

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Пудак Валентин Васильевич

**РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРНОГО ХОЗЯЙСТВА
ШАХТ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

Специальность 05.15.02 — "Подземная разработка
месторождений полезных ископаемых"

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Донецк — 1995



00761633 (Q)

Диссертация представлена в в *Україна*

Работа выполнена в производственном объединении по добыче угля
"Донецкуголь".

Официальные оппоненты

докт. техн. наук, профессор Пиньковский Г. С.

докт. техн. наук, профессор Сапицкий К. Ф.

докт. техн. наук, профессор Зорин А. Н.

Ведущая организация — Донецкий научно-исследовательский угольный
институт.

Защита состоится "*15 декабря* 1995 г. в *12* часов на заседании
специализированного совета Д 06.04.02 при Донецком государственном
техническом университете по адресу: 340000, г. Донецк, ул. Артема, 58.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан "*1*" *ноября* 1995 г.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Ученый секретарь
спецсовета, доктор
техн. наук, профессор

В.И. Черняев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Защищаемая диссертация представлена в форме двух монографий общим объемом 13,7 печатных листов, написанных автором единолично.

Актуальность проблемы. Становление Украинского государства, решение его экономических и политических задач существенно зависит от создания мощного топливно-энергетического комплекса страны. При отсутствии крупных месторождений нефти и газа решающая роль в создании такого комплекса принадлежит угольной промышленности. Наличие в Донбассе большого числа старых шахт выдвигает на первый план проблему постоянного и ускоренного совершенствования шахтного фонда угольных объединений. Только в Донецком производственном объединении по добыче угля "Донецкуголь", обеспечивающем свыше 10% всей добычи угля в Украине, в течение предстоящих 10-12 лет запланировано строительство 2 новых и реконструкция 8 действующих шахт, а также техническое перевооружение 8 шахт. При этом большие капитальные вложения будут оправданы только при условии весомого улучшения технико-экономических показателей работы шахт.

Одним из главных направлений решения данной проблемы является изыскание новых и совершенствование существующих технологических решений во всем комплексе горного хозяйства шахты, начиная от вскрытия запасов и заканчивая высокопроизводительной работой очистных забоев. Прогрессивные технологические решения во всех звеньях шахты обеспечивают простор для эффективного использования механизированных комплексов, безопасные и комфортные условия труда горнорабочих. В настоящее время назрела также острая необходимость рационального использования попутных продуктов добычи угля и особенно метана угольных месторождений в качестве энергетического или моторного топлива.

Работа выполнена в период многолетней производственной деятельности автора на шахтах Донецко-Макеевского угленосного района, отрабатывающих

угольные пласты в сложных горногеологических условиях на глубинах 600—800 м и более. Условия ведения горных работ на таких шахтах являются типовыми практически для всех старых углепромышленных районов Донбасса.

Целью работы является разработка и внедрение прогрессивных способов модернизации горного хозяйства шахт, обеспечивающих их эффективную работу при отработке пологих угольных пластов на глубоких горизонтах.

Идея работы заключается в использовании научно обоснованных технологических решений в сложном и взаимосвязанном комплексе горного хозяйства шахты.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели в работе использован комплексный метод, включающий системный анализ влияния осложняющих факторов на технологию ведения очистных и подготовительных работ и эксплуатацию горного хозяйства шахт в целом; статистическую обработку данных опыта работы лав при разной их технической оснащенности; технико-экономический анализ способов вскрытия и планировки горных работ; современные достижения горной геомеханики в области сдвижений и давлений подработанной толщи пород; натурные замеры дебита газа с пробуренных с поверхности скважин и газообильности отрабатываемых выемочных участков; промышленные испытания и внедрение технологических решений и способов, обеспечивающих эффективное ведение горных работ и улучшение технико-экономических показателей работы шахт.

Научные положения и технологические решения, разработанные соискателем, выносимые на защиту, и их новизна.

1. Для прогрессивных и широко применяемых на шахтах механизированных комплексов (типа КМ 87 и КД 80) установлены статистические зависимости нагрузки на лаву и трудоемкости очистных работ, учитывающие вынимаемую мощность пласта, длину лавы и скорость ее продвижения, относительную газообильность выемочного участка и прочность пород непосредственной кровли пласта; при этом установлено доминирующее влияние на эти показатели двух взаимовлияющих факторов — скорости продвижения и газообильности пласта и вмещающих пород.

2. Обоснована и практически подтверждена эффективность вскрытия и

отработки прирезаемых запасов к полю действующей шахты автономно по способу создания модульной шахты, состоящей из основной шахты и шахты-модуль, каждая из которых функционирует независимо как в транспортном, так и вентиляционном отношении; при этом подтверждена целесообразность использования вентиляционных скважин вместо проходки отдельных стволов.

3. Для создания пространственной концентрации горных работ геомеханически и технологически обоснована и практически подтверждена эффективность использования нового способа подготовки и отработки запасов (планировки горных работ) шахтного поля, панели, блока, заключающегося в проведении парных полевых фланговых и промежуточных (секционных) наклонных выработок, поддерживаемых в зонах разгрузки, обеспечивающих надежное проветривание большого числа одновременно обрабатываемых лав (до 6-8) и уменьшающих число перемонтажей выемочных комплексов при переходе лав без перенарезки из одной секции в другую.

4. Впервые промышленными испытаниями доказана возможность и эффективность расположения, проведения и поддержания в обрушенных и уплотненных породах кровли пласта вентиляционных штреков лав, обрабатываемых обратным ходом на пластах средней мощности при возвратноточной схеме проветривания выемочных участков.

5. Геомеханически обоснован и экспериментально подтвержден способ выбора места расположения в подрабатываемом угленосном массиве пробуриваемых с поверхности дегазационных скважин, заключающийся в бурении скважин вертикально до верхней границы области полных сдвижений пород над выработанным пространством лавы, а затем с плавным переходом (изгибом) буримую скважину ориентируют в относительно устойчивый массив вдоль боковой плоскости области полных сдвижений (в непосредственной близости зоны наибольших изгибов пород с образованием полостей и раскрытых трещин).

6. При применении дегазации угленосного массива пробуренными с поверхности направленными скважинами экспериментально подтверждена возможность и целесообразность управления газовыделением выемочного

участка и устранения газового барьера при ведении очистных работ (отработки лав).

7. При наличии в подрабатываемой толще газоносных пластов — слутников и песчаников дебит метана выемочного участка изменяется по мере отхода лавы от разрезной печи и тесно взаимосвязан с закономерностями формирования области полных сдвижений пород над выработанным пространством лавы (с периодичностью осадок подработанной толщи, особенно пород — мостов).

Изложенные научные положения и практически апробированные технологические решения определяют основу, пути и способы модернизации сложного и взаимосвязанного горного хозяйства действующих шахт.

Обоснованность и достоверность научных и прикладных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается: представительными статистическими данными многолетней практики отработки выемочных участков и шахт в целом в непрерывно усложняющихся условиях по мере роста глубины разработки от 600 до 1300 м; использованием фундаментальных положений горной геомеханики, связанных с протеканием механических процессов в подрабатываемой толще; применением методов конструирования и технико-экономического анализа с учетом комплекса особенностей горного производства; замерами газовыделения из пробуренных с поверхности скважин и газообильности выемочных участков по мере отработки лав; экспериментальным подтверждением в натуральных условиях прикладных технологических решений; успешными результатами промышленного внедрения новых способов модернизации горного хозяйства шахт.

Научное значение работы заключается в более полном экспериментальном подтверждении существующих представлений о закономерностях протекания геомеханических процессов в подрабатываемой толще, в раскрытии особенностей поступления газа из подрабатываемой углепородной толщи в пробуренные скважины, а также в исходящую струю воздуха выемочных участков, в установлении эмпирических зависимостей для определения нагрузки на лаву при выемке угля прогрессивными и наиболее распространенными на шахтах механизированными комплексами (типа КМ 87 и КД 80).

Практическое значение работы заключается в следующем:

- даны новые подходы и способы вскрытия и отработки прирезаемых запасов к шахтному полю действующих шахт, базирующиеся на принципе создания модульной шахты;

- разработан прогрессивный способ планировки горных работ в шахтном поле, блоке или панели, обеспечивающий высокую пространственную концентрацию работ и нагрузку на пласт;

- доведен до промышленной реализации способ дегазации подрабатываемого угленосного массива пробуренными с поверхности направленными скважинами (криволинейными), расположенными вдоль боковой границы области полных сдвижений (разгрузки) пород над выработанным пространством лавы;

- разработана и апробирована технологическая схема перехода горными работами створа дегазационной скважины, обеспечивающая исключение затопления горных выработок и возможность дальнейшего интенсивного использования скважин;

- разработана и внедрена технология использования добываемого метана в качестве моторного топлива (вместо бензина), включающая дегазационную скважину, автогазонаполнительную компрессорную станцию и передвижные автогазоаппараты.

Способы и технологии защищены 7 авторскими свидетельствами на изобретения.

Реализация выводов и рекомендаций работы.

Основные прикладные результаты работы в настоящее время широко используются на шахтах объединения "Донецкуголь". Вскрытие свиты пластов по способу шахта — модуль используется или заложено в проекты развития горных работ шахт им. Абакумова, им. Скопинского, им. Челюскинцев, "Трудовская", "Бутовка—Донецкая" и др. На этих же шахтах используется новый способ планировки горных работ, позволяющий одновременно и эффективно обрабатывать на одном пласте большое количество лав в пределах шахтного поля, блока, панели, горизонта. Способ охраны вентиляционных штреков в обрушенных и уплотненных породах кровли пласта при отработке

лав обратным ходом в настоящее время широко используется на шахтах многих производственных объединений Донбасса.

Способ дегазации подрабатываемого углепородного массива пробуренными с поверхности направленными скважинами внедрен на шахтах им. Засядько, им. Калинина, 60 лет Советской Украины и др. Предварительная дегазация углепородного массива вертикальными скважинами, пробуренными в купольные структуры песчаников, внедрен на горном отводе шахты "Южидонбасская" № 12. На этих шахтах построены и успешно работают специальные комплексы по использованию метана в качестве моторного топлива. В пересчете на бензин обеспечивается высокая экономическая эффективность эксплуатируемых комплексов.

Научные и практические результаты работы, опубликованные в 2 монографиях, используются в научных исследованиях и в учебном процессе при подготовке специалистов горного профиля.

Апробация работы. Основные результаты работы обсуждались и получили одобрение на заседаниях коллегии Госуглепрома Украины, на научно-технических советах объединения "Донецкуголь", на научно-технических конференциях по проблемам глубоких шахт (Донецк, 1980, 1987, 1990), на общеевропейском семинаре по вопросам извлечения и использования газа угольных месторождений (Донецк, 1993), на международных симпозиумах по проблемам угольного газа (США, 1993, 1995), на XVI Всемирном горном конгрессе (Болгария, 1994).

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 2 монографиях, написанных соискателем единолично, и 19 научных работах в периодической печати, в том числе 7 авторских свидетельств на изобретения.

Автор выражает признательность и благодарность доктору техн. наук, проф. М.П. Зборцику и доктору техн. наук, проф. С.А. Ярунину за консультативную помощь в процессе обобщения материалов исследований и завершения работы, всем инженерно-техническим работникам шахт и объединения "Донецкуголь" за оказанную поддержку и помощь при внедрении результатов научно-технических разработок в промышленность.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вопросы улучшения горного хозяйства шахт в течение многих десятилетий находятся в центре внимания научной и инженерно-технической общественности угольной промышленности. Большой вклад в решение этой проблемы внесли отраслевые научно-исследовательские и проектные институты, а также кафедры ведущих горных вузов. В работах Б.Ф. Братченко, А.С. Бурчакова, Ю.К. Батманова, А.Ф. Бахтина, М.И. Верзилова, Г.Я. Воронкова, Н.К. Гринько, Е.Д. Дубова, В.Е. Жукова, М.П. Зборщика, В.Е. Зайденварга, В.Г. Ильющенко, О.В. Колоколова, А.В. Козенко, Б.К. Кукулина, Н.Ф. Кусова, А.Г. Лепихова, А.А. Лещинского, Ф.И. Летхорна, М.А. Моисеева, В.И. Мезникова, С.С. Меликсетова, А.С. Малкина, К.Ф. Сапицкого, Н.С. Сургая, А.Л. Селезня, С.А.Ярунина и многих других ученых имеющиеся достижения в этой области нашли свое достойное отражение. Однако все эти исследования относятся в основном к нормальным условиям работы шахт, когда осуществляется их систематическая реконструкция и модернизация. Кроме того, в работах недостаточно учитывается усложнение горногеологических и горно-технических условий с увеличением глубины разработки и старение технологической цепи шахт в связи с недостаточными и запоздалыми капитальными вложениями. Поддержание достигнутого уровня технико-экономических показателей работы шахты требует постоянного обновления применяемой техники и технологии (особенно в сложных условиях глубоких горизонтов).

В старых угленосных районах Донбасса сложилась весьма трудная обстановка с обеспечением народного хозяйства Украины требуемым количеством угля. Это обусловлено тем, что действующие шахты в течение последних 20-30 лет не подвергались реконструкции и модернизации. Используемые на шахтах новые очистные и проходческие механизированные комплексы не в состоянии восполнить потери добычи угля, связанные с увеличением протяженности выработок, ухудшением проветривания, повышением опасности работ и т.д. Типичным примером таких условий работы шахт могут служить шахты объединения "Донецкуголь", которые в миниатюре охватывают как бы все особенности угольных предприятий Донбасса.

В объединении "Донецкуголь" сосредоточено 28 шахт (технических единиц). Хотя уровень механизации очистных работ составляет 69,6% и комбайновой проходки выработок — 39%, интенсивность очистной выемки снижается из года в год. Основная причина в том, что горное хозяйство шахт находится в неудовлетворительном состоянии, а именно: 80% шахт работают без реконструкции более 20 лет. Ежегодный рост протяженности выработок составляет 27 км. Средняя трудоемкость поддержания выработок достигает 90,4 человеко-смен на тысячу тонн добываемого угля. На 19 шахтах разрабатываются 54 шахтопласта (63,5% всех разрабатываемых), на которых выполняются противовыбросные мероприятия или ведется прогноз выбросоопасности. Отсюда вытекают и все другие трудности и проблемы при ведении горных работ. Характерно, что многие шахты объединения превысили глубину разработки 1000 м, происходит резкий рост газообильности горных выработок. В таких условиях первостепенное значение приобретают вопросы управления газовыделением на угольных шахтах. Следует отметить, что традиционные методы подземной дегазации пластов и породной толщи с увеличением глубины разработки становятся все менее эффективными. В формировании газовыделения на выемочных участках все большую роль приобретают залегающие во вмещающей толще газоносные песчаники. Стало быть, на глубоких горизонтах шахт требует коренного пересмотра применяемая стратегия ведения дегазационных работ. При этом назрела необходимость более широкого применения регионального способа дегазации угленосной толщи через скважины, пробуренные с земной поверхности.

Шахты объединения одновременно обрабатывают большое количество пластов (2 и более), расстояние между которыми по нормали к напластованию колеблется в широких пределах. Границы горных работ по обрабатываемым шахтопластам находятся в разных вертикальных плоскостях. Это затрудняет ведение горных работ, поскольку при нисходящем порядке отработки свиты пластов это связано с подработкой подготавливающих выработок или оставлением под ними (в нижних пластах) охранных целиков угля. Кроме того, шахты заложены и обрабатывают разные свиты пластов (от поверхности в глубину массива по вертикали или нормали). При таком сочетании горных

работ имеют место случаи подработки горных выработок одной шахты очистными работами другой. Большая разбросанность горных работ в пределах шахты и на отработываемых шахтопластах выдвигает задачу максимально возможной концентрации горных работ. С каждого пласта необходимо обеспечить максимальную добычу, т.е. одновременно на нем отработывать от 2 до 6 лав с высокой нагрузкой. Это уменьшит число одновременно отработываемых шахтопластов, а следовательно, упростит планировку горных работ (в объемном представлении).

Все вышесказанное послужило основой для формулировки цели и идеи работы, а также очертаения круга задач, рассмотренных в диссертации и обеспечивающих более эффективную работу выемочных участков и шахт в целом в сложившихся трудных условиях на глубоких горизонтах.

Среди таких задач основными являются следующие:

- установить статистические зависимости трудоемкости работ и нагрузки и лаву с целью оценки резервов добычи угля в пределах выемочного участка;
- изыскать и обосновать рациональные способы вскрытия и планировки горных работ при отработке действующей шахтой прирезаемых запасов;
- разработать способ планировки горных работ, позволяющий в пределах одного шахтопласта отработывать максимально возможное по геомеханическим условиям количество лав в панели, блоке или на горизонте;
- обосновать и внедрить способ дегазации угольных пластов и подработанной породной толщи пробуренными с земной поверхности скважинами с учетом реального ведения подземных горных работ;
- разработать и внедрить эффективный способ предварительной региональной дегазации газоносных песчаников в пределах разведанных шахтных полей, блоков, панелей, горизонтов и т.д.

За последние 20 лет наращивание объема добычи угля на шахтах объединения осуществлялось в основном за счет повышения уровня механизации очистных и подготовительных работ. Главное внимание уделялось внедрению в лавах механизированных комплексов и комбайновой проходке выработок. Например, в 1992 г. из 68 внедренных комплексов особенно широко

использовались комплексы КМ 87, КМ 88 и КД 80 (соответственно 32, 10 и 11 шт.). По показателю интенсивности работ в лаве, т.е. по средней площади выемки в единицу времени, эти комплексы также имели существенные преимущества по сравнению с комплексами КМ 103, КМТ и др.

Показатели работы очистных забоев зависят, как известно, от большого числа горно-геологических и горнотехнических факторов. Среди них основными являются мощность пласта, газообильность, длина лавы, скорость ее подвигания, система разработки, принятая механизация очистных работ, устойчивость вмещающих пород. Эти факторы имеют случайный характер и изменяются в пространстве и во времени. Мощность пласта, например, не остается постоянной как по длине очистного забоя, так и в направлении отработки запасов этажа или яруса. Аналогичное можно сказать и в отношении свойств пород кроаля и газообильности вмещающего участка. Если рассматривать большую совокупность очистных забоев, то такие факторы, как длина лавы, система разработки, принятая механизация, также становятся случайными. Отсюда вытекает, что трудоемкость работ, нагрузка на лаву и подрубленная площадь являются результатом действия комплекса случайных факторов.

Для определения количественного влияния указанных факторов на показатели работы лав выполнен многофакторный корреляционный и регрессионный анализы. В качестве исходного материала использованы статистические данные по шахтам и объединению в целом за 1975, 1980, 1985, 1990 и 1991 годы (формы № 25-ТП и № 1-ТЭК уголь), планы горных работ и другие материалы. Анализ произведен дифференцированно по каждому из наиболее применяемых на шахтах объединения типов комплексов. Для комплекса КМ 87 были отобраны лавы шахт им. Засядько, им. Скочинского, "Октябрьский рудник" (всего 140 лаво-месяцев за 1990-1992 г.г.). Отработка лав осуществлена обратным ходом (столбовая система разработки). Установленные многофакторные зависимости трудоемкости работ T и нагрузки на лаву A имеют следующий вид:

$$T = 723,4 - 48,2 \ln m - 52,3 \ln v - 65 \ln l + 1,1 \ln q - 7,3 \ln G; \quad (1)$$

$$A = 76 m + 8,1 v + 0,2 l + 23 \ln G - 2,7 q - 139; \quad (2)$$

где m — мощность пласта, м; v — скорость подвигания лавы, м/мес.; l — длина лавы, м; q — относительная газообильность, м³/т; G — прочность на одноосное сжатие пород непосредственной кровли, МПа.

Для уравнений (1) и (2) коэффициент множественной корреляции равен соответственно 0,61 и 0,69. При применении сплошной системы разработки установлены качественно аналогичные зависимости. В работе приведены такого же вида зависимости T и A при работе в лавах шаркозахватных и узкозахватных комбайнов с индивидуальной крепью.

Уравнение (2) показывает, что нагрузка на лаву имеет линейную зависимость от скорости подвигания, длины лавы и относительной газообильности. На сегодня практически исчерпаны резервы повышения нагрузки на лаву за счет увеличения ее длины. Отрабатываемые лавы на пластах мощностью 1,1—1,6 м уже имеют длину 170—270 м, дальнейшее их увеличение связано с целым рядом трудностей технологического и социального характера. Решающими факторами повышения нагрузки на лаву при прочих равных условиях являются скорость подвигания лавы и газообильность пласта Ω вмещающих пород. Между этими факторами имеется тесная взаимозависимость. Газовый фактор становится доминирующим в достижении высоких скоростей подвигания очистных забоев. Поэтому вопросы снижения газообильности выемочных участков приобретают весьма важное значение. Кроме того, многие резервы повышения нагрузки на лаву и производительности труда в целом скрыты в технологической схеме шахты за пределами добычного участка.

Углубленный анализ показывает, что существенный рост производительности труда на действующих шахтах не может быть достигнут только за счет переоснащения лав высокопроизводительной выемочной техникой. Даже при полной автоматизации очистных забоев и при условии внедрения безлюдной выемки производительность труда по шахте возрастает всего лишь на 20—40%. Следовательно, для ныне действующих шахт основные резервы повышения технико-экономических показателей заключаются в первую очередь в совершенствовании способов вскрытия и подготовки, систем разработки, способов дегазации отрабатываемых пластов и вмещающей толщи и

т.д. Составляющие горного хозяйства шахт должны непрерывно адаптироваться (приспосабливаться) к изменяющимся горно-геологическим и горнотехническим условиям при постоянном переходе горных работ на более глубокие горизонты. При этом очень важно иметь высокий уровень пространственной концентрации горных работ в пределах обрабатываемых горизонтов.

В связи с изложенным автором обоснованы и частично апробированы применительно к условиям шахт объединения "Донецкуголь" новые способы и подходы к развитию горных работ. В основном они относятся к планировке горных работ как с точки зрения вскрытия, так и подготовки запасов.

Схемы подготовки действующих шахт в связи с запаздыванием их реконструкции характеризуются многоступенчатым транспортом, сложной системой проветривания и большой удельной протяженностью выработок. Условия отработки пластов при этом самые неблагоприятные (большая газообильность выемочных участков, выбросоопасность пластов, сложность поддержания подготавливаемых и участков выработок и т.д.). Чтобы продлить жизнь таких шахт, используется, как правило, прирезка запасов по падению по разрабатываемым пластам. Для таких случаев автором предложен и обоснован новый способ вскрытия свиты выбросоопасных пологих угольных пластов (а.с. № 1768756). Взяты наиболее сложные условия отработки запасов, поскольку для невыбросоопасных пластов применение способа тем более не встречает трудностей.

Сущность нового способа вскрытия заключается в том, что прирезаемые запасы к шахтному полю действующей шахты обрабатываются автономно от остальной его части, т.е. независимо как в транспортном, так и в вентиляционном отношении. Образуется, образно говоря, модульная шахта состоящая из основной шахты и шахты-модуля. С основной шахтой последнюю связывает только общая промплощадка (рис.1). Прирезаемый участок, прилегающий к нижней технической границе шахтного поля действующей шахты, вскрывается грузовым и вспомогательным стволами, которые размещаются в верхней его части с образованием уклового поля. Для обоих стволов шахты-модуля не предусматривается оставление околоствольных

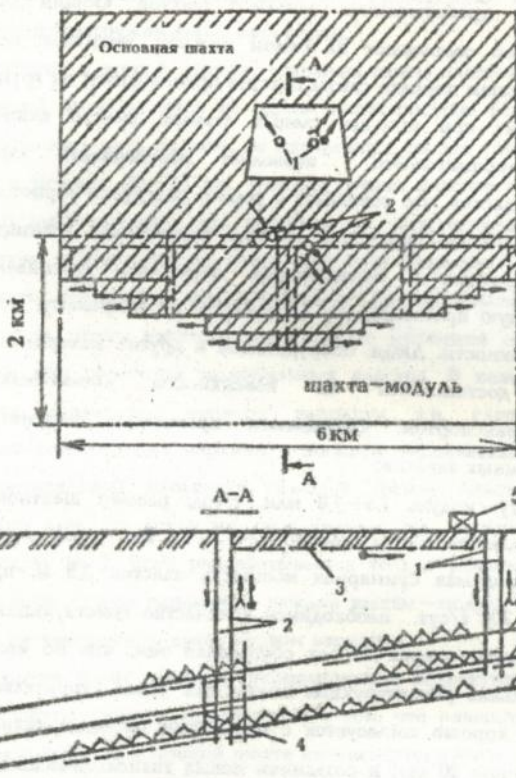


Рис. 1. Схема вскрытия прирезаемых запасов по способу шахта-модуль;

1 и 2 стволы основной шахты и шахты-модуль; 3 - квершлаг, пройденный вблизи земной поверхности; 4 - слепой ствол; 5 - общий шахтный погрузочный пункт.

целиков на всех пластах. Эти запасы по пластам (в местах расположения стволов) заранее обрабатываются основной шахтой. Общий для пластов околоствольный двор сооружают на самом нижнем защитном пласте. При отработке в восходящем порядке свиты пластов производится их группирование на общий горизонт при помощи слепых стволов вместо капитальных и погоризонтных квершлагов. Это позволяет обеспечивать вертикальную раскройку свиты пластов, что совпадает с углами разгрузки горного массива в процессе его подработки. Верхняя и нижняя технические границы шахты-модуля устанавливаются в вертикальной плоскости. Добываемый уголь передается на общую промплощадку конвейером по квершлагу, пройденному, например, у поверхности. Люди, оборудование и другие материалы к стволам шахты-модуля доставляются по поверхности автомобильным или локомотивным транспортом. Определены примерные параметры такого вскрытия прирезанных запасов:

нагрузка на шахту-модуль 1,5-1,8 млн. т/год; размер шахтного поля по простиранию и падению соответственно 4-6 и 1,8 км; срок службы 25 лет; минимально необходимая суммарная мощность пластов 3,5 м; при средней нагрузке на лаву 700 т/сут. необходимое количество действующих лав 8-10. Срок службы шахты-модуля 25 лет обусловлен тем, что по его истечении требуется капитальная реконструкция шахты или новое строительство. Кроме того, такой срок хорошо согласуется с периодами крупных технологических изменений (примерно 20 лет) и созданием новых технологических средств (не менее 10-15 лет).

Новый способ вскрытия свиты пластов имеет крупные преимущества по сравнению с традиционно применяемыми способами. На строительство шахты-модуля существенно сокращаются капитальные затраты, а именно: используется общая с основной шахтой промплощадка, уменьшается первоначальный объем горных выработок. Вместе с тем имеем весомые эксплуатационные преимущества: обеспечивается высокая концентрация горных работ, безопасная отработка выбросоопасных пластов, хорошее проветривание очистных и подготовительных работ, упрощается планировка горных работ в смежных

пластах свиты, обеспечивается хорошая устойчивость наклонных и горизонтальных выработок благодаря их проведению и поддержанию в подработанной (разгруженной) толще пород.

Разработан и второй вариант вскрытия свиты пластов, когда стволы двух шахт — модулей располагаются на одной промплощадке. Если в шахтном поле имеется, например, пять пластов, то они делятся на две группы по условию их отработки в течение 20—25 лет. Каждая группа пластов вскрывается своими стволами. В шахтном поле при центральном расположении стволов создают бремсберговую и уклонную его части. Для проветривания бремсбергового поля дополнительно проводятся вентиляционные стволы (скважины) для каждой группы пластов, чтобы избежать нисходящего движения исходящей струи по бремсбергам при отработке газообильных пластов. В каждой группе пласты вскрываются аналогично первому варианту, т.е. слепым стволом, что обеспечивает установление верхней и нижней технических границ шахтного поля в вертикальной плоскости. Каждая группа пластов обрабатывается изолированно друг от друга на свои стволы, т.е. шахтой — модуль № 1 и шахтой — модуль № 2. Если разрабатывается только уклонная часть шахтного поля, то в этом случае параметры каждой шахты — модуль остаются такими же, как и в рассмотренном выше первом варианте.

В крупном плане технико-экономическая эффективность добычи угля при работе шахты — модуль заключаются в том, что решаются четыре главные задачи. В частности, на основной шахте интенсифицируется добыча угля за счет отсечения сети выработок пластов, обрабатываемых с большим опережением, и сосредоточения работ на зависших запасах. Нарастает общая производственная мощность шахты. Улучшаются условия подземного труда не только на шахте — модуль, но и на основной шахте (сокращается путь доставки людей к местам работы, улучшаются санитарно-гигиенические и на глубоких шахтах климатические условия труда). Расширенное воспроизводство мощностей является менее капиталоемким, чем новое строительство шахт.

В последние десятилетия на крупных глубоких шахтах стали сравнительно широко применять блоковую схему подготовки шахтных полей. Вскрытие, подготовка и отработка запасов блоков встечает ряд трудностей. В первую

очередь это обусловлено тем, что необходимо в шахтном поле проходить большое количество стволов и через эти стволы подавать в шахту достаточное количество воздуха (скорость движения воздуха по стволам ограничена Правилами безопасности). Для таких шахт вместо отдельных стволов предложен и обоснован способ использования вентиляционных скважин. Сущность его достаточно наглядно видна на примере отработки в шахтном поле трех блоков, отработка запасов в каждом из которых ведется в бремсберговой и уклонной частях (рис. 2). Главные стволы (вспомогательный и скиповый) пройдены в центральном блоке 2, а в блоке три имеется два блоковых, которые располагаются на верхней технической границе и в средней части блока. Для ускорения подготовки бремсберговой части блоков рядом с каждым блоковым стволом бурят вентиляционные скважины, являющиеся вторым запасным выходом в период подготовки блока. Расположенные в центре блока стволы соединены магистральными штреками с главными стволами. Вентиляция каждого блока является секционной, т.е. независимой от остальных блоков.

При отработке блоков (например, первого) проветривание может осуществляться путем подачи свежей струи по скважине, оборудованной нагнетательным вентилятором, и выдачи исходящей струи по блоковому стволу со всасывающим вентилятором. Наличие нагнетательного вентилятора позволяет при диаметре скважины 3—4 м увеличивать пропуск воздуха до 300—500 м³/с (повышение в 3 раза) с расположением нулевой точки на выходе из скважины. При этом согласуются параметры этого нагнетательного вентилятора с всасывающими вентиляторами стволов и других скважин. Основные вентиляционные параметры такой схемы определяются по следующим формулам:

$$Q_1 = Q_2; \quad (3)$$

$$h_1 = (R_1 + R_2)Q_2^2; \quad (4)$$

$$h_2 = R_3 Q_1^2. \quad (5)$$

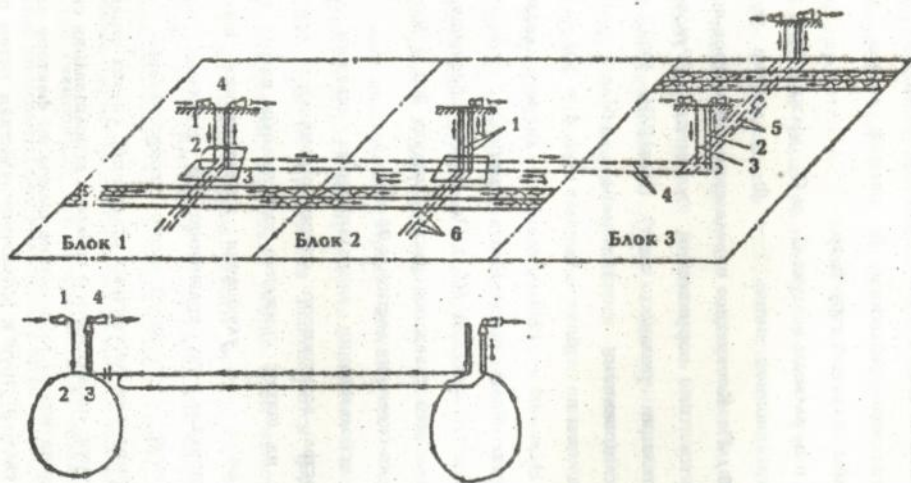


Рис. 2. Схема применения вентиляционных скважин при блоковой подготовке шахтного поля:

1 и 2 — центральные и блоковые стволы; 3 — воздухоподающая скважина;
 4 — магистральные тротуары; 5 — бремсберги; 6 — уклоны; ← — свежая струя; ← — исходящая; ← — транспорт угля.

где Q_1 — расход воздуха по скважине со свежей струей, м³/с; Q_2 — расход воздуха по блоковому стволу с исходящей струей, м³/с; h_1 — депрессия всасывающего вентилятора блокового ствола, даПа; R_1 и R_2 — сопротивление сети выработок и блокового ствола с исходящей струей, кп; h_2 — компрессия нагнетательного вентилятора скважины со свежей струей, даПа; R_3 — сопротивление скважины со свежей струей, кп.

При расчете h_1 и h_2 расходы воздуха Q_1 и Q_2 должны быть равны. При этом депрессия вентиляционной ветви 2-4 (h_{2-4}) должна удовлетворять требованию $h_{2-4} \leq 450$ даПа. Конкретное определение параметров по формулам (3) — (5) базируется на нормативном документе "Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт" (МакНИИ, 1939. — 137 с.). Выполненными исследованиями установлена область применения воздухоподающей скважины по глубине, а именно: при $d = 3$ м до $H \leq 600$ м, при $d = 4$ м имеем $H = 600 - 1200$ м, где d — диаметр скважины, H — глубина проветривания. Если использовать наиболее производительный вентилятор ВЦД-47,5 с компрессией 500 даПа, можно обеспечить при этих параметрах воздухоподающей скважины расход воздуха 300 и 500 м³/с. При этом скорость воздуха по скважине достигает 35 м/с.

В целом при использовании вентиляционных скважин достигаются следующие преимущества: возможность снятия ограничения вентиляции по увеличению нагрузки на шахту; снижение капитальных затрат на бурение вентиляционных скважин для улучшения проветривания шахты; более эффективное использование, по сравнению со стволами, возможности значительного снижения аэродинамического сопротивления (отсутствие подъемных сосудов, армировки, лестничных отделений), снятия ограничения по скорости воздушной струи; мобильность и гибкость использования скважин для улучшения проветривания шахты (обновление шахты по фактору вентиляции); приближение подачи свежей струи к выемочным участкам путем размещения скважины со свежей струей в крыльях шахтного поля, на горизонте, в панели, особенно при разработке пластов на глубоких шахтах, улучшение температурных условий; при совместном расположении скважин со свежей и исходящей струями обеспечивается автономность проветривания выемочных

полей и в случае аварии (пожар, выброс угля и газа, взрыв газа и угольной пыли) подвергается опасности сеть выработок меньшей протяженности.

Для создания пространственной концентрации горных работ разработан и обоснован новый способ подготовки и отработки длинными очистными забоями запасов шахтного поля, блока или панели. Он обеспечивает высокую нагрузку на пласт, панель, блок и т.д. за счет одновременной отработки на главные наклонные выработки до 6—8 лав. Сущность способа проиллюстрируем на примере отработки уклонной части шахтного поля размером 4—6 км по простиранию и применении столбовой системы разработки (отработки лав обратным ходом). В центре поля осуществляется проходка трех главных (центральных) уклонов (рис. 3). Запасы крыла шахтного поля или блока делят на секции. В рассматриваемом случае каждое крыло поля имеет три секции. На границе каждой секции проходятся секционные воздухоподающий и вентиляционный уклоны. Основные подготавливающие выработки (штреки главного направления, т.е. магистральные, и уклоны) пройдены полевыми в почве разрабатываемого пласта. Уклоны фланговых секций (у границы поля по простиранию) используются для подготовки лав к отработке обратным ходом, т.е. обеспечивается подготовка выемочных столбов встречными забоями. При отработке лав выемочные штреки гасаются вслед за их подвиганием. Вентиляционные штреки лав проходятся вприсечку к выработанному пространству. Для их проведения используются фланговые и секционные наклонные выработки. Фланговые уклоны испытывают влияние последующей наработки, а промежуточные уклоны проходятся в предварительной зоне разгрузки (используется способ предварительной наработки). Лаву в каждой секции проветривают по возвратноточной схеме: свежая струя воздуха подводится по одному из центральных уклонов, а исходящая струя направляется на передний секционный или центральный вентиляционный уклон. Уголь из каждой лавы доставляется по выемочному штреку на центральный конвейерный уклон.

Предложенный способ планировки горных работ в шахтном поле, блоке или панели включает в себя все последние достижения и преимущества в области горной геомеханики, технологии выемки угля и проведения выработок

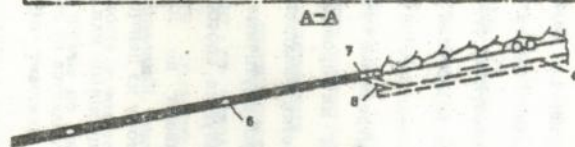
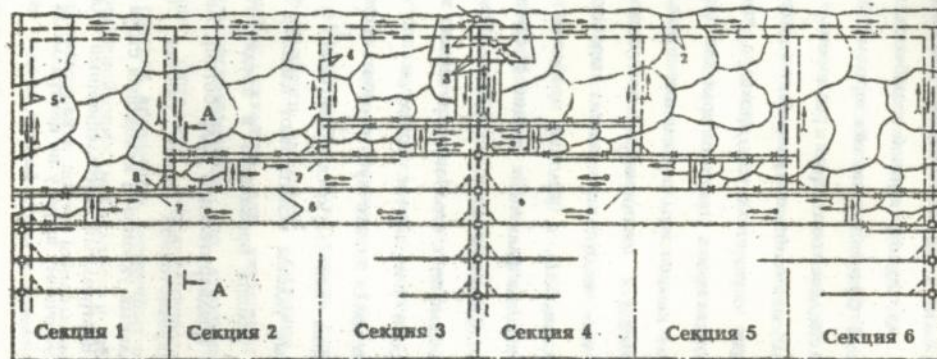


Рис. 3. Схема подготовки (планировки работ) при отработке запасов шахтного поля, блока или панели одновременно большим числом лав: 1 - стволы; 2 - магистральные штреки; 3, 4, 5 - центральные, промежуточные (секционные) и фланговые уклоны; 6 и 7 - конвейерный штрек и вентиляционный, пройденный вприсечку к выработанному пространству лавы.

применительно к условиям глубоких шахт. Все подготавливающие выработки располагаются в относительно прочных породах почвы пласта и поддерживаются в региональных зонах предварительной и последующей разгрузки. Подготовительные выработки, примыкающие к очистным забоям, поддерживаются в массиве угля и в зоне локальной разгрузки (проходка вприсечку). Исключено поддержание участков выработок позади лавы в зоне неустановившегося горного давления. За счет хорошего состояния выработок и наличия секционных уклонов обеспечивается лучшее и устойчивое проветривание выемочных участков, что снижает нагрев воздуха и создает более благоприятные условия труда горнорабочих. Уменьшается количество трудоемких перемонтажей выемочного комплекса благодаря переходу лавы из одной секции в другую без перенарезки. Обеспечивается разгрузка горного массива подработкой в минимальные сроки путем возможного сосредоточения на первом (пионерном) пласте до 6—8 лав.

Для такой планировки горных работ расчетами установлены уровень концентрации очистных работ и вентиляционные параметры. В расчетах принято: 6 действующих лав, скорость подвигания лавы 60 м/мес, скорость проведения подготавливающих и участков выработок соответственно 60 и 100 м/мес, длина панели по простиранию 5 км и по падению 1,8 км. При таких исходных данных время отработки выемочного участка составит 42 мес, время воспроизводства очистных работ 26 мес, срок отработки запасов — 12 лет. Это значит, что обеспечивается достаточный запас времени как для воспроизводства фронта очистных работ в панели (26 мес), так и для подготовки очередной панели или блока на другом пласте или новом горизонте (12 лет). Установленный расчетом расход воздуха для обрабатываемой панели (блока) вполне можно пропустить по сети основных и выемочных выработок при типовых их сечениях и при скорости воздуха в пределах нормативных величин (6—8 м/с). В данном случае депрессия по шахте не превысит 450 даПа (допустимой для газовых шахт).

В работе рассмотрены варианты аналогичных планировок горных работ в шахтном поле, панели или блоке, но при отработке запасов комбинированной и сплошной системами разработки.

На достигнутых глубинах разработки была и остается более прогрессивной отработка лав обратным ходом, особенно при разработке пластов мощностью более одного метра и залегающих в породах средней и ниже средней устойчивости. Для таких условий модернизация столбовой системы разработки осуществлена в части выбора нового способа охраны вентиляционных штреков при отработке пластов мощностью 1,2—1,3 м и более (а.с. 693012). На пластах средней мощности и залегающих в неустойчивых породах практически очень трудно или невозможно поддерживать в надлежащем эксплуатационном состоянии вентиляционные штреки, которые при возвратноточной схеме проветривания выемочных участков пройдены вприсечку к выработанному пространству. В связи с этим использован способ расположения вентиляционных штреков в зонах разгрузки, формирующихся вблизи границ массива угля по падению (восстанию) и простирацию в обрушенных и уплотненных породах кровли пласта. Это значит, что при отработке лавы по простирацию обратным ходом вентиляционный штрек ее пройден по обрушенным и уплотненным породам кровли пласта ранее отработанной верхней лавы (по восстанию). Расстояние в плоскости пласта от кромки массива угля по падению до штрека принимается не менее 8—10 м. Расположение штрека в обрушенных породах позволяет полностью избавиться от вредного влияния на него опорного давления. При наличии неустойчивых пород такой способ охраны штрека наиболее рационален, так как у стенок поддерживаемой выработки или вблизи нее отсутствуют искусственные опорные элементы (целики угля или бутовые полосы). По мере отработки лавы от границ панели или блока вслед за ней проходит пластовый вентиляционный штрек (аналогично сплошной системе) вприсечку к выработанному пространству. Периодически через 50—70 м этот штрек сбивается печами со штреком, ранее пройденным по обрушенным и уплотненным породам кровли пласта. Наличие возвратноточной схемы проветривания позволяет систематически погашать выработки вентиляционного горизонта отработываемой лавы.

Использование нового способа охраны вентиляционных штреков в обрушенной и уплотненной толще пород открывает широкие возможности для

обеспечения прямоточного проветривания выемочных участков и подвежения исходящей струи воздуха при высоких нагрузках на очистные забои. При прямоточной схеме проветривания изменяются параметры расположения штрека в обрушенных породах относительно верхней границы отрабатываемой лавы. Это обеспечивает поддержание штрека по всей длине за пределами зоны вредного влияния активизации сдвижений ранее подработанной толщи.

При модернизации отдельных крупных звеньев шахты и достигнутой интенсификации очистных работ эффективность работы шахты в целом существенно зависит от газообильности разрабатываемых пластов и вмещающей толщи. Следует еще раз отметить, что традиционный метод подземной дегазации с ростом глубины разработки снижает свою эффективность. Автор не отвергает необходимость применения и совершенствования метода подземной дегазации. В работе основное внимание уделено совершенствованию и внедрению метода дегазации углепородной толщи через скважины, пробуренные с земной поверхности, в том числе и на больших глубинах. Только сочетание методов подземной дегазации и дегазации скважинами с поверхности в ряде случаев может обеспечить безопасность работ и достижение желаемых технико-экономических показателей работы предприятия. Кроме того, добываемый метан сегодня уже недопустимо выбрасывать в атмосферу и загрязнять окружающую среду, его целесообразно использовать в качестве энергетического или моторного топлива.

В первую очередь был исследован вопрос увеличения продолжительности функционирования наклонно-направленных дегазационных скважин за счет удлинения их продуктивной части и более глубокого учета закономерностей формирования областей сдвижения массива при его подработке. Чтобы достичь этого использованы современные представления о формировании области полных сдвижений пород над выработанным пространством лавы. Если одиночная лава движется по простиранию, у ее верхней и нижней границ (по восстанию и падению) образуются зоны наибольших изгибов пород с образованием полостей и раскрытых трещин, т.е. имеет место разлом подработанной толщи на высоту сводообразной зоны полных сдвижений. Зона наибольших изгибов и разломов пород распространяется в подработанную

толщу под углом примерно $60-70^\circ$ к плоскости напластования пород (наклон зоны в сторону выработанного пространства лавы). В вершине сводообразной области полных сдвижений пород (включая и краевые зоны разломов) располагается породная плита с устойчивым пролетом. Плита и вышележащая подработанная толща пород находятся в зоне плавного прогиба без нарушения сплошности слоев. Эта зона характеризуется плавным последовательным прогибом отдельных слоев. Внутри зоны имеются очень малые расслоения пород.

С учетом этого механизма сдвижений автором предложено бурить дегазационную скважину с переменным направлением (а.с. 1754906). С поверхности до верхней границы зоны полных сдвижений (шарнирно-блокового перемещения пород) скважина бурится вертикально, а затем с плавным переходом ее ориентируют вдоль боковой плоскости области полных сдвижений (точнее в непосредственной близости зоны наибольших изгибов породных слоев с возможным образованием полостей и раскрытых трещин, смотри рис.4). При таком расположении скважины ее активная газопринимающая часть находится в относительно устойчивом массиве и вместе с тем в области наибольшего трещинообразования подработанной толщи. Это в конечном итоге способствует повышенному притоку метана к газопринимающей части скважины.

Направленные скважины устраняют целый ряд существенных недостатков, которые присущи вертикальным дегазационным скважинам. В частности, исключается деформирование нижней части скважины, расположенной в зоне активных сдвижений подработанной толщи (в пределах области полных сдвижений пород). Такое деформирование сопряжено с выводом из строя основной (транспортной) части вертикальной скважины. Вертикальная часть ствола направленной скважины бурится только до верхней границы области полных сдвижений толщи. Если не добуривать вертикальную скважину до области полных сдвижений пород, тогда эффективность ее резко снижается, поскольку она не связана трещинами с подлежащими дегазации коллекторами. При размещении нижней части вертикальной скважины в пределах области

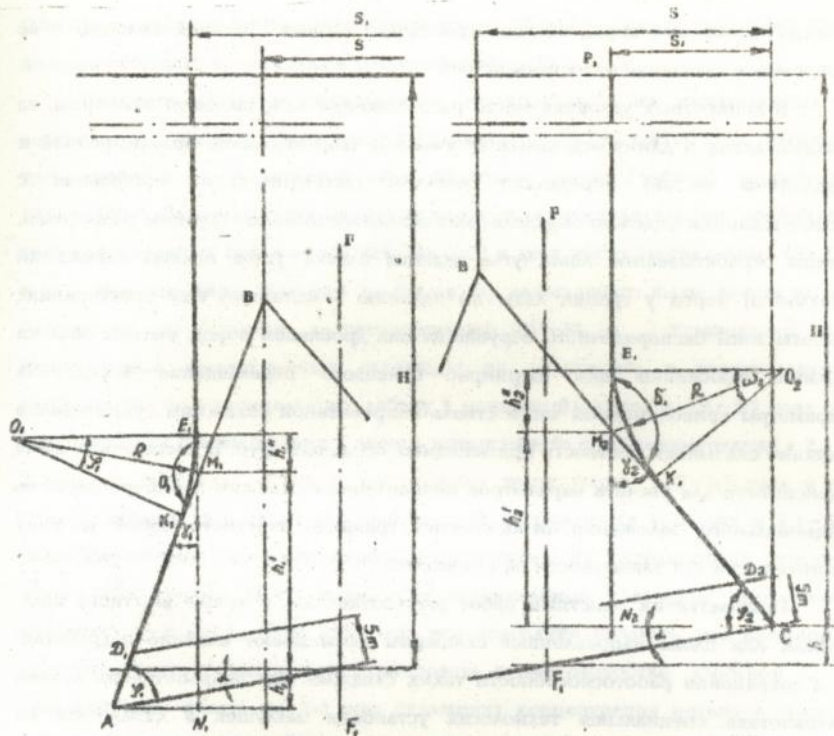


Рис. 4. Схематический профиль направленной скважины.

AC — длина очистного забоя; AB, BC — боковые границы области полного сдвижения горных пород; α — угол падения угольного пласта; φ_1, φ_2 — углы полных сдвижений горных пород; S — расстояние на поверхности между проекцией точек B и C ; S_1 — расстояние на поверхности между проекцией точки C и точкой заложения скважины; H — глубина залегания угольного пласта (по оси лавы); R — радиус кривизны скважины; γ_1, γ_2 — углы отклонения скважины; $D, E, K, M, N, O, \delta, \omega, h, h', h''$ — точки, углы и размеры для расчета конструктивных элементов скважины; $5m$ — мощность зоны обрушения кровли пласта.

полных сдвижений пород обычно происходит разрыв обсадной колонны и ее поперечное смещение относительно оси.

В конкретных условиях место расположения направленной скважины, ее полную длину и длину отдельных ее участков (вертикальной, криволинейной и наклонной частей) определяют методом геометрического построения с использованием надежно определяемых исходных данных: глубины разработки, длины отработываемой лавы, угла падения пласта, углов полных сдвижений (разломов) пород у границ лавы по падению (осстанию) или простиранию, высоты зоны беспорядочного обрушения или дробления пород, высоты области полных сдвижений или шарнирно-блокового перемещения пород. На параметры криволинейной части ствола направленной скважины существенное влияние оказывает жесткость применяемых обсадных труб. В диссертации даны зависимости для расчета параметров направленных скважин и выбора места ее рационального заложения относительно границы очистного забоя (в силу громоздкости эти зависимости не приводятся).

При развитии очистных работ (отработке лав) в крыле шахтного поля, панели или блока направленные скважины испытывают влияние подработки. Для сохранения работоспособности таких скважин при подработке их лавами разработана специальная технология установки заглушек в скважинах на период прохода лавы (а.с. 1687799). Сущность способа заключается в том, что в интервале примерно сорока мощностей от кровли отработываемого угольного пласта в обсадной колонне скважины устанавливается муфта-седло, которая представляет собой проходной пакер со сквозным отверстием. На муфту-седло при помощи штанг или бурильных труб малого сечения (можно использовать трос) посылается заглушка, перекрывающая проходное сечение обсадных труб. Заглушка изготавливается из любого материала (металл, пластмасса, дерево и др.). Работы по перекрытию проходного сечения скважины выполняются в период, когда линия забоя движущейся лавы находится на расстоянии от створа скважины $(0,8 - 1,0) l$, где l — длина зоны проявлений опорного давления впереди забоя подрабатываемой лавы, м. После пересечения створа скважины очистным забоем (лавой) и отхода его от створа на расстояние l_1 заглушка извлекается и осуществляется извлечение газа из углеродного массива.

Обычно расстояние l_1 находится в интервале 20—40 м, т.е. за пределами шага посадки основной кровли (даже труднообрушаемой).

Экспериментальные исследования газовыделения из направленных и вертикальных скважин выполнены в условиях пласта m_3 шахты им. Засядько при отработке 11-й западной лавы обратным ходом. Глубина разработки 1030—1160 м. Замеры дебита метана во времени осуществлялись при подработке трех направленных скважин (№ 229, 241, 249) и двух чисто вертикальных (№ 213 и 211). Все скважины бурились до пласта m_4 , залегающего выше пласта m_3 на расстоянии по нормали к напластованию 25—30 м. Установлено, что направленные дегазационные скважины по сравнению с вертикальными эффективнее по максимальному дебиту в начальный период в 4,5—5,2 раза, по интенсивности газовыделения в период интенсивного функционирования в 2,4—3 раза, по среднему дебиту за весь период эксплуатации в 2—3,8 раза и по общему объему газа за период наблюдений в сравнимых условиях в 2,4—5,8 раза. Характерно, что длительность газоистечения из направленных скважин исчисляется годами (в то время как вертикальные скважины прослужили примерно 4—6 мес.). При этом есть все основания полагать, что наклонные скважины будут успешно функционировать и при отработке смежной 12-й западной лавы пласта m_3 . Во всех скважинах концентрация метана в газовой смеси достигает 96—97%. По своей характеристике истекаемые из скважин газы идентичны природному газу. В небольших количествах в газе из скважин, кроме предельных углеводородов, содержатся гелий, азот, кислород и углекислый газ.

Эффективность дегазации направленными скважинами (снижение газовыделения в горные выработки при ведении очистных работ) определялась путем анализа газообильности участка 11-й западной лавы пласта m_3 шахты им. Засядько в сравнении с аналогичными участками при отработке столбов одинаковой длины 10-й и 11-й восточных и 10-й западной лав. Все лавы проветривались по одинаковой схеме. Путем замеров и корректировок были определены средние величины газообильности обрабатываемых участков указанными лавами. Следует оговориться, что при отработке 11-й восточной лавы применялась дегазация подработанного массива вертикальной скважиной № 213, а при отработке 11-й западной — направленной скважиной № 229 и 241.

На участках 10-х лав дегазация скважинами с поверхности не применялась. При сравнении за номинал принято газовыделение участков 10-х лав. Установлено, что за счет дегазации подработанного массива вертикальными скважинами газообильность на рассматриваемом участке столба снизилась на 5,2%. Применение дегазации направленными скважинами снижает газообильность на такой же длине участка столба на 26%. Если сравнивать между собой газообильности 11-х лав, то газообильность 11-й западной лавы (направленные скважины) на 25% меньше средней величины газообильности 11-й восточной (вертикальные скважины). Применение дегазации направленными скважинами пласта и выработанного пространства позволило обеспечить нагрузку на очистной забой 11-й западной лавы около 1500 т/сут.

Наблюдениями установлено, что фактический дебит метана выемочного участка изменяется в широких пределах. Так, в период работы 11-й западной лавы (длине 250 м) при отходе ее от монтажного ходка (разрезной печи) на 100 м дебит метана на этом участке не превышал 16–17 м³/мин, на участке 210–350 м максимум составил 38,3 м³/мин, а на участке 350–410 м – до 45,3 м³/мин. Затем газовыделение начало снижаться и на расстоянии 670 м от монтажной камеры составило 16,6 м³/мин. Такое колебание обусловлено подвижками пород подработанной толщи и периодичностью ее посадок. Суть в том, что выше пласта m_3 на расстоянии 30–40 м по нормали залегают мощные слои газоносных песчаников (до 50 м). Наличие мощных песчаников (пород – мостов) в подрабатываемой толще вносит свои особенности в формирование области полных сдвижений (области разгрузки) над выработанным пространством лавы. Область полных сдвижений достигает своей полной высоты при большем отходе лавы от разрезной печи, чем ее длина, что косвенно и подтверждается данными шахтных замеров дебита метана.

Автором обоснован способ предварительной дегазации разведанных шахтных полей или отдельных их участков (еще до начала ведения очистных работ). Такой способ возможно использовать при наличии геологических структур, вмещающих купольные и флексурные системы, которые включают газоносные песчаники, покрытые слоем герметизирующих пород (образовались так называемые газовые "ловушки"). Сущность способа заключается в бурении

дегазационной скважины в наиболее продуктивную точку "ловушки" с перебором продуктивных по газу горизонтов, определяемых при компьютерной обработке разведочных материалов. Скважина крепится обсадной колонной, которая рассчитана на длительный срок эксплуатации. Колонна перфорирована по мощности продуктивных горизонтов.

Разработанные новые и усовершенствованные способы модернизации горного хозяйства шахт апробированы и внедрены на предприятиях объединения "Донецкуголь".

Новый вариант вскрытия свиты пластов по способу шахта-модуль реально может быть использован на 9 шахтах объединения. Практически он уже реализуется на трех смежных шахтах: им. Абакумова, им. Челюскинцев, "Трудовская". На этих шахтах, разрабатывающих свиту из 4-5 пластов, сложилась наиболее благоприятная горнотехническая ситуация и в короткий срок можно это осуществить за счет проведения скипового ствола рядом с воздухоподводящим. При этом существенно улучшается состояние горного хозяйства шахт и с максимальной эффективностью включаются в отработку прирезаемые запасы угля ниже по падению. На шахте "Бутовка-Донецкая" шахта-модуль используется для отработки нового прирезаемого участка "Октябрьский глубокий". Уже пройден вспомогательный ствол и в настоящее время рядом с ним проводится новый скиповый ствол. Проектом дальнейшего развития шахты им. Абакумова шахта-модуль создается на базе двух новых стволов (скипового и клетового) на одной площадке, проводимых до нижней технической границы (изогипса 700 м) с учетом прирезки запасов по всем четырем рабочим пластам m_5 , m_3 , l_4 , k_6 . Размер шахтного поля составляет по простиранию 6 км, по падению - 1,8 км. Уголь передается от скипового ствола шахты-модуль на промплощадку основной шахты по квершлагу, пройденному вблизи поверхности, длиной 2,5 км.

Способ использования вентиляционных скважин при вскрытии шахтных полей, блоков, панелей, горизонтов возможно реализовать на 8 шахтах объединения. Пректом развития шахты им. Абакумова предусмотрено (на основной шахте) при вскрытии пластов l_4 и k_6 на горизонтах 715 и 800 м рядом с вентиляционным стволом бурение воздухоподводящей скважины на новый

основной горизонт 800 м. Скважина оборудуется нагнетательным вентилятором, позволяющим при ее диаметре 3—4 м увеличивать пропуск воздуха до 300—500 м³/с (повышение в 3 раза) с расположением нулевой точки перехода компрессии в депрессию без выхода из скважины. На шахте—модуль для горизонта 900 м запланировано бурение трех вентиляционных скважин: сдвоенные скважины (воздухоподающая и вентиляционная) в восточном крыле и одиночная (для подачи воздуха) — в западном.

Новый способ планировки горных работ в шахтном поле, блоке, панели (так называемый вариант секционной панели с большим числом одновременно обрабатываемых лав) может успешно использоваться на 11 шахтах объединения. Так, в условиях шахты "Бутовка—Донецкая" один из вариантов такой планировки применяется при отработке пласта п₁ мощностью 1,8—2,2 м, угол падения пласта β —12°. По выделению метана шахта относится к сверхкатегорной. В каждом крыле шахтного поля лавы работают обратным ходом по столбовой системе разработки с переходом из одной секции в другую без перенарезки лав. По мере отработки ярусов в зонах разгрузки осуществляется проведение секционных уклонов. Столбы подготавливают проходкой выемочных штреков встречными забоями. Позади лавы выемочные штреки погашают, а вентиляционный штрек проходят вприсечку к выработанному пространству с секционных уклонов.

При отработке лав обратным ходом на пластах средней мощности способ расположения и проведения вентиляционных штреков в обрушенной и уплотненной толще пород смежных ранее отработанных лав автором был впервые внедрен на пласте I₄ шахты им. Абакумова (15—я западная лава, 1972 г.). В последующем этот способ: заслужил широкое признание и распространение на шахтах других объединений (например шахты им. Бажанова, им. Поченкова и др. объединения "Макеевуголь"). Со временем он вошел как один из типовых в нормативный документ Минуглепрома СССР "Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР" (Л.: ВНИМИ, 1986).

В процессе выполнения работы по совершенствованию горного хозяйства шахт объединения в тесном творческом сотрудничестве с Донуги разработаны и

созданы для практического пользования два пособия: "Альбом новых планировочных решений для действующих и строящихся шахт" (Донуги, 1993) и альбом "Новый способ использования вентиляционных скважин как элемент новых планировочных решений" (Донуги, 1993). Кроме того, разработаны технические задания на реконструкцию шахт им. Абакумова и "Трудовская".

Технология дегазации углеородного массива с использованием пробуренных с поверхности направленных скважин успешно испытана и внедрена на шахтах им. Засядько, им. Калинина, им. 60-летия Советской Украины. Пробурено 14 направленных скважин, которые обеспечивают высокие нагрузки на очистной забой при отработке высокогазоносных пластов m_3 , h_4 , h_{10} . Достигнутый коэффициент дегазации горных выработок составляет 53%. Во всех случаях добыча газа с концентрацией метана 92–96% составила от 1,2 до 4 млн. m^3 из одной скважины. Продолжительность активной эксплуатации всех скважин составляет более двух лет.

Способ предварительной дегазации углеородного массива внедрен на горном отводе будущей шахты № 12 "Южнодонбасская", где разведано несколько скоплений свободного газа. На одно из таких скоплений "Лаврентьевское" с запасами 26 млн. m^3 свободного газа пробурена эксплуатационная скважина глубиной 1250 м. Ею вскрыты 2 газоносных песчаника на глубинах 700 и 900 м. Эксплуатация скважины осуществляется под давлением 7 Мпа и использованием газа 10 тыс. m^3 /сутки. В настоящее время подготавливаются к эксплуатации еще два скопления свободных газов на шахтах "Южнодонбасская" № 4 и № 12.

Внедрением разработанных способов и технологий одновременно достигаются следующие цели: обеспечивается безопасность труда в процессе добычи угля; уменьшается загрязнение окружающей среды; используется дополнительно метан как дешевый энергоноситель; повышается эффективность угольного производства за счет попутного использования метана. В сложившихся в Украине экономических условиях (на современном этапе) наиболее эффективным способом использования полученного при дегазации метана является использование его в качестве моторного топлива (вместо нефти) и производства электроэнергии. Для осуществления такого экономического

решения в объединении "Донецкуголь" разработана специальная технология, внедрение которой проведено в два этапа.

На первом этапе был создан экспериментальный комплекс, включающий дегазационную направленную скважину, автогазонаполнительную компрессорную станцию (АГНКС) и передвижные автогазозаправщики (ПАГЗ). АГНКС блочной конструкции производительностью 1000 км³ в сутки метана под давлением 20 МПа смонтирована в 50 м от дегазационной направленной скважины. Такая станция на шахте им. Засядько устойчиво работает с 1992 г., получено 525 тыс. м³ сжатого газа, что позволило сэкономить 525 т бензина. На основании имеющегося опыта эксплуатации в 1994 г. был осуществлен второй этап создания промышленной АГНКС на шахте "Южнодонбасская" № 12 производительностью 10 тыс. км³ метана в сутки сжатого до давления 25 МПа. АГНКС рассчитана на заправку 120–150 автомобилей в сутки. За период эксплуатации станция произвела около 1 млн. км³ газа. Опыт промышленного использования разработанных технологий дегазации углегазовых месторождений убедительно подтвердил правильность и целесообразность избранного направления.

В настоящее время для шахты им. Засядько выполнено проектирование и создана новая АГНКС, рассчитанная на 45 заправок автомобилей в сутки. Ведутся работы по использованию метана для получения электроэнергии с целью перевода АГНКС на автономное энергопотребление и производства товарной электроэнергии. В объединении "Донецкуголь" создано специализированное научно-производственное предприятие "Донуглегаз" и разработана широкая программа использования газового потенциала углегазовых месторождений. Эти структуры являются прототипом широкомасштабной программы использования ресурсов метана Донецкого бассейна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации дано научно-техническое обобщение и новое решение крупной отраслевой проблемы, заключающейся в разработке, научном обосновании и внедрении новых и прогрессивных способов и технологий

модернизации горного хозяйства действующих шахт, обеспечивающих безопасность работ, высокий технологический и экономический уровень отработки подготовленных запасов при разработке пологих угольных пластов на глубоких горизонтах. Основные научно-технические и практические результаты работы заключаются в следующем.

1. Действующие шахты объединения "Донецкуголь" имеют сложную систему горного хозяйства, характеризующуюся разбросанностью горных работ, многоступенчатостью подземного транспорта, высокой трудоемкостью поддержания горных выработок, большой газоносностью пластов-спутников и мощных песчаников в подрабатываемой толще, выбросоопасностью обрабатываемых пластов и сложностью климатических условий в подземных выработках. Они в миниатюре охватывают все особенности разработки пологих пластов в старых углепромышленных районах Донецкого бассейна.

2. Установленные для наиболее прогрессивных механизированных комплексов (типа КМ 87 и КД 80) эмпирические зависимости нагрузки на лаву и трудоемкости очистных работ от основных влияющих факторов показывают, что имеющиеся резервы улучшения этих показателей связаны главным образом с увеличением скорости подвигания лав и уменьшением газообильности выемочных участков. Такой взаимоувязанный газовый и технологический "простор" для высокопроизводительных комплексов во многом определяется конструктивно простой технологической схемой шахты за пределами выемочного участка.

3. Разработан и доведен до промышленной реализации прогрессивный и перспективный способ вскрытия прирезаемых действующим шахтам запасов путем образования модульной шахты, включающей основную шахту и шахту-модуль. Эти шахты имеют общую промплощадку, но в транспортном и вентиляционном отношении работают независимо друг от друга.

4. Разработана схема подготовки (планировки горных работ) шахтных полей, панелей, блоков или горизонтов, обеспечивающая высокую концентрацию горных работ за счет одновременной отработки до 6-8 лав. Такая схема подготовки включает проведение и поддержание в зонах разгрузки парных полевых фланговых и промежуточных (секционных) наклонных

выработок, благодаря которым осуществляется надежное проветривание выемочных участков и уменьшается число переомонтажей механизированных комплексов.

5. Промышленными испытаниями и внедрением положено начало широкого признания целесообразности проведения и поддержания вентиляционных штреков в обрушенных и уплотненных породах кровли пласта при отработке лав обратным ходом на пологих пластах средней мощности, залегающих в неустойчивых вмещающих породах.

6. Доказано, что разрабатываемые угольные месторождения следует рассматривать как углегазовые с попутным извлечением и использованием метана в промышленных и бытовых целях.

Разработан и внедрен способ дегазации подрабатываемой толщи, включающей газоносные пласты — спутники и песчаники, пробуренными с поверхности направленными (криволинейными) скважинами. Установлено, что наклонная часть скважины должна располагаться вдоль боковой границы области полных сдвижений пород, формирующейся над выработанным пространством движущейся лавы. При этом обоснована и реализована технологическая схема перехода горными работами створа дегазационной скважины, обеспечивающая сохранность скважины и исключающая затопление выработок выемочного участка.

7. Применение дегазации подрабатываемой толщи с помощью пробуренных с поверхности направленных скважин открывает возможности управления газовыделением выемочных участков, устранения газового барьера при обработке лав и в целом резкого повышения безопасности ведения подземных горных работ в сложных условиях глубоких шахт.

8. На разведанных участках шахтных полей обоснована и подтверждена целесообразность предварительной дегазации углепородной толщи путем бурения с поверхности вертикальных скважин в купольные структуры газоносных песчаников.

9. Разработана технология использования добываемого метана в качестве моторного топлива. Сеть такой технологии состоит из направленной или вертикальной дегазационной скважины, автогазонаполнительной компрессорной

станции и передвижных автогазозаправщиков.

10. Новые способы и технологии модернизации горного хозяйства действующих шахт в полной мере или их элементы внедрены на шахтах им. Абакумова, им. Скочинского, им. Челюскинцев, "Трудовская", "Буговка — Донецкая" и др. Технология использования метана как моторного топлива внедрена на шахтах им. Засядько и "Южнодонбасская" № 12. В пересчете на жидкое топливо (бензин) она обеспечивает высокую эффективность работы автотранспорта.

Основные научно — прикладные результаты работы изложены в следующих публикациях.

1. Пудак В.В. Совершенствование техники угледобычи на шахтах п.о. "Донецкуголь". — К.: Техника, 1993. — 128 с.
2. Пудак В.В. Дегазация угленосного массива направленными скважинами, пробуренными с поверхности. — М.: ИАЦ ГИ, 1993. — 111 с.
3. Пудак В.В., Батманов Ю.К., Моисеев М.А. Развитие шахт Донбасса на основе совершенствования горного хозяйства // Уголь Украины. — 1992. — № 9. — С. 15—19.
4. Пудак В.В. Основные направления повышения социально — экономической эффективности объединения "Донецкуголь" // Уголь Украины. — 1993. — № 4. — С. 2—6.
5. Зборщик М.П., Воронин В.А., Шупенко В.И., Пудак В.В. Охрана вентиляционных штреков при отработке лав обратным ходом на пластах средней мощности // Уголь Украины. — 1973. — № 12. — С. 7—10.
6. Батманов Ю.К., Пудак В.В., Мартынов А.А. Улучшение теплового режима шахт на основе пространственно — планировочных решений // Труды 16-го всемирного горного конгресса. Горная промышленность на пороге XXI века. — Болгария, София, 1994. — Т. 4. — С. 75—82.
7. Пудак В.В., Коварев В.В., Лукаш А.С. Изучение фильтрационных характеристик песчаника, отобранного с больших глубин. // Перспективы развития технологии разработки угольных месторождений. — М.: МГИ, 1990. — С. 83—86.

8. Пудак В.В. Влияние подработки угольного массива на газовый баланс участка. // Интенсивная подготовка к отработке шахтного поля. — М.: МГИ, 1990. — С. 56—58.
9. Пудак В.В., Конарев В.В. Извлечение метана при ведении горных работ и использование его как энергоносителя в производственном объединении "Донецкуголь" // Экология и ресурсосбережение. — 1993. — № 12. — С. 1—12
10. Пудак В.В., Конарев В.В. Дегазация подрабатываемого газоносного массива направленными скважинами с поверхности. // В сб. Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. — Макеевка, Макнии, 1992. — С. 42—49.
11. Пудак В.В. "Донецкуголь" — многоотраслевое предприятие. // В сб. Известия Донецкого горного института. — Донецк, ДонГТУ, 1995. — № 1. — С. 3—12.
12. Пудак В.В. Комплексное использование энергетических ресурсов недр // Уголь Украины. — 1995. — № 8.
13. Pudak V. Methane extraction during mining operations and its utilization. // International coalbed methane opportunities in Russia and Ukraine. — Birmingham 1993. — P. 73—81.
14. Pudak V. Degassing of Methane Bearing Geologic Structures in the Donbass Coal Basin by the Donetsk Coal Association / Intergas '95. Proceedings. — Tuscaloosa. — 1995. — P. 517—530.
15. А.с. № 693012 СССР, М. Кл.² Е 21 С 41/04. Система разработки пологих и наклонных пластов. / М.П. Зборщик, В.А. Воронин, В.И. Шупенко, В.В. Пудак, В.В. Назимко. — Оpubл. в Б.И., 1979, № 39.
16. А.с. № 1687799 СССР, Кл. Е 21 F 7/00. Способ дегазации углепородной толщи. / С.А. Ярунин, А.С. Лукаш, В.В. Конарев, В.В. Ильюшенко, В.В. Пудак, Р.А. Галазов. — Оpubл. в Б.И., 1991, № 40.
17. А.с. № 1754906 СССР, Кл. Е 21 F 7/00. Способ дегазации подрабатываемой углепородной толщи. / А.С. Бурчаков, С.А. Ярунин, А.С. Лукаш, В.В. Конарев, В.В. Пудак, Р.А. Галазов. — Оpubл. в Б.И., 1992, № 30.
18. А.с. № 1448078 СССР, Кл. Е 21 F 5/00, 7/00. Способ дегазации участка углепородного массива. / А.с. Бурчаков, С.А. Ярунин, В.В. Пудак, В.В. Конарев,

А.И. Гайнутдинов, Н.А. Балабанов, С.Г. Ирисов. — Оpubл. в Б.И., 1988, № 48.

19. А.с. № 1448049 СССР, Кл. Е 21 С 41/04. Способ разработки уклонных шахтных полей тонких пологих угольных пластов. / Б.К. Кулини, А.Г. Лепихов, М.А. Патрушев, Е.Я. Самойленко, В.В. Пудак, С.Ю. Кравчинский, А.Н. Пугаченко, В.Е. Жуков. — Оpubл. в Б.И., 1988, № 48.

20. А.с. № 1677314 СССР, Кл. Е 21 С 41/04. Способ разработки пологих угольных пластов. / Г.М. Золотарев, Н.К. Гринько, В.А. Забродский, В.В. Пудак. — Оpubл. в Б.И., 1991, № 34.

21. А.с. № 1768756 СССР, Кл. Е 21 С 41/18. Способ вскрытия свиты выбросоопасных пологих угольных пластов. / Ю.К. Батманов, В.В. Пудак, А.Г. Лепихов, И.М. Андреев, М.А. Моисеев, А.Л. Селезень, И.М. Петухов, В.П. Кузнецов, И.М. Ведмедев, В.Н. Недолужко. — Оpubл. в Б.И., 1992, № 38.

АНОТАЦІЯ

Пудак В.В. Розробка способів модернізації гірничого господарства шахт під час відпрацювання похилих вугільних пластів.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.02 — підземна розробка родовищ корисних копалин, Донецький державний технічний університет, Донецьк, 1995.

Проведений аналіз багаторічного досвіду об'єднання "Донецьквугілля" по відпрацюванню похилих вугільних пластів на глибинах 600—1300 м. Цей досвід узагальнює усі складні умови розробки у традиційних старих вугледобувних районах Донбасу. Головна увага приділяється розробці та обґрунтуванню нових та прогресивних способів і технологій відкриття, підготовки та відпрацювання полів по падінню, що додаються до діючих шахт. Ці способи підвищують просторову концентрацію та безпеку гірничих робіт, суттєво покращують техніко-економічні показники шахт.

Приведене наукове обґрунтування способам дегазації вуглеводородної товщі, що охоплює газоносні пласти-супутники та потужні пісковики. Це

реалізується шляхом буріння з земної поверхні орієнтованих та вертикальних свердловин.

Розроблена технологія використання метану, що добувають як паливо для двигунів.

В роботі значна увага приділяється промисловим випробуванням та широкому запровадженню на шахтах об'єднання способів і технології модернізації гірничого господарства.

Ключові слова: вугільна шахта, модернізація, технологія, дегазація, орієнтовані свердловини.

ABSTRACT

Pudak V. V. Development of methods for mine structure modernization during flat coal seams extraction.

Doctor of Science (Engineering) Dissertation. Nomenclature 05.15.02

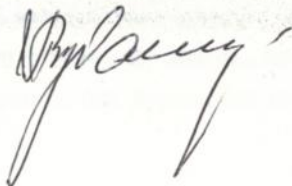
"Underground mine exploitation". Donetsk State Technical University. Donetsk, 1995.

Analysis of long period experience of coal extraction in the mines of "Donetskugol" association has been made for depth 600–1300m. The experience is typical for complex condition of coal extraction in Donbass. Main attention has been paid concerning development of new coal field at dip side of properties. New technology has been developed for increasing of concentration and safety of underground works.

New method of degasification of coal-bearing strata has been developed. This method makes use vertical and oriented boreholes being drilled from the surface to the coal seams.

A technology of methane utilization has been developed for trucks' motors filling. The technologies developed have been widely utilized in practice for enhancing and increasing efficiency of coal mine structures.

Key words: coal mine; modernization; technology; degasification; oriented gas well.



Сдано в производство 23.10.95. Формат 60x90/16.
Офс.печ. Тираж 100. Заказ 333. Уч.-изд.л. 2,0.
ЦЕНТИ угольной промышленности
Цех оперативной полиграфии
3400000 г.Донецк, ул.Артема, 60

447358

AB

33 523
AB 33.523