layout of new pit-surface

10. Technical and economic indices of XXI century mine.

Table 5. - Technical and economic indices of XXI century mine.