

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

На правах рукописи

БУРЧАК Александр Васильевич

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ "УГЛЕЛЬ-ГАЗ" И РАЗРАБОТКА
СПОСОБОВ ОЦЕНКИ МЕТАМОРФИЗМА И НАРУШЕННОСТИ УГЛЕЙ
МЕТОДОМ ЭПР

05.15.11 - "Физические процессы
горного производства"

Автореферат диссертации на соискание
учёной степени кандидата технических наук

Днепропетровск - 1994 г.



00777497 (+)

рукопись

AB 30.176

робота виконана в Інституті геотехнічної механіки
НАН України

НАУЧНИЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

докт. геол. - мин. наук

Лукинов
Вячеслав Владимирович

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

акад. Академии горных наук,
докт. техн. наук, проф.

Алексеев
Анатолий Дмитриевич

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.

Белый
Иосиф Станиславович

ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ:

Государственное геологическое предприятие "Луганскгеология".

Защита состоится 24 июня 1994 г. в 13⁰⁰ часов на заседании
специализированного совета Д 018.40.01 при Институте геотехни-
ческой механики НАН Украины по адресу: 320600, г. Днепропетровск,
ул. Симферопольская 2а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГТИ НАН Украины.

Автореферат разослан 19 мая 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук

Ипакунов И.А.

ЛНБ ім В Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Перспективы развития добычи угля в Донбассе тесно связаны с разработкой пластов на глубоких горизонтах, переход на которые сопровождается ухудшением горно-геологических условий: повышением температуры, горного давления, метанообильности выработок, газодинамическими явлениями.

В то же время метан – ценное сырье для химической и топливной промышленности, а попутная его добыча представляет собой важнейшую народнохозяйственную задачу.

Раздельное изучение свойств угля и газа не позволяет рассматривать процессы их взаимодействия в пласте, т.к. для изучения гетерогенных сред, какими являться угольные пласты, необходимо комплексное исследование горного массива с учетом его газонасыщенности.

Для задач горного производства особый интерес представляет изучение системы "уголь-газ" при повышенном давлении. Такой подход дает возможность моделировать естественное состояние горного массива, приближаясь, таким образом, к пониманию процессов взаимодействия угля и газа, влияющих на горно-геологические условия ведения горных работ.

Большие возможности для исследования системы "уголь-газ" представляет метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), позволяющий изучать процессы взаимодействия угля и газа, а также структуру угля и его свойств.

В связи с этим разработка надежной методики комплексного исследования системы "уголь-газ" представляется весьма актуальной задачей.

Цель работы – разработать новые способы оценки степени метаморфизма и нарушенности углей по характеристикам парамагнитной системы "уголь-газ" при повышенном давлении газа.

Идея работы – заключается в использовании эффекта физического взаимодействия парамагнитных молекул кислорода с парамагнитными центрами угольного вещества при повышенном давлении газа для разработки показателей метаморфизма и нарушенности угля.

При выполнении исследований, наряду с методом ЭПР, применялись методы петрографического, технического и ситового анализа угольного вещества, проводились определения физических свойств твердых горючих ископаемых, а также вероятностно-статистические методы обработки результатов экспериментальных исследований.

Научные положения, разработанные лично диссертантом и новизна:

- изменение состояния парамагнитной системы "уголь-газ" под влиянием молекулярного кислорода, после изотермического повышения давления газа до уровня предельного газонасыщения, носит квазиобратимый, физический характер;
- парамагнетизм угольного вещества формируется за счет стабильных парамагнитных центров и не стабильных, вступающих в физическое взаимодействие с молекулярным кислородом воздуха;
- степень метаморфизма углей определяет величину относительного изменения уровня парамагнетизма системы "уголь-газ" при избыточном давлении газа;
- природная нарушенность угля определяет параметры процесса установления равновесного состояния в парамагнитной системе "уголь-газ" при избыточном давлении газа.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработана методика исследования угольного вещества методом ЭПР в системе с газом при повышенном давлении газа;
- установлен квазиобратимый характер изменения уровня парамагнетизма углей с повышением давления газа в системе "уголь-газ";
- предложена математическая модель описания процесса установления равновесного состояния в парамагнитной системе "уголь-газ" после возмущающего воздействия давлением;
- установлена прямая зависимость между величиной относительного изменения уровня парамагнетизма системы "уголь-газ" и степенью метаморфизма угля;
- установлена обратная зависимость между нарушенностью угольного вещества и параметрами процесса стабилизации парамагнитной системы "уголь-газ" после повышения давления газа.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием результатов аналитических исследований современным представлениям о природе парамагнетизма угля, структуре и состоянии газонасыщенных угольных пластов и экспериментальными данными, полученными с использованием современных методов исследования, а также представительным объемом полученных данных, хорошей сходимость результатов экспериментальных и натуральных исследований.

Значение работы. Научное значение работы состоит в разработке методики исследования системы "уголь-газ" методом ЭПР при повышенном давлении газа, что позволило моделировать естественное состояние газонасыщенного угольного пласта, изучать структуру угольного

вещества и влияние на нее различных природных факторов.

Практическое значение работы состоит в следующем: разработаны способы экспресс-оценки степени метаморфизма и нарушенности угольного вещества. Способ оценки степени метаморфизма угольного вещества защищен авторским свидетельством. При прогнозе выбросоопасности угльных пластов предложено использовать показатели парамагнетизма системы "уголь-газ" при повышенном давлении газа. Предложенный показатель метаморфизма углей (коэффициент пассивации) вошел в расчетную формулу для определения $O_{стр}$ - показателя структурной ослабленности пласта в "Метод прогноза выбросоопасности угльных пластов по геологоразведочным данным, основанном на структурных особенностях углей".

Реализация выводов и рекомендаций работ. "Метод прогноза выбросоопасности угльных пластов по геологоразведочным данным, основанный на структурных особенностях углей", с использованием показателей парамагнетизма системы "уголь-газ" успешно прошел этап горно-экспериментальных работ и рекомендован к защите на Центральной комиссии. Результаты оценки степени метаморфизма углистых включений в породах пересекаемых Гимринским автодорожным тоннелем и деривационным тоннелем Ирганайской ГЭС в Дагестане переданы в Донецкий политехнический институт в виде отчета и использованы там для прогноза горно-геологических условий ведения горных работ.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на: Республиканском совещании "Методы и результаты прогнозирования малоамплитудных нарушений в Донбассе, Днепрово-Донецкой впадине и других регионах" в пос. Славском /1988г./, Всесоюзной конференции "Применение магнитного резонанса в народном хозяйстве" в г. Казани /1988г./ XVI Всесоюзной конференции молодых ученых "Теория и практика комплексной разработки месторождений и обогащения полезных ископаемых" в г. Москве /1989г./, Всесоюзной конференции молодых ученых и специалистов "Техника и технология горного производства" в г. Днепропетровске /1990г./, VIII Всесоюзном совещании по физическим свойствам горных пород при высоких давлениях и температурах в г. Уфе /1990г./ VI Республиканской конференции молодых ученых и специалистов в пос. Славском /1990г./, X Всесоюзной конференции ВУЗов СССР с участием научно-исследовательских институтов в г. Москве /1991г./, Всесоюзной конференции "Современные проблемы геологии и геохимии твердых горючих ископаемых" в пос. Славском /1991г./.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в девяти печатных работах. По результатам исследований получено два ав-

торских свидетельства.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения изложенных на 142 страницах машинописного текста, включает 16 таблиц, 20 рисунков, список литературы из 27 наименований и 6 приложений.

В основу диссертационной работы положены результаты аналитических и экспериментальных исследований, выполненных автором в 1986-1993 годах в отделе геологии угольных месторождений больших глубин ИГТМ АН Украины под руководством доктора геолого-минералогических наук Лукинова В.В., при непосредственной помощи кандидата геолого-минералогических наук Поляшова А.С., которым автор выражает искреннюю признательность. Автор также выражает глубокую благодарность сотрудникам отдела Барановскому В.И., Слободяниковой В.К., Попозогло Н.И. за помощь в отборе проб, пробоподготовке, проведении ситового и петрографического анализа углей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Взаимодействие угля и газа происходит на надмолекулярном и молекулярном уровнях т.е. на тех уровнях, на которых применение метода ЭПР наиболее эффективно. Однако, в работах Ингрема Д., Пула Ч., Алексеева А.Д. Стригутского В.П., Бобина В.А., Артемова В.К., Русьяноваой Н.Д., Белого И.С. где уделено достаточно много внимания явлению парамагнетизма в угольном веществе, влияние газов на парамагнитные центры углей изучено слабо, а состояние парамагнитной системы "уголь-газ" при избыточном давлении газа вообще не рассматривалось.

С другой стороны, большая группа исследователей изучала систему "уголь-газ" традиционными весовым и, главным образом, объемным методами (Эттингер И.А., Кучер Р.В., Саранчук В.И., Бутузова Л.Ф.). С помощью этих методов изучают косвенные признаки взаимодействия, - изменение объема или веса угля, но они не позволяют наблюдать сам процесс взаимодействия угля и газа. Следовательно, при этих методах исследования невозможно непосредственно изучать кинетику процесса взаимодействия угля и газа, в то время как эти кинетические характеристики могут быть с успехом использованы для изучения структуры угольного вещества и связанных с ней свойств угля, влияющих на выбросоопасность угольных пластов и горно геологические условия ведения горных работ.

В ряде теоретических работ (Кузнецов С.В., Бобин В.А., Ковалев Т.П. и др.) указано на связь кинетики десорбции метана из угля с возникновением и развитием внезапных выбросов. Эти идеи нашли свое

подтверждение в работе Заглуценко Н.В. в оценке диффузных параметров.

Таким образом, изучение методом ЭПР системы "уголь-газ" при изменении в ней давления дает возможность, с одной стороны оценить физические свойства угля, с другой - исследовать его структурные особенности, сформировавшиеся под влиянием внешних воздействий, связанные с горно-геологическими условиями ведения горных работ и выбросоопасностью угольных пластов.

С учетом изложенного, для реализации указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

- исследовать изменение парамагнетизма углей в начальный период их взаимодействия с кислородом;
- определить условия проведения измерительного эксперимента в парамагнитной системе "уголь-газ" при повышенном давлении газа;
- разработать методику исследований парамагнитной системы "уголь-газ" при повышенном давлении газа;
- исследовать характер взаимодействия парамагнитных центров угля с кислородом и на основе полученных результатов разработать способы оценки нарушенности и метаморфизма углей и рассеяной органики;
- обосновать использование парамагнитных характеристик системы "уголь-газ" при прогнозе выбросоопасности угольных пластов.

В основу решения поставленных задач положена рабочая гипотеза основывающаяся на следующих положениях:

- в физическое взаимодействие с газами может вступать только некоторая часть от общего количества парамагнитных центров угольного вещества формирующих уровень его парамагнетизма;
- скорость протекания процесса взаимодействия угля и газа зависит от нарушенности угольного вещества.

Влияние молекулярного кислорода воздуха на характеристики парамагнетизма угля при их первом контакте изучалось с помощью специального эксперимента, позволившего зафиксировать спектр ЭПР угля до его контакта с парамагнитными молекулами кислорода. Для этого проба отбиралась от свежего скола груди забоя непосредственно в специально изготовленную ампулу. Сразу после отбора проба в ампуле изолировалась от влияния окружающей среды. Герметично закрытый в ампуле отобраный образец угля помещался в резонатор ЭПР спектрометра РЭ 1301 для регистрации природного уровня парамагнетизма угольного вещества. Зарегистрированный сигнал представлял собой расщепленную линию с хорошо видимыми пиками витринита и инертинита. После разгерметизации ампулы интенсивность сигнала падала и стабилизировалась на новом уровне примерно за три часа, после чего, при хранении в

нормальных лабораторных условиях, сигнал практически не клялся. Этот эксперимент дал возможность доработать и уточнить методику исследований свойств угольного вещества с помощью метода ЭПР.

Для проведения исследований системы "уголь-газ" в качестве опорного был выбран пласт ξ_2 , который прослеживается во всех геолого-промышленных районах Донбасса и представлен каменными углями всех марок метаморфизма от "Г" до "Т". Пробы по пласту отбирались на шахтах основных геолого-промышленных районов Донецкого бассейна. Кроме первичных проб исследовались керновые пробы и данные грунтоносного опробования. Отобранные пробы, в основном, были представлены нарушенными, малозольными, выдержанными по вещественному составу углями с содержанием серы до 4%, что дает возможность изучать систему "уголь-газ" в относительно чистом виде и получать хорошо сопоставимые результаты.

Подготовка проб для проведения исследований свойств угля в парамагнитной системе "уголь-газ" сводилась к следующему. Шахтная бороздовая проба дробилась, просушивалась и рассеивалась по классам крупности угольных частиц. За это время парамагнитные характеристики угля стабилизировались на новом уровне. Для дальнейших исследований отбирался порошок с угольными частицами класса крупности 0,16-0,10 мм, как наиболее обогащенный микрокомпонентами группы витринита.

Для проведения экспериментальных исследований использовались радиоспектрометры РЭ 1301 и "Минск 12М" со специально разработанным устройством обеспечивающим подачу избыточного давления на образец, находящийся в резонаторе прибора.

Для уточнения барических условий исследований физических свойств угля в системе "уголь-газ" был проведен специальный эксперимент, в ходе которого давление в системе повышалось до величины 6,0 МПа поэтапно (по 0,5 МПа) с выдержкой до момента стабилизации парамагнитных характеристик на каждом уровне. Проведенные исследования показали, что для парамагнитной системы "уголь-газ" давление 6,0 МПа является давлением предельного газонасыщения, при этом основные изменения парамагнитных свойств системы происходят при повышении давления от 0,1 до 4,5 МПа, что дало возможность дальнейшие экспериментальные исследования проводить при давлении 5,0 МПа.

Учитывая тот факт, что при нагреве угля свыше 75°C в его структуре и химическом составе начинают происходить необратимые изменения исследования проводились при температуре 18-22°C.

Регистрацию спектрограмм ЭПР системы "уголь-газ" выполняли непрерывно при атмосферном и избыточном давлении, при постоянных режимах работы спектрометра, до момента стабилизации спектра на но-

вом уровне.

Интенсивность сигнала, после подачи давления, уменьшалась и стабилизировалась на новом уровне за 2-9 минут. При сбросе давления до атмосферного интенсивность сигнала восстанавливалась, что свидетельствует о том, что наблюдаемый процесс носит чисто физический характер. Повторные эксперименты, на этих же образцах, дали устойчиво воспроизводимые результаты, что подтверждает вывод об отсутствии химического взаимодействия между углем и кислородом при проведении исследований по разработанной методике. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что эффект изменения сигнала ЭПР системы "уголь-газ" после повышения в ней давления газа носит квазиобратимый физический характер.

Обработка зарегистрированных в ходе эксперимента спектрограмм ЭПР системы "уголь-газ" сводилась к их двойному интегрированию. На основании полученных значений рассчитывалось относительное изменение интегральной интенсивности спектра ЭПР системы в результате повышения в ней давления газа (коэффициент пассивации парамагнитных центров угля молекулярным кислородом воздуха) по формуле:

$$K_{пас} = (I_{исх} - I_{ст}) / I_{исх},$$

где $I_{исх}$ - интенсивность сигнала ЭПР системы "уголь-газ" до подачи давления,

$I_{ст}$ - интенсивность стабилизирующего сигнала ЭПР системы "уголь-газ" при давлении газа 5,0 МПа.

Физический смысл оценки относительного изменения интенсивности сигнала заключается в количественной оценке отношения числа ПМЦ, на которые кислород может оказывать физическое воздействие, при давлении газа равном давлению предельного газонасыщения, к общему числу ПМЦ в специально подготовленной пробе при нормальных лабораторных условиях. Проведенные статистические исследования показали, что погрешность определения этого показателя не превышает 2,2 %.

Диапазон изменения величины $K_{пас}$ от 40 до 95 %.

В результате исследований установлено, что относительное изменение уровня парамагнетизма системы "уголь-газ" после подъема в ней давления до давления предельного газонасыщения (коэффициент пассивации) отражает степень метаморфизма угольного вещества. Функциональная зависимость коэффициента пассивации от гостированного показателя метаморфизма - выход летучих веществ $U^{дф}$, описывается уравнением:

$$K_{пас} = 107,0 - 1,6U^{дф}.$$

Высокая чувствительность метода ЭПР при работе с ископаемой органикой дает возможность успешно проводить измерения на образцах с содержанием органического вещества 3-5% и независимо от размеров

включений, что практически невозможно при традиционных методах исследования. Таким образом представляется возможность проводить по разработанной методике оценку степени метаморфизма углистых включений или рассеяной органики во вмещающих породах, оценивая, косвенным образом, стадии катагенеза горных пород. Такие исследования были проведены по вмещающим породам Донбасса и успешно проверены при оценке стадии катагенеза пород пересекаемых горными выработками Гимринского автодорожного тоннеля и деривационного тоннеля Ирганьской ГЭС в Дагестане.

Графики стабилизации сигнала ЭПР системы "уголь-газ" после возмущающего воздействия на нее давлением газа в 5,0 МПа представляются собой экспоненциальные кривые. Время стабилизации сигнала для углей различных марок колеблется от 120 до 540 сек. Для углей одной стадии метаморфизма время стабилизации сигнала может изменяться в три - четыре раза.

Для описания процесса взаимодействия парамагнитных молекул кислорода с парамагнитными молекулами угольного вещества было применено уравнение типа из теории Ленгмюра, имеющее вид:

$$J = I / (At + B),$$

где J - интенсивность сигнала,

t - время,

"А" и "В" постоянные определяемые экспериментально.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют утверждать, что процесс установления равновесного состояния в парамагнитной системе "уголь-газ" после повышения давления газа зависит от природной нарушенности угля. Физический смысл коэффициента "А" заключается в том, что он отражает скорость протекания процесса сорбирования углем газа, а коэффициента "В" в том, что он отражает начальное состояние трещинно-пористой структуры угля, на поверхности которой происходит взаимодействие угля с газом, следовательно является структурным показателем.

Проведенные статистические исследования показали, что погрешность определения этого показателя не превышает 2,3 %.

Эксперименты проводились на углях разных марок пласта ℓ_3 .

В результате исследований установлено, что структурный показатель "В" отражает степень нарушенности угольного вещества. Функциональная зависимость структурного показателя "В" от показателя нарушенности - удельная поверхность аналитической угольной пробы ($S_{уд}$) описывается уравнением:

$$B = 1,25 + 0,035 S_{уд}.$$

Подобная зависимость была получена также по проботворцу выполенному сотрудниками ПО "Донбассгеология" на каменных углях всех

марок метаморфизма различных пластов. Этот факт подтверждает возможность использования структурного показателя "В" для оценки нарушенности угольного вещества.

Предложенный критерий нарушенности был проверен на шахте "Калиновская-Восточная" в зоне влияния надвига. Исследования показали, что предложенный показатель более чувствителен к отклонениям нарушенности угля от фоновой в результате влияния тектонических факторов, чем обычно используемые для этих целей показатели ΔP и Суд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведены исследования системы "уголь-газ" и выполнены научно обоснованные методические разработки по изучению взаимодействия угля и газа при повышенном давлении газа с помощью метода электронного парамагнитного резонанса, что позволило решить актуальную научно-исследовательскую задачу по оценке метаморфизма и нарушенности каменных углей и мелкорассеяной органики.

Основные результаты изложенные в диссертационной работе заключаются в следующем:

1. Разработана методика исследования систем "уголь-газ" методом ЭПР при повышенном давлении, в которой учтено влияние на парамагнетизм угля его петрографического и дисперсного состава, длительности контакта с молекулярным кислородом воздуха, определены оптимальные условия проведения исследований и требования к компонентам системы, рассчитана погрешность измерений.

2. Показано, что процесс взаимодействия ПМЦ угля с молекулярным кислородом воздуха, при повышении давления газа в системе "уголь-газ", носит квазиобратимый, физический характер и представляет собой процесс сорбционного поглощения кислорода угольным веществом, проходящий по экспоненциальному закону и описываемый уравнением Ленгмюра.

3. Показано, что максимально возможные изменения в парамагнитной системе "уголь-газ" происходят при давлении газа равном давлению предельного газонасыщения углей, дальнейшее повышение давления не вносит существенных изменений в состояние системы.

4. Установлено, что степень метаморфизма угольного вещества определяет изменение интенсивности сигнала ЭПР системы "уголь-газ" после повышения в ней давления газа. Величина относительного изменения интенсивности увеличивается с ростом степени метаморфизма угля.

5. Установлено, что нарушенность угольного вещества определяет начальные условия протекания процесса взаимодействия ПМЦ угля и мо-

лекулярного кислорода при повышении давления газа в парамагнитной системе "уголь-газ" от атмосферного до давления предельного газонасыщения, а коэффициент "В" из уравнения Ленгмюра отражает эти начальные условия и позволяет количественно оценить нарушенность угольного вещества.

6. Показано, что характеристики парамагнитной системы "уголь-газ" при повышении давления газа являются структурными характеристиками и позволяют оценить свойства угля, сорбционную способность, выбросоопасность угольных пластов и состояние горного массива.

7. Установлено, что интенсивность сигнала ЭПР угля стабилизируется на новом, более низком уровне не более чем через три часа после первого контакта угольного образца с молекулярным кислородом воздуха. Дальнейшее длительное хранение неизолированных от влияния окружающей среды проб, при нормальных лабораторных условиях, не оказывает существенного влияния на парамагнитные свойства угольного вещества.

8. Проведены исследования по изучению парамагнетизма угольного вещества, изолированного от влияния окружающей среды и не имевшего контакта с кислородом воздуха.

9. Изучено влияние степени метаморфизма на парамагнетизм системы "уголь-газ" при повышении в ней давления газа и на основе полученных результатов разработан способ оценки степени метаморфизма углей, защищенный авторским свидетельством, а также показана возможность использования разработанного способа для оценки степени метаморфизма органических включений в породах.

10. Изучено влияние нарушенности угольного вещества на процесс его взаимодействия с молекулярным кислородом воздуха, при изменении давления газа в системе "уголь-газ" и на основе полученных результатов разработан способ оценки нарушенности углей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. А.С. № 1509699 СССР, МКИ⁶ G01N2./10. Способ определения степени метаморфизма каменных углей по характеристикам витринита /А.С.Поляшов, А.В.Бурчак /СССР/ - 2 с.

2. Поляшов А.С., Бурчак А.В. Определение степени метаморфизма углей методом ЭПР // Применение магнитного резонанса в народном хозяйстве: Тез. докл. - Казань, 1989 - т.1 - с.174-175.

3. Поляшов А.С., Пимоненко Л.И., Попозогло Н.И. и др. Разрушение горных пород под действием тектонических процессов // Разрушение горных пород при статическом и динамическом нагружении, Об на-

уч. тр. ИГТМ АН УССР. - Киев. 1990 - с.122-123.

4. Бурчак А.В.. Использование метода ЭПР спектроскопии для оценки ряда физических свойств угля // Физические процессы горного производства. Тез. докл. - М., 1991 - с.33.

5. Бурчак А.В.. Исследование парамагнетизма системы "уголь-газ" как способ оценки стадии метаморфизма и степени нарушенности каменных углей // Техника и технология горного производства. Тез. докл. - Днепропетровск, 1990 - с.33.

6. Бурчак А.В., Саланович Н.А., Стельмах В.Ф. и др. Малогабаритные анализаторы электронного парамагнитного резонанса для твердых горючих ископаемых. Тез. докл. - Львов, 1991 - т.2 - с. 64-65.

7. А.С. № 1679325 СССР, МКИ⁴ G01N24/10. Способ анализа углей методом ЭПР / А.С.Поляшов, А.В.Бурчак, В.Е.Забигаило, Н.И.Насос / СССР/- Зс.

8. Забигаило В.Е., Поляшов А.С., Гончаренко В.А. и др.. Опыт-но-экспериментальная проверка метода прогноза выбросоопасности угольных пластов по геологоразведочным данным, основанного на структурных особенностях углей // Геология и геохимия горючих ископаемых Сб. научн. тр. - 1990 - Вып.75.- с.8-16.

9. Бурчак А.В., Слободяникова В.К., Поляшов А.С. и др. Опыт-но-экспериментальная проверка метода прогноза выбросоопасности угольных пластов по структурным особенностям углей // Малоамплитудная тектоника - Киев, 1991 - с.133.

10. Поляшов А.С., Бурчак А.В., Михелис А.В. и др.. Экспресс - оценка предельной сорбционной газоемкости каменных углей // Разведка и охрана недр - 1992 - № 3 - с.34.

11. Поляшов А.С., Бурчак А.В. Экспресс-оценка степени нарушенности угля // Техника и технология горного производства. Сб. науч. тр. ИГТМ АН Украины. - Киев. - Наук.думка. -1993. - С.37.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Ответственный за выпуск: Шпакунов И.А.

Подписано в печать 06.05.94 формат 60x84

Заказ 124 , тираж 100, ДХТИ ротапринт.

Усл. печ. л.1

457286

AB 30.176

AB 30.176