

КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТЫ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО

Викладено концепцію комплексної дегазації вуглепородного масиву для умов шахти ім. О.Ф. Засядька та основні результати, отримані у 2001 – 2002 роках у ході виконання робіт по реалізації її положень.

THE CONCEPT OF COMPLEX DEGASSING OF COAL-ROCK MASSIVE FOR CONDITIONS OF MINE NAMED F.F. ZASJADKO

The concept of complex degassing of coal-rock massive for conditions of mine named A.F. Zasjadko and the main results, received in 2001–2002 years in a time of execution works by the realization of its thesis's.

Дегазация угольных пластов и вмещающих пород, обеспечивающая безопасные условия ведения горных работ, является неотъемлемой частью технологического процесса добычи газоносных углей. Она применяется на большинстве шахт, разрабатывающих высокогазоносные угольные пласты. Известно, что при работе лавы газ выделяется из разрабатываемого угольного пласта, из пород кровли и почвы, а также поступает в горные выработки из выработанного пространства шахты. Существующие способы дегазации базируются на бурении скважин с поверхности земли, по угольному пласту, в породы кровли и почвы, а также на использовании газопроводящих перфорированных труб в выработанном пространстве, с последующим подключением их к вакуумным насосам для откачки метана.

Увеличение глубины разработки и интенсификация добычных работ на крупнейших шахтах Донбасса обострили проблему обеспечения безопасности и показали настоятельную необходимость разработки новых, научно-обоснованных принципов подхода к организации дегазационных работ на угольных шахтах.

Проблема решения вопросов дегазации углепородного массива имеет два аспекта. Первый и самый главный – обеспечение безопасности ведения горных работ на газонасыщенных угольных шахтах. Второй – добыча метана, как углеводородного сырья.

Существующие методы дегазации не учитывают характер протекающих в углепородном массиве геомеханических процессов и реакцию на них различных по литологическому составу слоев пород. Отсутствуют методики определения пространственных и временных параметров источников газовыделения в горные выработки, что препятствует правильной организации работ по дегазации, целевому заложению дегазационных скважин на конкретные источники газовыделения, последовательности проведения буровых и дегазационных работ. Не рассматриваются вопросы интенсификации передовой дегазации угольных пластов путем искусственного возбуждения в них геодинамических процессов, способствующих увеличению газоотдачи.

Шахты Донбасса характеризуются значительными поступлениями метана в горные выработки из пород кровли, почвы и обрабатываемых угольных пла-

стов, что требует определенного заимствования опыта организации дегазационных работ, накопленного в передовых странах мира – США, Германии, Великобритании, где основными источниками газовой выделенности в шахты являются угольные пласты и пропластки (спутники).

В то же время результаты изучения геомеханических процессов, протекающих в шахтах при ведении очистных и подготовительных работ, полученные ИГТМ НАН Украины, показывают возможность использования их для определения параметров формирующихся зон дренирования газа в породах кровли и почвы разрабатываемого угольного пласта, оценки ресурсов газа в этих зонах, выбора методов и средств извлечения метана из этих зон. Принципиально важным является вопрос не о дегазации пород кровли или почвы вообще, а о дегазации конкретных геодинамических зон, формирующихся над и под разрабатываемым угольным пластом, который был подвергнут передовому гидродинамическому воздействию, также разработанному в ИГТМ НАН Украины и прошедшему широкую промышленную проверку на 160 участках угольных пластов шахт Центрального района Донбасса. Такой подход исключает переток метана из одних зон в другие, или даже в выработанное пространство вблизи забоя лавы.

Концепция комплексной дегазации угленосного массива заключается в следующем. Метан, поступающий в горные выработки шахты, можно условно разделить на две составляющие: "быстрый газ" – поступающий в очистной забой из разрабатываемого угольного пласта и из пород непосредственной и основной кровли, и "медленный газ" – поступающий в горные выработки через выработанное пространство из пород почвы и пород, залегающих над основной кровлей.

"Быстрый газ" необходимо забирать дегазационными скважинами 1 (рис. 1), пробуренными по угольному пласту с передовым гидродинамическим воздействием на него для интенсификации газоотдачи, и длинными горизонтальными подземными скважинами, пробуренными в кровле или почве разрабатываемого угольного пласта 2.

"Медленный газ" должен быть отобран вертикальными скважинами 3, пробуренными с поверхности: для отбора газа из пород, залегающих выше основной кровли, и из пород почвы разрабатываемого пласта. В первом случае скважины бурятся до начала ведения очистных работ, во втором – после.

Фрагмент предлагаемой концепции в настоящее время находит подтверждение в работах по интенсификации дегазации с применением гидродинамического воздействия, которые ведутся на шахте им. А.Ф. Засядько по пласту l_1 . Получаемые результаты подтверждают эффективность воздействия для интенсификации газовой выделенности из угольного пласта (рис. 2).

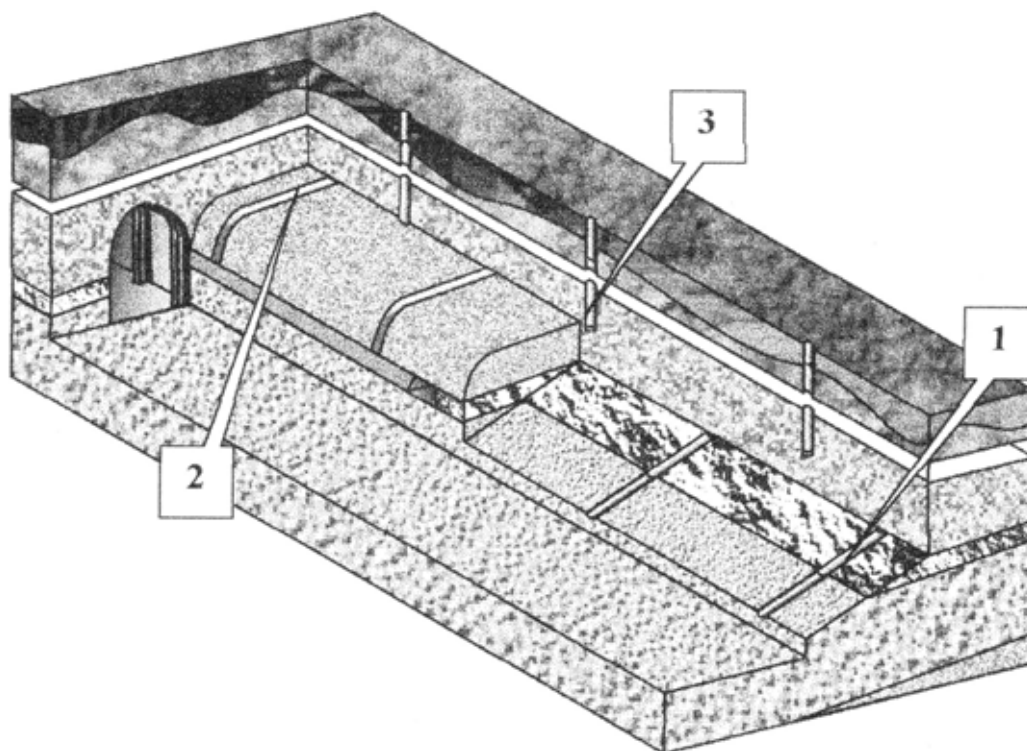


Рис. 1 – Схема комплексной дегазации углепородного массива.

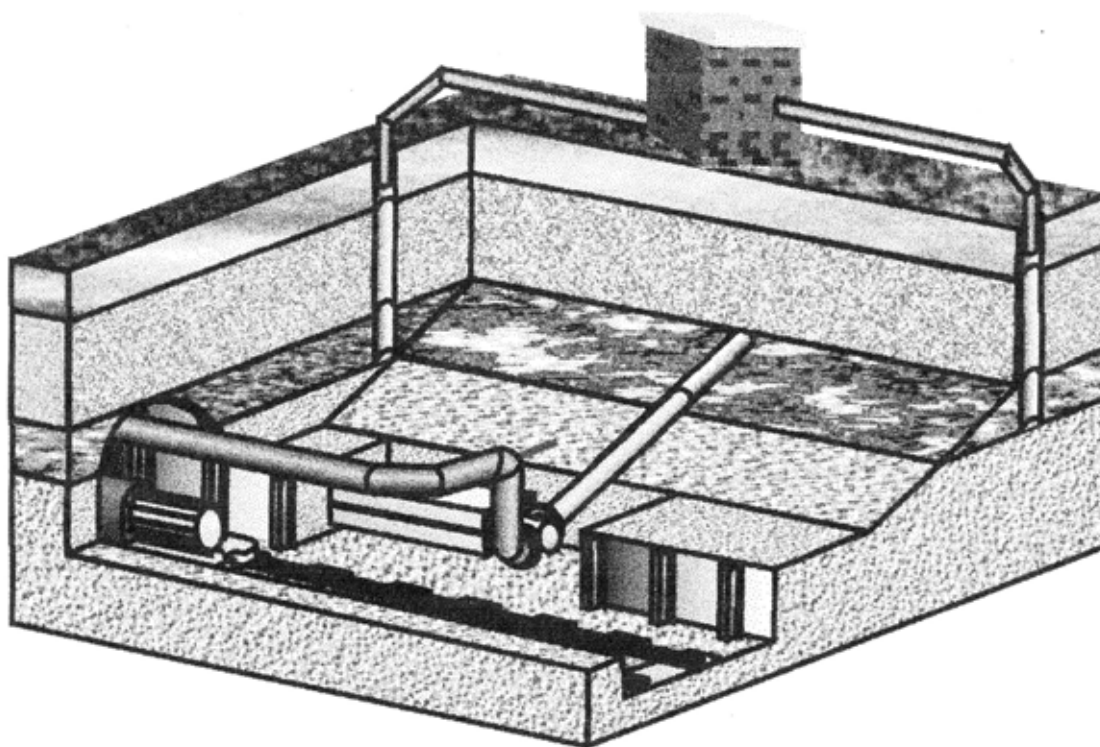


Рис. 2 – Дегазация углепородного массива с применением гидродинамического воздействия.

Применение принципиальной схемы извлечения метана из углепородного массива, представленной на рисунках, позволяет, с одной стороны, повысить безопасность очистных работ на пластах, дегазированных в результате передового применения гидродинамического воздействия, а с другой стороны повы-

сильный выход и концентрацию метана, добываемого через горизонтальные скважины, пробуренные в кровле и почве отрабатываемого пласта, и вертикальные, пробуренные с поверхности земли. Повышение эффективности дегазации в этом случае позволит также уменьшить энергозатраты при работе дегазационной и вентиляционной систем шахты, облегчит решение вопросов утилизации шахтного метана.

Алгоритм реализации предложенной концепции представлен в следующем виде:

- построение геолого-геомеханической модели угленосного массива, включающего разрабатываемый угольный пласт;
- определение пространственно-временных и газодинамических параметров геомеханических зон дренирования газа;
- оценка ресурсов метана в формирующихся в процессе разработки угольного пласта геомеханических зонах дренирования газа;
- гидродинамическое воздействие на угольный пласт и его передовая дегазация;
- бурение длинных горизонтальных дегазационных подземных скважин в кровле или почве разрабатываемого угольного пласта для предотвращения поступления "быстрого газа" в очистные выработки из пород основной кровли и почвы;
- бурение вертикальных дегазационных скважин с поверхности для предотвращения поступления "медленного газа" в выработанное пространство и горные выработки из слоев пород, залегающих выше основной кровли;
- бурение вертикальных скважин с поверхности для дегазации выработанного пространства и пород почвы разрабатываемого угольного пласта.

Применение комплексной дегазации на основе геолого-геомеханической оценки состояния газонасыщенного угленосного массива позволит:

- снизить количество метана, поступающего в горные выработки шахты;
- повысить концентрацию метана в извлекаемом газе;
- увеличить количество утилизируемого метана и, в конечном итоге, существенно повысить безопасность ведения горных работ.

В соответствии с изложенной концепцией комплексной дегазации в ИГТМ НАН Украины была разработана рассчитанная на 2001-2002 г.г. программа работ по ее реализации, в состав которой вошли исследования и разработки по пяти основным направлениям:

1. Интенсификация дегазации отрабатываемого угольного пласта гидродинамическим воздействием из подготовительных выработок.

В результате работ по этому направлению был разработан способ интенсификации дегазации угольного пласта гидродинамическим воздействием. В результате достигнута степень дегазации более 30%. Работы по воздействию проводились на пяти технологических скважинах. Наибольшая достигнутая эффективность дегазации характеризуется следующими показателями: за двадцать суток достигнута степень дегазации 30%, за два месяца пласт в зоне отработки был дегазирован на 50%, окончательный показатель на момент публикации составил 70%, а выход газа из скважины продолжается. Увеличение коэффициен-

та дегазации и удельного газовыделения на отработанных участках по сравнению с необработанными составляет 1,7 – 4,4 раза. На основании полученных результатов разработано Временное руководство по применению способа интенсификации дегазации.

2. Повышение эффективности дегазации за счет восстановления прекративших работу поверхностных дегазационных скважин (ПДС).

В рамках этого направления разработана Методика расчета извлекаемых запасов метана из подработанного и надработанного углепородного массива, которая позволяет оценить плотность запасов в кровле и почве отработанного пласта, определить прогнозный коэффициент извлечения и прогнозировать дебит и объемы добычи метана ПДС. Плотность ресурсов метана только в породах кровли пласта m_3 колеблется в пределах 113-350 м³/м², что по расчетам зарубежных специалистов является основанием для рентабельного извлечения шахтного метана (0,1 млн. м³ метана на 1 га площади). Разработано устройство для каротажа ПДС, позволяющее с точностью до 1,0 м определять глубину скважины от 0 до 1500 м и отметку уровня воды в этом интервале. Выполненные геофизические и газодинамические исследования позволили определить и проанализировать состояние вышедших из эксплуатации подработанных ПДС и дать рекомендации по восстановлению 5 скважин способами, наиболее приемлемыми для условий шахты им. А.Ф. Засядько, а также разработать методические рекомендации по переводу закончивших работу ПДС в категории скважин для извлечения техногенного метана.

3. Выделение зон повышенной газоносности в породах кровли угольных пластов m_3 и l_1 на подработанных и не подработанных участках поля шахты им. А.Ф. Засядько и подсчет ресурсов метана в этих зонах.

В ходе работ было построено четыре карты: палеопотоков, локальных структур, газозакранирующих интервалов и изопахит. Подсчитаны запасы метана в шести выделенных локальных структурах кровли угольного пласта m_3 , которые составили 511 млн. м³, из которых примерно 380 млн. м³ являются извлекаемой частью. Основной объем подсчитанных ресурсов (около 80%) находится на неотработанных участках, где запроектировано около 70 ПДС на основе полученных данных. Специалистам шахты переданы методики построения карт палеопотоков, локальных структур, методика подсчета ресурсов метана в выделенных зонах. Основными рекомендациями являются совмещенные карты с выделенными зонами повышенной газоносности для бурения в районе этих зон ПДС. Для отработанных участков шахтного поля, в пределах выделенных зон повышенной газоносности, рекомендована реанимация ранее пробуренных и нуждающихся в ремонте скважин и бурение новых ПДС, местоположение которых определено совместно со специалистами шахты.

4. Оценка геомеханического состояния углепородного массива при выполнении работ по интенсификации дегазации путем гидродинамических воздействий.

На основании применения разработок, выполненных на новом качественном уровне, получены следующие результаты:

- по установленным закономерностям изменения электрокинетических явлений и переходных процессов трещиноватых и напряженных сред разработана и применена методика для определения размеров зон неупругих деформаций с жидким и газовым заполнителем трещино-порового пространства, что позволило при гидродинамических воздействиях рассчитать эффективный радиус дегазации и обосновать выбор сети дегазационных скважин;

- определена ориентация и структура трещино-порового пространства пласта l_1 в естественных условиях залегания, что позволило с учетом микроскладчатости установить оптимальный угол направления дегазационных скважин и рекомендовать места заложения буровых ниш;

- проведены в четырех нагнетательных скважинах поинтервальные измерения главных напряжений и направления их действия в углепородном массиве. По параметрам поинтервального гидроразрыва определено, что в исследованном участке углепородного массива поле действующих напряжений разнокомпонентно.

5. Выбор и обоснование параметров вентиляционной системы шахты им. А.Ф. Засядько при использовании дегазационных мероприятий.

В результате выполненных исследований был проведен структурно-параметрический анализ шахтной вентиляционной системы (ШВС), который позволил выявить особенности организации проветривания шахты им. А.Ф. Засядько, определить резервы снабжения воздухом объектов-потребителей, исследовать динамику изменения аэродинамических параметров ШВС, оценить существующую систему проветривания шахты и выработать рекомендации по ее более рациональной организации. Было разработано техническое задание на аэродинамическую приставку к анемометру АПР-2, предназначенную для замеров депрессии вентиляционных сооружений шахты. Был проведен анализ изменения газообильности на двух добычных участках шахты в зависимости от применяемых схем проветривания. Исследована газодинамика выработанного пространства 9-й западной лавы пл. l_1 и возможности регулирования утечек метановоздушной смеси через него. Исследованы возможности изменения рабочей характеристики вентиляторов главного проветривания, связанные с наличием воды в капельном состоянии в их каналах, и проведены эксперименты по определению ее количества. Результатом работы явился комплексный критерий оценки эффективности схем проветривания с учетом используемых дегазационных мероприятий.

Перечень проведенных работ далеко не полон. Многие направления исследований только намечены, ряд задач требуют дальнейшей формализации, аналитической постановки и алгоритмизации. На наш взгляд, реализация концепции комплексной дегазации может в дальнейшем включать решение следующих вопросов:

1. Проведение промышленных испытаний способа интенсификации дегазации обрабатываемого угольного пласта гидродинамическим воздействием из подготовительных выработок в различных горно-геологических условиях шахты.

2. Применение гидродинамического воздействия для дегазации углепородного массива через скважины, пробуренные по породам почвы пласта.

3. Определение физического состояния и газодинамических характеристик вышедших из эксплуатации ПДС.

4. Разработка методических рекомендаций по определению рациональных режимов эксплуатации новых, подработанных лавами, и восстановленных ПДС, оборудованных установками насосно-компрессорных труб.

5. Оценка извлекаемых запасов метана из подработанного углепородного массива на новых добычных участках и разработка методики оценки техногенных запасов метана на отработанных участках.

6. Выделение зоны повышенной газоносности в породах кровли пласта l_4 , на подработанных и не подработанных участках поля шахты и подсчет ресурсов метана в этих зонах.

7. Построение карт газозакранирующих интервалов в кровле пластов k8, 11, 14 на отработанных участках шахтного поля.

8. Построение совмещенного плана горных работ по всем четырем угольным пластам с вынесением на него зон повышенной газоносности.

9. Выполнение оценки ресурсов метана в разгруженном углепородном массиве двух свит с целью выбора мест заложения скважин постэксплуатационной дегазации для снижения газообильности шахты.

10. Расширение информационной базы данных по определению величин и направлений компонент действующего поля напряжений на участках, подготавливаемых к отработке.

11. Определение параметров систем трещин и их взаимосвязи с локальной микроскладчатостью и напряженным состоянием углепородного массива для повышения эффективности технологических воздействий на массив с целью интенсификации дегазации на подготавливаемых к отработке и обрабатываемых участках.

12. Разработка метода реорганизации системы проветривания шахты, заключающегося в разделении зон влияния вентиляторов главного проветривания, т.е. организации секционного проветривания.

13. Разработка имитационной модели выбора схемы проветривания добычного участка и, на основе комплексного критерия оценки эффективности схем проветривания, разработка методики выбора оптимальной схемы проветривания добычного участка.

14. Разработка технической документации и освоение, совместно с АП "Шахта им. А.Ф. Засядько", производства аэродинамических приставок к анемометру АПР-".

15. Адаптация к условиям шахты и передача на участок ВТБ программных средств компьютерной технологии анализа, расчета и управления проветриванием, разработанной ИГТМ НАН Украины.

Как видим, круг задач достаточно обширен. Однако совместными усилиями института, располагающего специалистами, имеющими опыт решения горно-технических задач непосредственно на горных предприятиях, и специалистов шахты, имеющих высокий научно-технический потенциал, они могут быть ус-

пешно решены. Результаты, полученные на шахте им. А.Ф. Засядько, являющейся одним из наиболее сложных технологических комплексов Министерства топлива и энергетики Украины, будут, на наш взгляд, полезны и другим шахтам и внедрение их, в конечном итоге, будет способствовать повышению эффективности угольной отрасли.

УДК 62.457:622.817.47

Б.В. Бокий

РОЛЬ УЧАСТКА ВЕНТИЛЯЦИИ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВЕНТИЛЯЦИИ И КОМПЛЕКСНОЙ ДЕГАЗАЦИИ

Охарактеризовано роль ділянки вентиляції та техніки безпеки (ВТБ) шахти ім. О.Ф. Засядька у виконанні заходів з вентиляції та комплексної дегазції. Наведено дані про чисельність ділянки, основні задачі, які вона вирішує, оснащеність технічним устаткуванням, складності та проблеми, які виникають у роботі ділянки ВТБ, намічено перспективи роботи ділянки спільно із спеціалістами Інституту геотехнічної механіки НАН України.

THE ROLE OF SECTION OF VENTILATION AND PREVENTATION OF ACCIDENTS IN A EXECUTION OF ACTIONS BY VENTILATION AND COMPLEX DEGASSING

Characterized the role section of ventilation and prevention of accidents (VPA) mine named A.F. Zasjadko in an execution of measures by ventilation and complex degassing. Facts about the quantity of section, the main tasks, which decided by it, equipment by the technical means, complications and problems, which arised in a work of section VPA was bring, perspectives of section's work in common with a specialists by Institute of the geotechnical mechanics of the NAS of Ukraine was projected.

Арендное предприятие "Шахта им. А.Ф. Засядько" является одним из крупнейших высокомеханизированных предприятий угольной промышленности Украины, наиболее сложных в топологическом плане, обладающих высокой размерностью (расчетная схема шахтной вентиляционной сети (ШВС) насчитывает около 1100 ветвей) и наличием практически всего комплекса вредностей технологического характера, встречающихся на объектах Госуглепрома Украины.

Шахта им.А.Ф. Засядько запроектирована институтом "Южгипрошахт" в 1948 году с проектной мощностью 1200 тыс. т в год. Она сдана в эксплуатацию в 1958 году. В 1968-1970 г.г. произошло ее объединение с шахтами им. Ф.Кона и "8-Ветка" с увеличением производственной мощности до 1500 тыс. т угля в год.

Шахта разрабатывает пласты мощностью от 0,8 до 2,0 м, опасные по внезапным выбросам угля и газа, склонные к самовозгоранию на глубине от 900 до 1240 м. Работа ведется одновременно на 4 пластах и 5 очистных забоях.