



[www.roninfo.ru](http://www.roninfo.ru)

Научно-технический и методический журнал

№4  
2016

ISSN 2219-5963



16

9 772219 596773

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР

Инновации ❖ Модернизация ❖ Эффективность

**Будущее угольной промышленности –  
повышение качества продукции и внедрение  
технологий глубокой переработки угля**



Моделирование подготовки  
выемочных участков при отработке  
сближенных угольных пластов

с. 32

Оптимизация карьерных  
грузопотоков с помощью насыпных  
транспортных перемычек

с. 38

Ситуационный анализ выделений  
сульфидной серы в углях

с. 56



Официальный печатный орган  
Центральной комиссии по разработке месторождений твердых  
полезных ископаемых Федерального агентства  
по недропользованию (ЦКР-ТПИ Роснедр)  
Постоянный информационный партнер  
Центральной комиссии по разработке месторождений  
углеводородного сырья Федерального агентства  
по недропользованию (ЦКР Роснедр по УВС)  
Издается при интеллектуальной поддержке  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
минерального сырья им. Н. М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

#### Заместители главного редактора

**В. Н. Сытенков**, профессор, доктор технических наук,  
начальник отдела, ФГБУ «ВИМС»  
**Е. А. Полянцева**, генеральный директор ООО Научно-  
информационный издательский центр «Недра-XXI»

#### Редакционная коллегия

**С. А. Аксенов**, зам. руководителя Федерального  
агентства по недропользованию  
**А. А. Ашихмин**, канд. техн. наук, проф. МГИ НИТУ  
МИСиС, ученый секретарь ЦКР-ТПИ Роснедр  
**Т. В. Башлыкова**, директор ООО «НВП Центр-ЭСТАГео»  
**Л. З. Быховский**, д-р геол.-минерал. наук, ФГБУ «ВИМС»  
**А. Е. Воробьев**, д-р техн. наук, проф., РУДН  
**В. Б. Грабцевич**, советник президента АК «АЛРОСА» (ПАО)  
**А. В. Григорьев**, канд. экон. наук, руководитель  
департамента ИПЕМ  
**Р. В. Голева**, д-р геол.-минерал. наук, проф.,  
ФГБУ «ВИМС»  
**А. В. Жданов**, канд. геол.-минерал. наук, МГРИ-РГГРУ,  
**В. Н. Захаров**, д-р техн. наук, проф., директор  
УРАН ИПКОН РАН  
**И. В. Зырянов**, д-р техн. наук, зам. директора  
НИПИ «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО)  
**Д. Р. Каплунов**, чл.-корр. РАН, проф., УРАН ИПКОН РАН  
**Е. А. Киселев**, канд. геол.-минерал. наук, зам. министра  
природных ресурсов и экологии РФ - руководитель  
Федерального агентства по недропользованию  
**А. К. Климов**, д-р геол.-минерал. наук,  
ген. директор ФГБУ «Росгеолфонд»  
**Ю. Н. Кузнецов**, д-р техн. наук, проф., МГИ НИТУ МИСиС  
**В. И. Лисов**, д-р экон. наук, чл.-корр. РАО, проф., ректор  
МГРИ-РГГРУ  
**Г. Г. Ломоносов**, д-р техн. наук, проф., МГИ НИТУ  
МИСиС  
**И. Г. Луговская**, д-р геол.-минерал. наук, ФГБУ «ВИМС»  
**Г. А. Машковцев**, д-р геол.-минерал. наук, проф.,  
генеральный директор ФГБУ «ВИМС»  
**Н. Н. Мельников**, акад. РАН, проф., директор КНЦ РАН  
**Б. К. Михайлов**, канд. экон. наук, АО «Росгео»  
**И. Г. Печенкин**, д-р геол.-минерал. наук, проф.,  
ФГБУ «ВИМС»  
**Н. С. Пономарев**, ученый секретарь центральной  
нефтегазовой секции ЦКР Роснедр по УВС  
**М. В. Рыльникова**, д-р техн. наук, проф.,  
УРАН ИПКОН РАН  
**А. В. Темнов**, канд. геол.-минерал. наук,  
начальник отдела ТПИ, Минприроды России  
**О. А. Фокин**, главный специалист, Ростехнадзор  
**К. К. Ходорович**, начальник отдела, Минприроды РФ  
**В. В. Шелепов**, руководитель центральной нефтегазовой  
секции ЦКР Роснедр по УВС

Фото на обложке – Черногорская обогатительная фабрика,  
Хакасия (АО «СУЭК»)  
Подписано в печать 25.08.2016. Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 9.  
Заявл. тираж 2500 экз., рекомендованная цена 700 р.  
Отпечатано в ООО «Роликс»,  
МО, г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 30, оф. 17

## Содержание

### Вести ЦКР-ТПИ Роснедр

О заседаниях ЦКР-ТПИ Роснедр в мае – августе 2016 года ..... 4

### РОН-гlossарий

Угли и угольная продукция: стандартизованные термины и определения.  
Часть 2. Термины и определения понятий, относящихся к отбору  
и подготовке проб, генетическим типам и видам,  
свойствам и анализу углей..... 10

### Экономика

*Аникин А. В.*

Инвестиционная привлекательность угольной отрасли Индонезии ..... 24

### Горный инжиниринг

*Исаченко А. А., Петров А. А., Петрова О. А., Риб С. В.*

Моделирование с учетом производственного опыта вариантов  
подготовки выемочных участков при разработке весьма  
сближенных угольных пластов..... 32

### Горные технологии

*Минибаев Р. Р., Матвеев А. В., Пушкарев В. Ю., [Макшеев В. П.]*

*Ворошилин К. С.*

Оптимизация карьерных грузопотоков с помощью насыпных  
транспортных переемычек (на примере разреза АО «Черниговец») ..... 38

### Горное оборудование

*Пихлер М., Панкевич Ю. Б., Швабенланд Е. Е.*

Опыт применения комбайнов Wirtgen Surface Miner  
при разработке сложноструктурных угольных месторождений ..... 42

### Переработка, обогащение

*Башлыкова Т. В., Макавецкас А. Р.*

Ситуационный анализ выделений сульфидной серы в углях..... 56

*Казаков А. С.*

Будущее угольной отрасли – развитие технологий глубокой  
переработки угля (по итогам XVIII Международного конгресса  
по обогащению угля ICPC-2016) ..... 62

### Информация, события

*Бурцев С. В., Супрун В. И.*

Отзыв об учебнике для вузов «Процессы  
открытых горных работ» ..... 61

20-я Международная выставка технологий и оборудования

для добычи и обогащения полезных ископаемых  
MiningWorld Russia 2016 (пост-релиз) ..... 70

Кузбасский угольный форум – 2016: «Уголь России и Майнинг»,

«Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности»,  
«Недра России» (пост-релиз)..... 71

#### Представители журнала

##### в регионах России:

*А. М. Коломиец* (Приволжский ФО)  
*С. В. Корнилов* (Уральский ФО)  
*Е. Е. Кузьмин* (Центральный ФО)  
*В. Н. Лаженцев* (Республика Коми)  
*Ф. Д. Ларичкин* (Северо-Западный ФО)  
*И. Ю. Рассказов* (Дальневосточный регион,  
Республика Саха (Якутия))  
*С. В. Шапкин* (Сибирский ФО)  
*В. В. Щипцов* (Северо-Западный ФО)

##### в других странах:

*С. И. Стражгородский* (США)  
президент ISD&P, проф.  
*В. Кеньен* (США),  
президент JAS Marketing, Inc., проф.  
*В. С. Музгина* (Республика Казахстан)  
д-р техн. наук  
*Ю. Д. Норв* (Республика Узбекистан),  
начальник горного бюро ЦНИЛ НГМК,  
д-р техн. наук, проф.



с. 24



с. 42



Номер вышел при поддержке официального партнера –  
ЗАО «Золотодобывающая компания «Полюс»

## Contents

### News from the Rosnedra CCSMDD

Meetings of the Rosnedra CCSMDD in May – August 2016 ..... 4

### RON-Glossary

Coal and coal products: standardized terms and definitions.  
Part 2: Terms and definitions of concepts related  
to the selection and preparation of samples, classification  
and analysis of coals..... 10

### Economics

*Anikin A.V.*

Investment attractiveness of the Indonesia coal industry ..... 24

### Mining Engineering & Consulting

*Isachenko A.A., Petrov A.A., Petrova O.A., Rib S.V.*

Modeling options for preparation working areas taking into  
account the practical experience highly contiguous coal  
seams developing ..... 32

### Mining Technologies

*Minibaiev R.R., Matveev A.V., Pushkarev V.Yu., Maksheev V.P.,  
Voroshilin K.S.*

Practical experience using transport earth-fill coffer-dams  
in optimize freight flows on opencast coal mine (on the example  
of the OJSC "Chernigovets" coal opencast)..... 38

#### Учредитель и издатель

ООО Научно-информационный издательский центр «Недра-XXI»  
Генеральный директор **Е. А. Полянцева**  
Почтовый адрес: 127287 Москва, Петровско-Разумовский пр-д. д. 24 корп. 19, 203

#### Отдел подписки

Email: mail@roninfo.ru  
Тел.: +7(495)9503160

#### Отдел рекламы

**Чичерина Антонина**  
Email: chicherina@roninfo.ru  
Тел.: +7(495)9503160  
Моб.: +7(926)4930886

#### По вопросам публикаций

Email: polyantseva@mail.ru  
Тел.: +7(495)9503160

#### © Рациональное освоение недр

Материалы, подготовленные редакцией  
Материалы, публикуемые на правах рекламы «РЕКЛАМА»  
Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции  
Использование материалов возможно только с письменного  
разрешения редакции, ссылка на журнал обязательна

Подписные индексы:  
Объединенный каталог «Пресса России» – 13165  
Каталог «Газеты. Журналы. Агентство «Роспечать» – 80379



# Моделирование с учетом производственного опыта вариантов подготовки выемочных участков при разработке весьма сближенных угольных пластов



**А. А. Исаченко,**  
горный инженер,  
Филиал ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» –  
Шахта «Ерунаковская-VIII»,<sup>1</sup>  
metall\_kuzbass@mail.ru,



**О. А. Петрова,**  
науч. сотр., Управление научных  
исследований СибГИУ,<sup>3</sup>  
oi\_petrova@mail.ru



**А. А. Петров,**  
главный специалист  
по анкерной крепи,  
ООО «Распадская угольная компания»,<sup>2</sup>  
ptrvt@mail.ru



**С. В. Риб,**  
старший преподаватель,  
СибГИУ,<sup>3</sup>  
seregariib@yandex.ru

<sup>1</sup>654000 Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Невского, 4.

<sup>2</sup>654027 Кемеровская обл., г. Новокузнецк, пр-т Курако, 33.

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», 654007 Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42

**Введение.** Безопасность и эффективность работы угольных шахт во многом определяется качеством управления горным давлением, которое наиболее активно проявляет себя при подготовке и отработке выемочных столбов. Несмотря на наличие угольных целиков между выемочными столбами, при увеличении площади выработанного пространства происходит активизация процесса сдвижения подработанных горных пород. Процесс происходит поэтапно, возникают зависания подработанных пород, увеличивается давление на краевые участки пласта и угольные целики, происходят их разрушения в форме горных ударов, а также обрушения подработанных пород на больших площадях с формированием воздушной волны и вытеснением опасных газов, иногда пожарных, в действующие выработки. Этот процесс подтверждается нормативными документами и практическим опытом разработки угольных пластов на больших площадях [1–5].

**Цель и объект исследования.** В условиях разработки выемочных участков на весьма сближенных уголь-

ных пластах одной из шахт Кузбасса исследовалось формирование зон сдвижения и напряженно-деформированного состояния углепородного массива. Для прогноза вероятного массового обрушения подработанных пород кровли после планируемой отработки очередного выемочного участка проводилось численное моделирование процессов сдвижения подработанных породной толщи с оценкой устойчивости угольных целиков. Целью исследований был прогноз геомеханической ситуации с учетом активизации процесса сдвижения для профилактики опасных газодинамических явлений при подготовке и разработке выемочных участков. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

– осуществлена настройка входных данных программного комплекса расчета параметров напря-

женно-деформированного состояния геомассива с использованием результатов шахтных измерений и требований нормативных документов [6–9];

– проведены моделирование и анализ параметров напряженно-деформированного состояния геомассива с учетом совокупного влияния системы очистных и подготовительных выработок всех выемочных участков пласта «2»;

– разработаны рекомендации по совершенствованию технологии разработки весьма сближенных пластов «2» и «1».

**Методы исследования.** При проведении исследований применялись математическое моделирование численными методами геомеханики, теория прочности материалов для определения зон сдвижения и разрушения горных пород и угольных целиков, обобщение результатов исследований. В результате были получены рекомендации для выбора рациональных параметров подготовки и отработки выемочных участков.

В качестве исходных данных использованы планы горных выработок по пластам «2» и «1», литологические колонки, паспорта выемочных участков. Геометрическая модель программного комплекса представлена в виде вертикального разреза, перпендикулярного осям вентиляционных и конвейерных штреков. Выбор вертикального разреза обусловлен наиболее сложной горно-геологической ситуацией, связанной с мощностью пород между сближенными пластами «2» и «1» в пределах 0,5–5 м. Размеры модели по простиранию приняты с учетом возможного определения влияния очистного выработанного пространства всех отработанных и планируемых к отработке выемочных столбов по пластам «1» и «2» в пределах панели. Длина геометрической модели по падению пластов принята 1400 м, глубина залегания пласта «2» – переменная, от 160 до 600 м.

Следует отметить, что настройка математической модели с целью повышения точности прогноза геомеханических параметров, необходимых для составления паспорта планируемого к разработке выемочного участка, проведена по результатам шахтных наблюдений, полученных при отработке предыдущего выемочного столба.

При моделировании рассмотрено более 20 вариантов расположения очистных и подготовительных выработок. В процессе моделирования определены наиболее

уязвимые с технологической точки зрения участки шахтного поля, расположенные в нижней его части, а также подготовлены технологические решения, обеспечивающие эксплуатационную устойчивость будущих горных выработок в течение всего периода отработки нижнего выемочного столба шахтного поля.

**Результаты и обсуждение.** Моделирование показало, что над каждым отработанным выемочным участком формируется локальная зона разрушения подработанных пород. Угольные целики шириной 30 м сохраняют устойчивость, что иллюстрируется изолиниями отношения остаточной прочности пород к их исходной прочности после отработки выемочных столбов (рис. 1). Однако в подработанной толще разрушение горных пород весьма неоднородное, так как над угольными целиками пласта «2» породы сохраняют несущую способность и способны к зависанию с формированием локальных зон дезинтеграции (неустойчивого массива) над каждым из выемочных участков. Соответственно, следует ожидать и неравномерного опускания земной поверхности.

В результате влияния опорного горного давления, сформировавшегося при разработке вышележащего выемочного участка, изменилась геомеханическая ситуация в окрестности нижележащих штреков. Сравнение изолиний распределения отношения остаточной прочности к исходной прочности в окрестности вентиляционного штрека 2-5 (рис. 2) указывает на существенное отличие характера разрушения пород до и после влияния очистных работ. Под влиянием зависающих пород над очистным выработанным пространством границы зоны разрушения расширились в почву и по падению пласта, что связано с воздействием дополнительных напряжений после отработки выемочных столбов.

Для оценки влияния зависающих пород кровли над выемочным участком 2-5 проведено численное моделирование, графические результаты которого в виде отдельных фрагментов приведены на рис. 3, из кото-

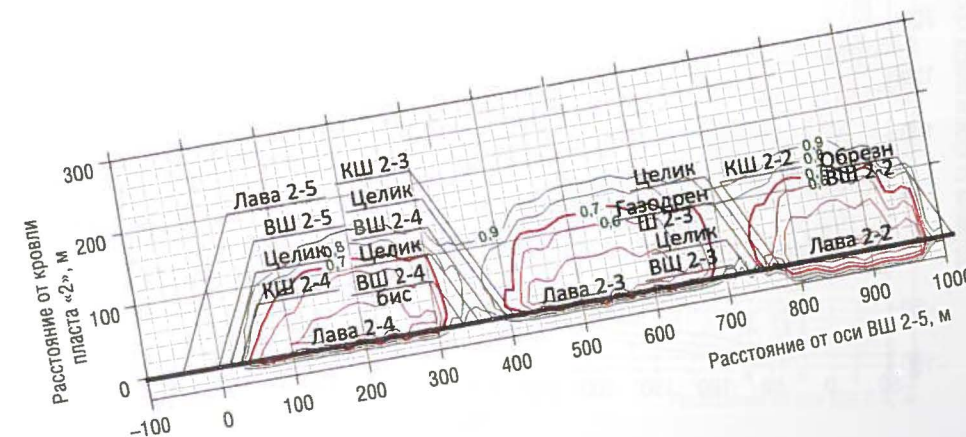


Рис. 1. Изолинии распределения отношения остаточной прочности пород к исходной прочности при мощности пород между пластами 1,5 м



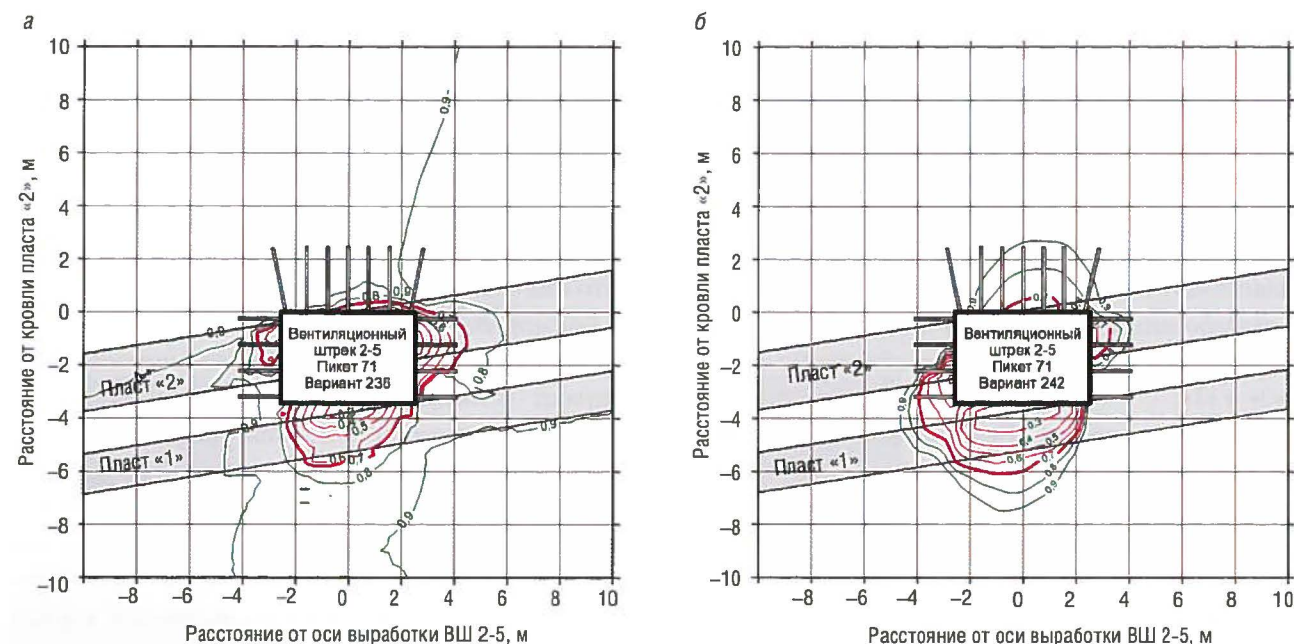


Рис. 2. Изолинии распределения отношения остаточной прочности к исходной прочности в окрестности вентиляционного штрека 2-5:

а – при мощности пород между пластами 1,6 м и одиночной выработке; б – при мощности пород между пластами 1,5 м, с учетом влияния лав 2-4, 2-3 и 2-2

роgo видно, что локальные зоны разрушения боковых пород над выемочными участками 2-5 и 2-4 замыкаются в общую зону. Эта закономерность подтверждает возможность активизации процесса сдвижения пород, в том числе над целиком между вентиляционным штреком 2-5 и конвейерным штреком 2-4. Вследствие разгрузки пород в почве пласта «1» в нем происходит разрушение угля, т. е. возможность его последующей безопасной разработки весьма проблематична.

Одним из факторов, влияющих на параметры разрушения горных пород в окрестности одиночной выработки (рис. 4, а) и в зоне влияния зависающих над очистным выработанным пространством пород (рис. 4, б), является возникновение напряжений в массиве.

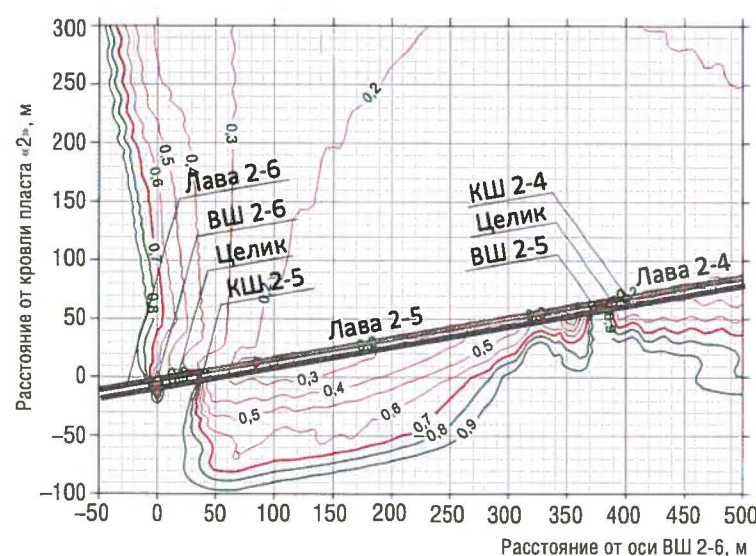


Рис. 3. Изолинии распределения отношения остаточной прочности к исходной прочности при мощности пород между пластами 1,5 м

По результатам сравнения графиков распределения коэффициентов концентрации вертикальных напряжений (см. рис. 4) установлено, что дополнительные техногенные напряжения в окрестности вентиляционного штрека 2-6 приводят к расширению области повышенного горного давления в сторону падения пласта в 1,3 раза, а в сторону восстания – в 1,5 раза; росту коэффициента концентрации вертикальных напряжений в боках выработки по падению пласта почти в 1,2 раза, а в сторону восстания пласта – в 1,4 раза.

Выявлена закономерность изменения пространственного положения оси симметрии вектора распределения коэффициентов концентрации напряжений (осей полуэллипсов изолиний): в одиночной выработке ось располагается почти перпендикулярно плоскости пласта (см. рис. 4, а), а под влиянием выработанного пространства – поворачивается в сторону выработанного пространства. Указанную закономерность следует учитывать при выборе параметров паспорта крепления выработок.

По итогам анализа результатов численного моделирования и производственного опыта разных вариантов подготовки выемочных участков для разработки свиты весьма сближенных угольных пластов выявлены следующие возможные последствия проявления горного давления при активизации процесса сдвижения после отработки нескольких смежных выемочных столбов:

✓ замыкание по своду локальных зон сдвижения над каждым выемочным столбом в об-

щую зону с разрушением пород кровли, в том числе над угольными целиками между соседними участками;

✓ разрушение угольного массива пласта «1» при наработке его горными работами пласта «2» и внезапные высыпания угля и пород междупластья при последующей разработке пласта «1»;

✓ высокая вероятность газодинамических процессов у краевых участков пласта и в угольных целиках при увеличении глубины разработки;

✓ повышенная концентрация напряжений в выработках нижнего пласта «1» под угольными целиками, оставленными в верхнем пласте «2».

В связи с этим при последующей разработке пласта «1» после выемки верхнего пласта «2» следует ожидать влияния следующих осложняющих факторов:

• образование в породах между пластами трещин, параллельных линии очистного забоя верхнего пласта, при периодических зависаниях и обрушениях пород кровли верхнего пласта, что приведет к формированию зон разрушения впереди секций механизированной крепи в нижнем забое;

• вследствие периодического «топтанья» механизированными секциями крепи в верхнем очистном забое возможно зональное разрушение пород и угля нижнего пласта и высыпание их в призабойное пространство нижнего пласта;

• по результатам численного моделирования и шахтных наблюдений пучения пород почвы верхнего пласта «2» установлено, что при разгрузке надработанных пород междупластья возможны неравномерные деформации (пучение) нижнего пласта «1» до 400 мм, т. е. при деформациях выше предельных значений произойдет разрушение угля в нижнем пласте «1», в

связи с чем следует ожидать периодическую миграцию (прорывы) метана из нижнего пласта в выработанное пространство верхнего (особенно по линии забойного конвейера) и в завальное пространство за секциями механизированной крепи;

• при последовательной нисходящей разработке свиты пластов возникают сложности с обеспечением устойчивости кровли выработок по нижнему пласту, и для обеспечения эксплуатационной устойчивости выработок потребуется применение только рамной крепи.

В горной практике неоднократно предпринимались попытки разработки весьма сближенных пластов по следующим схемам:

• совместная одновременная разработка двух пластов одним очистным забоем с выемкой пород междупластья и перемещением в едином потоке горной массы по одному конвейеру;

• последовательная селективная разработка двух пластов одним очистным забоем с раздельной выемкой угля в верхнем и нижнем пластах, доставкой угля в едином потоке по одному конвейеру, выемкой пород между пластами с утилизацией породной массы в выработанном пространстве через специальные устройства в секциях механизированной крепи или транспортированием специальным завальным конвейером;

• последовательная разработка двух пластов двумя очистными забоями с раздельным конвейерным транспортированием угля по лавам и в общем потоке единым конвейером в выемочных выработках нижнего пласта;

• независимая разработка пластов разными очистными забоями с отставанием лавы нижнего пласта в

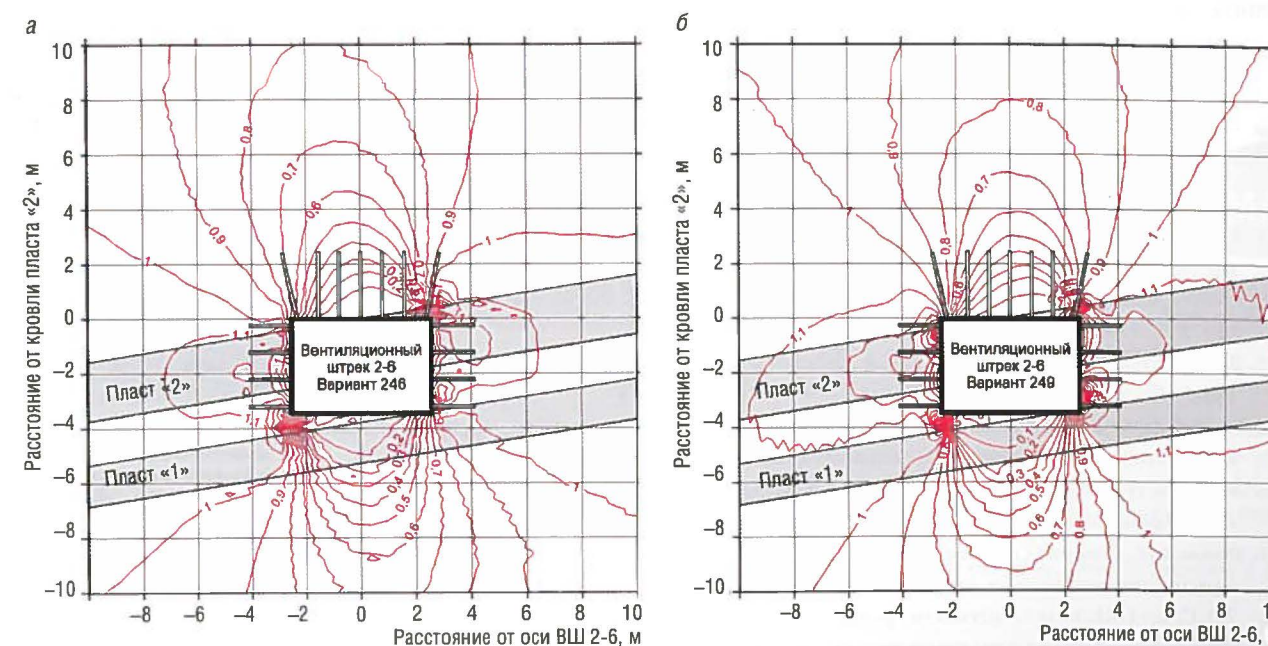


Рис. 4. Изолинии распределения коэффициента концентрации вертикальных напряжений пород в окрестности вентиляционного штрека 2-6 при мощности пород между пластами 1,5 м:

а – одиночная выработка; б – с учетом влияния лав 2-5 и 2-4



пространстве на 10–100 м при устойчивых породах кровли или во времени на 1–2 года при неустойчивых породах после их слеживания.

Рациональной считается совместная одновременная разработка сближенных пластов в одном очистном забое при мощности пород между пластами менее 1,1 м. При большей мощности очистные забои рекомендуется располагать последовательно по длине отрабатываемого столба. Если мощность пород между пластами не превышает 10 м, то можно проводить групповые выработки по нижнему пласту с проходкой на верхний пласт гезенков. Такая технология позволяет снизить вероятность пучения пород в почве пластов. Опережение верхнего очистного забоя относительно нижнего зависит от конкретных горно-геологических и горнотехнических условий и составляет 10–100 м.

**Рекомендации.** На основании результатов исследований предложены следующие рекомендации:

1. В проектах и паспортах в качестве оптимального варианта разработки свиты весьма сближенных пластов следует принимать такое взаимное расположение очистных и подготовительных выработок нижнего пласта «1», при котором они бы находились в зоне разгрузки от выработанного пространства пласта «2».

2. Не допускать расположения выработок нижнего пласта под угольными целиками и краевыми частями верхнего пласта, т. е. следовать принципу: на пологих участках пластов «2» и «1» площадь отрабатываемого столба на нижнем пласте «1» должна быть меньше отработанной площади верхнего пласта «2».

3. При существующей схеме вскрытия и подготовки шахтного поля, на глубине разработки более 500 м исключить вероятность пучения пород между пла-

стами «1» и «2», как показали результаты численного моделирования и производственный опыт, не представляется возможным. В связи с этим необходимо на стадии разработки паспорта выемочного участка предусмотреть плановую поддирку и зачистку пород почвы, для чего следует оснастить выемочный участок соответствующей техникой и спланировать дополнительные трудовые и финансовые затраты.

4. Согласно результатам исследований, при увеличении глубины разработки интенсивность пучения пород почвы пласта «2» будет возрастать пропорционально глубине. В связи с этим при мощности пород между пластами до 1,5 м следует проводить подготовительные выработки на полную высоту, включающую пласты «1», «2» и породы между ними.

5. Так как непосредственно под выработанными пространствами, вследствие разгрузки и растягивающих напряжений происходит разрушение угля пласта «1» и нижележащих пород, необходимо при отработке пласта «1» выбирать секции крепи с минимальным удельным давлением на почву, чтобы исключить потерю их устойчивости на дезинтегрированной на блоки породе кровли и почвы.

6. При глубине разработки более 500 м ширина угольного целика 30–35 м оказывается недостаточной, так как целик разрушается под влиянием опорного горного давления на глубину до 5 м. В связи с этим ширину угольного целика на глубинах более 500 м необходимо принимать не менее 45 м.

7. Породную толщу между пластами следует использовать как армирующий элемент в боках выработки, поэтому необходимо в породы междупластья устанавливать специальные анкера длиной не менее 5 м с несущей способностью не менее 300 кН. **РОН**



#### Список использованных источников

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях : (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 16.03.1998 № 13). – С-Пб. : ВНИМИ, 1998. – 291 с.
2. Кратч Г. Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений / Под ред. Р. А. Муллера, И. А. Петухова; пер. с нем. К. К. Глазенапа. – М. : Недра, 1978. – 494 с.
3. Якоби О. Практика управления горным давлением / Под науч. ред. Г. А. Каткова, пер. с нем. Ф. Ф. Эйлера; п – М. : Недра, 1987. – 566 с.
4. Хачай О. А., Хачай О. Ю. Геосинергетика: теория, методы, эксперименты при решении проблем отработки горных массивов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2015. №2 С. 45–51.
5. Захаров В. Н., Забурдяев В. С., Артемьев В. Б. Углепородные массивы: прогноз устойчивости, риски, безопасность. – М. : ООО «Киммерийский центр». 2013. – Т. 3 : Подземные горные работы. – Кн. 9. – 280 с. – (Библ. горного инженера.).
6. Фрянов В. Н., Петрова О. А., Петрова Т. В. Комплекс проблемно-ориентированных программ для моделирования формирования и распределения опасных зон в газонасытом геомассиве // Хроники ОФЭРНИО : [Электронное издание]. 2015. № 8–9 (75–76). С. 4. – URL: <http://ofernio.ru/portal/newspaper05.php>. (Дата обращения: 12.01.2016).
7. Правила безопасности в угольных шахтах : федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности : (утв. приказом Ростехнадзора от 19.11.2013 № 550 ; зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013, рег. № 30961) // Офиц. сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: <http://www.gosnadzor.ru>.

8. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99) // Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах : Сб. документов / Кол. авт. – М. : НТЦ «Промышленная безопасность», 2000. – С. 4–119.
9. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах : федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности : (утв. приказом Ростехнадзора от 17.12.2013 № 610 ; зарегистрировано в Минюсте России 19.02.2014, рег. № 31354). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499066486?block=9>.

#### Modeling options for preparation working areas taking into account the practical experience highly contiguous coal seams developing

Isachenko A.A., Deputy Chief Engineer on technology branch "Mine "Erunakovskaja-VIII" United Coal Company "Juzhkuzbassugol"<sup>1</sup>, metall\_kuzbass@mail.ru  
Petrov A.A., Chief Specialist in roof bolting, "Raspadskaya coal company"<sup>2</sup>, ptrvt@mail.ru

Petrova O.A., Researcher of Department of scientific research, Siberian State Industrial University<sup>3</sup>, ol\_petrova@mail.ru  
Rib S.V., Senior Lecturer of the Department of Geotechnology, Siberian State Industrial University<sup>3</sup>, seregarib@yandex.ru

<sup>1</sup>ul. Nevskogo 4, Novosibirsk, Kemerovskaya obl., 654000 Russia

<sup>2</sup>prosp. Kurako 33, Novosibirsk, Kemerovskaya obl., 654027 Russia

<sup>3</sup>ul. Kirova 42, Novosibirsk, Kemerovskaya obl., 654007 Russia

**Abstract:** The article presents the results of numerical modeling of geomechanical situation in developing highly contiguous coal seams. According to the results of modelling taking into account work experience, recommendations for the preparation and mining sections in conditions of highly contiguous coal seams

**Key words:** geomassiv, contiguous seams, the stress-strain state, numerical simulation.

#### References

1. Pravila okhrany sooruzhenii i prirodnykh ob'ektov ot vrednogo vliyaniya podzemnykh gornnykh razrabotok na ugol'nykh mestorozhdeniyakh [Rules of protection of constructions and natural objects from harmful influence of underground mining on the coal fields, approved by Ordinance Gosgortekhnadzor Russia from 16.03.1998 No. 13]. Saint-Petersburg, Research Institute of Mining Geomechanics and Surveying - Interbranch Research Center (VNIMI) Publ., 1998. – 291 p.
2. Kratzsch, Helmut. Mining subsidence engineering [Translation of, Bergschadenkunde], English, Translated by RFS Fleming. Berlin; New York: Springer-Verlag, 1983.
3. Jacobi, O. Praxis der Gebirgsbeherrschung. Essen: Verlag Glückauf Gmb Erzmetall, 29, 1976, No. 9.
4. Khachai O.A., Khachai O.Yu. Geosinergetika: teoriya, metody, eksperimenty pri reshenii problem otrabotki gornnykh massivov [Geosinergetika: Theory, Methods, Experiments in solving problems of rock mass develop], Fundamental'nye i prikladnye voprosy gornnykh nauk [Fundamental and Applied Problems of Mining Sciences], 2015, pp 45–51.
5. Zakharov V.N., Zaburdyaev V.S., and Artem'ev V.B. Ugleporodnye massivy: prognoz ustoychivosti, riski, bezopasnost' [Coal-bearing massifs: stability, risk and safety prognosis], Moscow, Kimmeriskii tsentr [Cimmerian center Publ.], 2013, Vol. 3: Podzemnye gornye raboty [Underground Mining], Book 9, 280 p. (Biblioteka gornogo inzhenera [series Mining Engineer Library]).
6. Fryanov V.N., Petrova O.A., and Petrova T.V. Kompleks problemno-orientirovannykh programm dlya modelirovaniya formirovaniya i raspredeleniya opasnykh zon v gazonosnom geomassive [The complex problem-oriented programs for modeling the formation and distribution of dangerous gas-bearing zones in geomassive]. Khroniki ob'edinennogo fonda elektronnykh resursov "Nauka i obrazovanie" [newspaper "The Chronicles of the combined fund of electronic resources" Science and Education", electronic publishing], 2015, No. 8–9 (75–76). pp. 4. Available at: <http://ofernio.ru/portal/newspaper05.php>. (Accessed: 12 Jan. 2016).
7. Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh: Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti (utverzhdno prikazom Rostekhnadzora ot 19.11.2013 № 550) [Safety rules in coal mines: Federal rules and industrial safety regulations (approved by Order of the Gosgortekhnadzor Russia 19 Nov. 2013 No. 550)]. Available at: <http://www.gosnadzor.ru>.
8. Instruktziya po bezopasnomu vedeniyu gornnykh rabot na shakhtakh, razrabatyvayushchikh ugol'nye plasty, sklonnyye k gornym udaram (RD 05-328-99) [Instructions for safe mining operations in mines, developing coal seams prone to rock bursts (RD 05-328-99)]. Preduprezhdenie gazodinamicheskikh yavlenii v ugol'nykh shakhtakh [Warning gas-dynamic phenomena in coal mines: Collected documents], Moscow, NTTs "Promyshlennaya bezopasnost'" [Scientific and Technical Center "Industrial Safety" Publ.], 2000. pp. 4–119.
9. Instruktziya po raschetu i primeneniyu ankernoi krepri na ugol'nykh shakhtakh: Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti (utverzhdno prikazom Rostekhnadzora ot 17.12.2013 № 610) [Instructions on calculation and application of roof bolting in coal mines: Federal rules and industrial safety regulations (approved by Order of the Gosgortekhnadzor Russia on 17 Dec. 2013 No. 610)]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499066486?block=9>.

БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА «РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР»



ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА  
В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ  
И ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Москва  
2015

## ВНИМАНИЕ!

В серии Библиотека журнала «Рациональное освоение недр» изданы  
**Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности  
«Правила безопасности при ведении горных работ  
и переработке твердых полезных ископаемых».**

Настоящие Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» устанавливают требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма на объектах ведения горных работ и переработки негорючих, твердых полезных ископаемых. Документ утвержден Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Для приобретения необходимо **прислать заявку** в редакцию на адрес электронной почты **mail@roninfo.ru** с указанием:

- реквизитов компании (название, ИНН/КПП);
- почтового адреса (для пересылки экземпляров);
- количества экземпляров.

**Стоимость 430 руб. При приобретении 5 и более экземпляров предусмотрена система скидок.**

Подробная информация – на сайте **www.roninfo.ru**