

Об установлении степени влияния геологических факторов на метанообильность выемочных участков

¹**ПОРТНОВ Василий Сергеевич**, д.т.н., профессор, vs_portnov@mail.ru,

^{1*}**ИМАНБАЕВА Света Бакытовна**, докторант, svetakaz77@mail.ru,

²**РЕВА Николай Васильевич**, д.ф.-м.н., профессор, mvreva@gmail.com,

³**ГАБАЙДУЛЛИН Равгат Ибрагимович**, к.т.н., зам. директора, gabaydullin_r@mail.ru,

¹**АСАИНОВ Сергей Турсунович**, к.т.н., старший преподаватель, 2008_as@mail.ru,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Институт геологии, Украина, 03022, Киев, ул. Васильковская, 90,

³ТОО «Научно-инженерный центр Геомарк», 100012, Караганда, ул. Терешковой, 18/2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Шахты Карагандинского угольного бассейна имеют высокую природную метаноносность, которая может достигать на отдельных пластах величины 25-35 м³/т, что сдерживает добычу угля и является причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. Установлено, что резкое увеличение выделения метана из забоев приурочено к зонам как дизъюнктивных, так и пликтивных геологических нарушений. Мелкофракционное состояние раздробленного угольного вещества в геологических нарушениях обуславливает увеличение площади газовыделения из угля на несколько порядков, что, в свою очередь, приводит к образованию своеобразного газового коллектора, давление в котором достигает сотен атмосфер, что при проходке и очистных работах в зоне геологических нарушений и пересечения их вызывает появление газодинамических явлений. Одним из путей к раннему прогнозированию дислокаций геологических нарушений является математическое моделирование поля напряжений, сформировавшегося от действия тектонических сил, вызвавших, в свою очередь, изгибы или разрывы пластов. Оцифрованные базы данных по скважинам геологической разведки Карагандинского бассейна с использованием классических методов теории упругости в приложении к горному массиву позволяют получить определенные практические результаты по прогнозированию невыявленных тектонических нарушений в пределах горных отводов шахт.

Ключевые слова: угольный пласт, метаноносность, геологическое нарушение, геологическая база данных, поле напряжений. прогнозирование нарушений.

Введение

Исследования и анализ причин техногенных аварий, происшедших в разные годы на шахтах Карагандинского угольного бассейна и связанных с газовым фактором, показывают, что резкое увеличение метановыделения из угольных пластов, как правило, обусловлено тектонической нарушенностью угля. Геологический фактор, а именно тектонические нарушения, признается решающим в проявлениях повышенного метановыделения [1,2]. И если геологические нарушения большой амплитуды при проведении геологоразведочных работ, в основном, выявляются, то мелкоамплитудные проявляются уже на стадии подготовительных или очистных горных работ.

Геологические характеристики состояния угольных пластов и свойств вмещающих пород могут быть получены, преимущественно, по ма-

териалам геолого-разведочных работ (состав, строение, коллекторские и другие свойства) [3]. К показателям, качественно характеризующим газоносность и газовыделение, относятся: резкая изменчивость условий залегания угольного пласта, тектоническая нарушенность, неоднородность строения углевмещающей среды, геостатическое давление [4,5].

В настоящее время проблема выявления отдельных мелкоамплитудных нарушений еще до начала ведения горных работ требует новых исследований. Если с помощью графических построений можно прогнозировать отдельные нарушения [6], которые впоследствии встречаются по трассе проведения горных выработок, то нарушения, локализующиеся в пределах выемочных участков, зачастую проявляются совершенно неожиданно и единственными методами их выяв-

ления на сегодняшний день являются геофизические методы, в частности методы сейсмического профилирования.

Одна из основных причин такого положения с прогнозированием мелкоамплитудных тектонических нарушений, как пликативных, так и дизъюнктивных, по нашему мнению, заключается в размерности сети геологоразведочных скважин, составляющей порядка 300÷500 м. Поскольку другой сети скважин нет, возникает проблема: как на их основе установить районы дислокации возможных (не выявленных) тектонических нарушений.

Теоретическое обоснование метода

Метод прогнозирования геологических нарушений по данным нерегулярной сети геологоразведочных скважин в пределах участка шахтного поля, в общих чертах, разработан авторами [7,8] и основывается на следующих положениях.

На основе информации из нерегулярной сети геологоразведочных скважин определяются глубины кровли и почвы пласта в точках пластопересечений. По расчетным значениям глубин в точках пластопересечений рассчитываются величины кривизны изгиба поверхности пласта с использованием известных математических методов [9,10].

Действующие напряжения, возникающие при изгибах пласта и являющиеся причинами разрывных тектонических нарушений, вычисляются в этих же точках на основе численных значений модулей упругости вмещающих пород кровли и почвы пласта, их мощностей и величин кривизны линии гипсометрии пласта.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= E z k_{j(xz)} \\ \sigma_y &= E z k_{j(yz)} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где σ_x и σ_y – напряжения по направлениям осей координат X и Y , кг/см²;

E – средневзвешенный модуль упругости пород, кг/см²;

z – суммарная мощность массива пород кровли (почвы), м;

k – расчетная кривизна изгиба пласта.

Кривизна линии пласта по направлениям принятых осей координат вычисляется по известным формулам

$$k_{xj} = \frac{\left| \frac{d^2 \varphi(x_j)}{dx^2} \right|}{\left[\left(1 + \frac{d\varphi(x_j)}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad (2)$$

или

$$k_{yj} = \frac{\left| \frac{d^2 \psi(y_j)}{dy^2} \right|}{\left[\left(1 + \frac{d\psi(y_j)}{dy} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad (3)$$

где $\varphi(x_j)$ и $\psi(y_j)$ уравнения линии залегания пласта в точках пластопересечений по направлениям осей координат X и Y .

Для вычисления кривизны необходимо получить численные значения производных в нужной точке. Вывод аналитических выражений линий для вычисления производных первого и второго порядка при задании поверхности дискретным множеством точек (то есть скважинами нерегулярной сетки) связано с определенными сложностями. Поэтому для практического решения этой задачи используется следующая процедура.

Вначале выполняется двумерная интерполяция значений точек z_{ji} по обоим направлениям координат X и Y с одинаковым, для упрощения, шагом h , в результате которого получаются численные значения $\{\varphi(x_j)\} = \{z(x_j)\}$ при фиксированных y_i и $\{\psi(y_i)\} = \{z(y_i)\}$ при фиксированных x_j . Затем используется метод численного дифференцирования с постоянным шагом по значениям функции в этих точках.

Метод основан на использовании формулы интерполяционного полинома Лагранжа для равностоящих точек. Общая формула для вычисления производной первого порядка с использованием интерполяционного полинома Лагранжа $L_{xz}(x_j)$ для равноотстоящих точек x_j [10]:

$$\begin{aligned} \varphi'(x_j) &= z'(x_j) \approx L'_n(x_j) = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{j=0}^n \frac{(-1)^{n-j} z_j}{j!(n-j)!} \frac{d}{dq} \left\{ \frac{q^{[n+1]}}{q-j} \right\}, \quad j = 0, \dots, n, \end{aligned} \quad (4)$$

где $q = \frac{x - x_0}{h}$ – новая переменная дифференцирования.

Аналогичную структуру имеет формула для вычисления производной первого порядка с использованием интерполяционного полинома Лагранжа для равноотстоящих точек. Из общей формулы (2) можно получить частные формулы производных первого и второго порядка для каждой из n точек x_j (или y_j).

Для прогноза невыявленных на этапе геологоразведочных работ нарушений в пределах исследуемого участка шахтного поля принимаются выявленные нарушения, в основном, разрывного характера и определяются их координаты. За критические значения разрывных напряжений ($\sigma_{рх}, \sigma_{ру}$) принимаются расчетные значения действующих напряжений в тех же координатах выявленных нарушений.

Далее дислокации разрывных тектонических нарушений на планируемых к отработке участках шахтного поля определяются по полученным в результате расчетов критическим значениям составляющих разрывных напряжений, исходя из критерия:

$$\sigma_a = [\sigma_{кр}], \quad (5)$$

где σ_a – действующие расчетные значения составляющих напряжений в произвольной точке планируемого к отработке участка шахтного поля, МПа;

$[\sigma_{кр}]$ – расчетная величина разрывного напряжения в зонах выявленных (известных) нару-

пений, принимаемая в качестве критической, МПа.

На базе геологической информации, описанного выше теоретического метода и принятия критических значений действующих напряжений прогнозируются невыявленные разрывные нарушения.

Результаты моделирования

На основе приведенного аналитического метода с использованием геологической базы данных выполнены исследования для прогноза разрывных тектонических нарушений на новых участках шахты «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

Выявленные разрывные нарушения типа взброс на поле шахты расположены в условных координатах $40600 < X < 41000$, $49500 < Y < 49900$. На расчетном поле в этих координатах действующие напряжения составляют в пределах $113000 < \sigma_a < 170000$ кг/см², или $1,13 \cdot 10^4 < \sigma_a < 1,70 \cdot 10^4$ МПа. За критическое напряжение, вызвавшее нарушение разрывного характера, принято $[\sigma_{кр}] = 115000$ кг/см² или $[\sigma_{кр}] = 1,15 \cdot 10^4$ МПа. С помощью специальной программы анализа расчетного поля напряжений и сравнения с критическим напряжением получена прогнозная дислокация вероятных разрывных нарушений.

Предлагаемый метод не позволяет определять амплитуду нарушения. Дислокация геологических нарушений, установленная теоретически, имеет прогнозный характер, поскольку теоретические приемы почти всегда допускают некоторые соглашения относительно полученных результатов [11,12].

Все вышесказанное вносит некоторые погрешности в оценки полученных результатов напряжений, а следовательно, и дислокацию разрывных нарушений. Тем не менее, эти результаты имеют практическое значение при разработке мероприятий для обеспечения безопасности горных работ по газовому фактору на участках шахтного поля, где теоретически прогнозируются геологические нарушения.

Модель метановыделения из нарушения

В предлагаемом относительно простом методе метановыделения из нарушения принята модель среды, сложенной из «сфероподобных» фракций угля различных диаметров. Процесс газовой выделения по такой модели удовлетворительно описывается уравнением диффузии из однородного сферического тела

$$\frac{dc}{dt} = D \cdot \frac{d^2c}{dr^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{dc}{dr}, \quad (6)$$

где r – координата в направлении радиуса, см;

c – концентрация адсорбирующегося газа, г/см³;

t – время, с;

D – коэффициент диффузии, см²/с.

Абсолютное значение коэффициента диффузии D меняется с изменением давления, и для углей нарушенной структуры составляет от $0,6 \cdot 10^{-4}$ см²/с до $66 \cdot 10^{-4}$ см²/с. Более точно, коэффициент диффузии D зависит не только от давления, но и от проницаемости угля. Количественные величины этих параметров необходимо экспериментально определить или уточнить для угольных пластов.

Количество метана, которое может выделиться из угольного пласта разрушении пласта с учетом составляющих пласт пачек

$$Q = \sum m_i Q_i V_{yr} \frac{\gamma}{m_i}, \quad (7)$$

где Q_i – количество метана, десорбирующегося из тонны угля каждой пачки мощностью m_i , м³;

V_{yr} – объем десорбирующегося угля в контурах условного коллектора, м³;

γ – объемный вес угля, т/м³.

Полное количество метана, выделившегося из разрушенного угля с учетом газа, находившегося в свободном состоянии

$$Q_{\text{общ}} = Q + Q_0, \quad (8)$$

где Q_0 – объем свободного газа, можно принять в пределах 10÷15% потенциальной метаноемкости (при давлении газа 5,0 МПа).

Для выполнения расчетов газовой выделения из массы угля геологического нарушения необходимы следующие исходные данные:

фракционный состав угля на определенном участке пласта (возможно по ситовому анализу керновых проб из разведочных или дополнительно пробуриваемых скважин, по данным анализов из горных выработок и т.д.), представленный в виде классов фракций диаметром d_i и соответствующим процентным содержанием b_i каждой фракции;

a – сорбционная емкость угля (пределы сорбции метана в угле, м³/т);

m – суммарная мощность угольных пачек пласта по данным скважин, м;

m_i – мощность i -й пачки угля в пласте, м;

p – давление (кг/см²) газа в угольном пласте на глубине H , определяемое по приближенной формуле $p = (H - H_0)$, где H – глубина от поверхности до пласта, H_0 – верхняя граница метановой зоны, м;

P – пористость угля (%), определяется из истинного и кажущегося удельных весов угля лабораторным методом или по данным из геологоразведочных скважин.

Обсуждение результатов

В Карагандинском бассейне на аварийную ситуацию, связанную с нарушением в форме разлома массива почвы пласта и прорывом метана в очистном забое, впервые обратили внимание при выемке верхнего слоя выбросоопасного пласта d_6 лавой 312- d_6 -1-з на шахте «Казахстанская» АО «АрселорМиттал Темиртау» [13].

Инициирование разлома почвы происходит при условии превышения действующих растягивающих напряжений над пределом прочности на растяжение пластичного слоя а почве, т.е.

$$\sigma_{р.д} = [\sigma_p], \quad (5)$$

где $\sigma_{р.д}$ – расчетное растягивающее напряжение под действием энергии релаксации упругих пород, МПа;

$[\sigma_p]$ – предел прочности на растяжение пластичного слоя в почве пласта d_6 , МПа.

Ориентировочный расчет количества метана в лаве 312-Д₆-1-3 из нарушения пласта Д₆, рассматриваемом как газовый коллектор, выполнен при следующих исходных данных: глубина залегания пласта 530 м, мощность пласта 6 м, природная газоносность 26 м³/т, время метановыделения 86400 с (1 сутки), площадь коллектора 300 м², мощность пласта 6,5 м, объем коллектора 580 м³, коэффициент диффузии 0,036 см²/с, пористость угля 10,4%, сорбционная емкость угля 26 м³/т, давление газа в пласте 47 кг/см², объемный вес угля 1,42 т/м³.

Выполненный по вышеописанному методу расчет показывает, что при указанных условиях из нарушенных углей геологического нарушения за сутки может выделяться 41360 м³ метана, или среднесуточное абсолютное газовыделение составит 29 м³/мин.

Выводы

Горно-геологические условия залегания являются основным фактором повышенного метановыделения при отработке газоносных угольных пластов.

Использованный теоретический метод составляющих критических напряжений позволил установить дислокацию геологических нарушений на поле шахты «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

В геологических нарушениях различного характера угольное вещество подвержено механи-

ческому измельчению и, как следствие, приводит к увеличению поверхности газоотдачи на несколько порядков.

Интенсивность метановыделения из геологических нарушений может быть прогнозирована по упрощенному методу, учитывающему основные факторы газоотдачи из угля.

Заключение

Аварийные ситуации при подготовке и отработке газоносных пластов угля Карагандинского бассейна, вынужденные остановки работы подготовительных и очистных забоев, снижение темпов их продвижения зачастую связаны с проявлением геологического фактора повышенного метановыделения – вскрытием ранее не выявленных тектонических нарушений. Измельчение угля до мелких фракций в зонах нарушений приводит к увеличению поверхности газоотдачи на несколько порядков и резкому увеличению метановыделения в призабойную часть. Отсутствие инструментов обнаружения мелкоамплитудных тектонических нарушений обусловило разработку теоретически обоснованного метода раннего их прогнозирования. Использование оцифрованной базы геологических данных и выполненные теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы:

- впервые разработаны метод критических составляющих напряжений для прогнозирования разрывных тектонических нарушений и опробован в конкретных горно-геологических условиях отработки пласта d_6 на шахте «Казахстанская»;
- разработан метод ожидаемого повышенного метановыделения из угля в зоне геологического нарушения, позволяющий принять превентивные меры по управлению газовыделением;
- результаты исследований могут быть использованы при проведении горных работ на газоносных пластах других шахт бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков Ю.М., Ходжаев Р.Р., Фоминых Е.И., Карев Н.А. Каталог внезапных выбросов угля и газа (Карагандинский угольный бассейн). – Калининград: Изд-во КГТУ, – 2009. – 163 с.
2. Алиев С.Б., Портнов В.С., Атыгаев Р.К., Филимонов Е.Н., Иманбаева С.Б. Изучение факторов, влияющих на выбросоопасность угольного пласта Д₆ // Уголь. 2020. № 6 (1131). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-faktorov-vliyayuschih-navybrosoopasnost-ugolnogo-plasta-d6>.
3. Геология Карагандинского угольного бассейна / Бекман В.М., Сейдалинов О.А. и др. под ред. Орлова И.В., Кушева Г.Л., Думлера Л.Ф., Голицына М.В. – М.: Недра, 1972. – 416 с.
4. Imanbaeva S.B., Mausymbaeva A.D., Yurov V.M., Portnov V.S., Reva N.V., Sultan A.D. Gas content of the D6 coal seam // Bulletin of the Karaganda university. Physics series. – 2021. – № 1 (101). DOI 10.31489/2021Ph/18-25. <http://rep.ksu.kz/xmlui/handle/data/11271>
5. Портнов В.С., Иманбаева С.Б., Муллағалиева Л.Ф., Балниязова Г.М., Шаяхметов Р.Т. Прогноз метанообильности при разработке угольных пластов // Уголь. 2020. № 11 (1136). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-prirodnoy-metanonosnosti-pri-razrabotke-ugolnyh-plastov>.
6. Григорьев В.Е., Любич Г.А., Тихонова С.Д. Горно-геометрический анализ разрывных нарушений угольных пластов // Уголь, 1988. – № 6. С. 61-63.
7. Ходжаев Р.Р. Теоретические основы прогноза и предупреждения газодинамических явлений в угольных шахтах: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Караганда, 2009. – 23 с.

8. Ходжаев Р.Р., Габайдуллин Р.И. Прогнозирование разрывных нарушений (аналитический метод) на неотработанных участках шахт «Тентекская» и им. Ленина Карагандинского угольного бассейна // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы XII Международной конференции (Москва (Россия) – Занджан (Иран), 16-20 сентября 2013 г.): в 2 т. / Под ред. А.Е. Воробьева, Т.В. Чекушиной. – М.: РУДН, – 2013. – Т. 1. – С. 42-47.
9. Березин И.С., Жидков В.П. Методы вычислений. Москва: Наука, – 1966. – Т. 1. – 632 с.
10. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – Москва: Наука, 1961. – 659 с.
11. Ma, Y., Nie, B., He, X., Li, X., Meng, J., Song, D. Mechanism investigation on coal and gas outburst: An overview // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – 2020. – 27 (7). – pp. 872-887. DOI: 10.1007/s12613-019-1956.
12. Ren, F., Zhang, D., Coa, J., Yu, M. & Li, S. Study on the Rock Mass Caving and Surface Subsidence Mechanism Based on an In Situ Geological Investigation and Numerical Analysis // Mathematical Problems in Engineering – 2018. pp. 1-18. Doi: 10.1155/2018/6054145.
13. Асаинов С.Т., Габайдуллин Р.И., Ходжаев Р.Р. Исследование внезапных прорывов почвы с повышенным газовыделением в очистных выработках на шахтах Карагандинского бассейна // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева / Под общей ред.: чл.-корр. НАН РК, д.т.н., проф. Н.С. Буктукова. – Алматы. – 2018. – Т. 87. – С. 256-261.

Геологиялық факторлардың қазу аймақтарында метан молдығына әсер ету дәрежесін анықтау туралы

¹ПОРТНОВ Василий Сергеевич, т.ф.д., профессор, vs_portnov@mail.ru,

^{1*}ИМАНБАЕВА Света Бакытовна, докторант, svetakaz77@mail.ru,

²РЕВА Николай Васильевич, ф.-м.ф.д., профессор, mvreva@gmail.com,

³ГАБАЙДУЛЛИН Равгат Ибрагимович, т.ф.к., директордың орынбасары, gabaydullin_r@mail.ru,

¹АСАИНОВ Сергей Турсунович, т.ф.к., аға оқытушы, 2008_as@mail.ru,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Геология институты, Украина, 03022, Киев, Васильковская көшесі, 90,

³«Геомарк» ғылыми-инженерлік орталығы» ЖШС, Қазақстан, 100012, Қарағанды, Терешкова көшесі, 18/2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында табиғи метан мөлшері жоғары, кейбір қабаттарда 25-35 м³/т жетуі мүмкін, бұл көмір өндіруді тежейді және төтенше жағдайлардың себебі болып табылады. Беткейлерден метан эмиссиясының күрт артуы дизъюнктивті және пликативті геологиялық бұзылулар аймақтарынан екендігі анықталды. Геологиялық бұзылулар кезінде ұсақталған көмірдің ұсақ түйіршікті күйі көмірден газдың бөліну аймағын бірнеше дәрежелі ұлғайтады, бұл, өз кезегінде, өзіндік газ қабатының, қысымның пайда болуына әкеледі. Ол жүздеген атмосфераға жетеді, геологиялық бұзылулар мен қиылысу аймағындағы бұрғылау және тазалау жұмыстары кезінде газдинамикалық құбылыстардың пайда болуынан туындайды. Геологиялық бұзылулардың дислокациясын ертерек болжау тәсілдерінің бірі тектоникалық күштердің әсерінен пайда болған кернеу өрісін математикалық модельдеу болып табылады, бұл өз кезегінде қабаттардың иілуін немесе айырылуын тудырды. Тау массасына қолданылатын серпімділік теориясының классикалық әдістерін қолдана отырып, Қарағанды ойпатындағы геологиялық барлау ұңғымалары бойынша цифрландырылған деректер базасы шахта учаскелеріндегі анықталмаған тектоникалық бұзылуларды болжауда белгілі практикалық нәтижелерді алуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: көмір қабаты, метан мөлшері, геологиялық бұзылыс, геологиялық мәліметтер базасы, кернеулі өріс, бұзылуларды болжау.

On Establishing the Degree of Influence Geological Factors on Methane Volume of Cutting Areas

¹PORTNOV Vasily, Dr. Tech. Sci., Professor, vs_portnov@mail.ru,

^{1*}IMANBAEVA Sveta, doctoral student, svetakaz77@mail.ru,

²REVA Nikolay, Dr. Phys. and Math. Sci., Professor, mvreva@gmail.com,

³GABAYDULLIN Ravgat, Cand. Tech. Sci., Deputy Director, gabaydullin_r@mail.ru,

¹ASAINOV Sergey, Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer, 2008_as@mail.ru,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska Street, 90,

³«Scientific and Engineering Center «Geomark» LLP, 100012, Karaganda, Tereshkova Street, 18/2,

*corresponding author.

Abstract. The mines of the Karaganda coal basin have a high natural methane content, which can reach 25-35 m³/t in some seams, which restrains coal production and is the cause of emergencies. It has been established that a sharp increase in methane emission from the faces is confined to the zones of both disjunctive and plicative geological disturbances. The fine-grained state of crushed coal matter in geological disturbances causes an increase in the area of gas release from

coal by several orders of magnitude, which, in turn, leads to the formation of a kind of gas reservoir, the pressure in which reaches hundreds of atmospheres, which, during drilling and cleaning works in the zone of geological disturbances and the intersection they are caused by the appearance of gas-dynamic phenomena. One of the ways to early prediction of the dislocations of geological faults is the mathematical modeling of the stress field formed from the action of tectonic forces, which, in turn, caused bends or ruptures of the strata. Digitized databases on geological exploration wells in the Karaganda Basin using classical methods of the theory of elasticity applied to the rock mass make it possible to obtain certain practical results in predicting undetected tectonic faults within the mine allotments.

Keywords: coal seam, methane content, geological disturbance, geological database, stress field, forecasting disturbances.

REFERENCES

1. Biriukov Iu.M., Khodzhaev R.R., Fominykh E.I., Karev N.A. Katalog vnezapnykh vybrosov uglia i gaza (Karagandinskii ugolnyi bassein). – Kaliningrad: Publ. KGTU, – 2009. – 163 p.
2. Aliev S.B., Portnov V.S., Atygaev R.K., Filimonov E.N., Imanbaeva S.B. Izuchenie faktorov, vliyayushchikh na vybrosoopasnost ugolnogo plasta D6 // Ugol. 2020. No. 6 (1131). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-faktorov-vliyayuschih-navybrosopasnost-ugolnogo-plasta-d6>.
3. Geologiya Karagandinskogo ugolnogo basseina / Bekman V.M., Seidalin O.A. i dr. pod red. Orlova I.V., Kusheva G.L., Dumlera L.F., Golitsyna M.V. – Moscow: Nedra, 1972. – 416 p.
4. Imanbaeva S.B., Mausymbaeva A.D., Yurov V.M., Portnov V.S., Reva N.V., Sultan A.D.. Gas content of the D6 coal seam // Bulletin of the Karaganda university. Physics series. – 2021. – No. 1 (101). DOI 10.31489/2021Ph/18-25. <http://rep.ksu.kz/xmlui/handle/data/11271>.
5. Portnov V.S., Imanbaeva S.B., Mullagalieva L.F., Balnii azova G.M., Shaiakhmetov R.T. Prognoz metanoobilnosti pri razrabotke ugolnykh plastov // Ugol. 2020. No. 11 (1136). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-prirodnoy-metanonosnosti-pri-razrabotke-ugolnykh-plastov>.
6. Grigorev V.E., Liubich G.A., Tikhonova S.D. Gorno-geometricheskii analiz razryvnykh narushenii ugolnykh plastov // Ugol, 1988. – No. 6. pp. 61-63.
7. Khodzhaev R.R. Teoreticheskie osnovy prognoza i preduprezhdeniia gazodinamicheskikh iavlenii v ugolnykh shakhtakh: Avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk. – Karaganda, 2009. – 23 p.
8. Khodzhaev R.R., Gabaidullin R.I. Prognozirovaniye razryvnykh narushenii (analiticheskii metod) na neotrabotannykh uchastkakh shakht «Tentekskaya» i im. Lenina Karagandinskogo ugolnogo basseina // Resursovospoizvodishchie, malootkhodnye i prirodookhrannyye tekhnologii osvoeniia nedr: Materialy XII Mezhdunarodnoi konferentsii (Moskva (Rossiya) – Zandzhan (Iran), 16-20 sentyabrya 2013 g.): v 2 t. / Pod red. A.E. Vorobeva, T.V. Chekushinoi. – Moscow: RUDN, – 2013. – T. 1. – pp. 42-47.
9. Berezin I.S., Zhidkov V.P. Metody vychislenii. Moscow: Nauka, – 1966. – T. 1. – 632 p.
10. Demidovich B.P., Maron I.A. Osnovy vychislitelnoi matematiki. – Moscow: Nauka, 1961. – 659 p.
11. Ma, Y., Nie, B., He, X., Li, X., Meng, J., Song, D. Mechanism investigation on coal and gas outburst: An overview // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – 2020. – 27 (7). – pp. 872-887. DOI: 10.1007/s12613-019-1956.
12. Ren, F., Zhang, D., Coa, J., Yu, M. & Li, S. Study on the Rock Mass Caving and Surface Subsidence Mechanism Based on an In Situ Geological Investigation and Numerical Analysis // Mathematical Problems in Engineering – 2018. pp. 1-18. Doi: 10.1155/2018/6054145.
13. Asainov S.T., Gabaidullin R.I., Khodzhaev R.R. Issledovanie vnezapnykh proryvov pochvy s povyshennym gazovydeleniem v ochistnykh vyrabotkakh na shakhtakh Karagandinskogo basseina // Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva. Trudy Instituta gornogo dela im. D.A. Kunaeva / Pod obshchei red.: chl.-korr. NAN RK, d.t.n., prof. N.S. Buktukova. – Almaty, – 2018. – T. 87. – pp. 256-261.