

**Воскобоев Ф.Н., Джигрин А.В., Клишин В.И.,  
Качурин Н.М., Мельник В.В., Исаев И.Р.,  
Тациенко В.П., Лупий М.Г., Костюк С.Г.**

---

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ПО АКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ  
ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ  
В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

---

**Москва 2015**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ПО АКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ  
ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ  
В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Москва  
2015

**Рецензенты:** главный научный сотрудник ННЦ ГП-ИГД им.А.А. Скочинского, д-р техн.наук, проф. Чирков Сергей Ефимович; главный научный сотрудник НТЦ «Промышленная безопасность», д-р техн. наук Разумняк Николай Леонтьевич; старший научный сотрудник ИПКОН РАН, канд. техн.наук Кочанов Алексей Николаевич.

**Воскобоев Ф.Н., Джигрин А.В., Клишин В.И., Качурин Н.М., Мельник В.В., Исаев И.Р., Тащиенко В.П., Лупий М.Г., Костюк С.Г. Технологические решения по активному управлению геомеханическими процессами в угольных шахтах. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. 458 с.**

ISBN 978-5-7679-3325-9

Рассмотрены наиболее перспективные технико-технологические решения по способам активного управления напряженно-деформированным состоянием техногенного массива горных пород в окрестности выработок при подземной разработке угольных месторождений. Приведены результаты опыта промышленного и опытно-промышленного применения способов. Так, способ разупрочнения прочных труднообрушаемых пород основной кровли торпедированием применен с положительным технико-экономическим эффектом в более, чем 1000 комплексно-механизированных очистных забоях. Определены область и условия применения способов и направлений их совершенствования.

Для инженерно-технических работников угольной промышленности, НИИ отрасли, преподавателей, аспирантов и студентов горных вузов.

Под редакцией д-ра техн. наук Джигрина А.В.

© Воскобоев Ф.Н., Джигрин А.В.,  
Клишин В.И., Качурин Н.М.,  
Мельник В.В., Исаев И.Р., Тащиен-  
ко В.П., Лупий М.Г., Костюк С.Г.,  
2015

ISBN 978-5-7679-3325-9

© Издательство ТулГУ, 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
<b>1. Анализ и оценка эффективности применяемых способов и средств охраны и поддержания горных выработок</b> .....	<b>8</b>
1.1. Управление состоянием горного массива путем оставления целиков полезного ископаемого различного назначения.....	8
1.2. Анализ и оценка применяемых безцеликовых способов управления состоянием массива.....	11
<b>2. Совершенствование и разработка новых способов охраны и поддержания пластовых подготовительных выработок</b> .....	<b>18</b>
2.1. Охрана подготовительных выработок опорами из сборного железобетона.....	18
2.1.1. Исследования механической характеристики сборной опоры.....	19
2.1.2. Выбор оптимальной величины податливости сборных опор и область их эффективного применения.....	22
2.2. Охрана подготовительных выработок искусственными опорами из быстротвердеющих материалов.....	23
2.3. Управление кровлей в выемочных подготовительных выработках в сложных горно-геологических условиях анкерной крепью, крепью усиления и искусственными охранными конструкциями с высокой несущей способностью.....	38
<b>3. Разгрузка приконтурного массива у горных выработок диспергированием угольного пласта диоксидом углерода</b> .....	<b>43</b>
3.1. Общие положения.....	43
3.2. Аналитическое определение объема пучения в горных выработках.....	44
3.3. Технологические схемы и параметры заложения шпуров для нагнетания диоксида углерода в угольный пласт.....	48
3.4. Технология проведения диспергирования угля диоксидом углерода.....	49

<b>4. Геомеханическое обоснование способа разгрузки массива, вмещающего пластовые подготовительные выработки, основанного на гидрорыхлении краевых частей угольного пласта</b> .....	51
4.1. Состояние и особенности проявления горного давления в подготовительных выработках находящихся в зонах опасных напряжений.....	51
4.2. Обоснование технических параметров способа разгрузки горного массива.....	60
4.3. Технология и оборудование для разгрузки горного массива.....	72
4.4. Методика расчета и корректировка паспортов крепления выработок после разгрузки горного массива.....	74
4.5. Оценка эффективности технологии разгрузки горного массива.....	80
<b>5. Способы управления труднообрушаемыми кровлями угольных пластов в очистных забоях на основе использования энергии взрыва и давления воды</b> .....	95
5.1. Дополнительная типизация пластов с труднообрушаемыми кровлями. Нагрузочные свойства.....	95
5.1.1. Шахтопласты с тяжелыми кровлями. Структура строения, прочностные свойства и состав пород.....	103
5.1.2. Склонность пород основной кровли к расслаиваемости.....	106
5.2. Проявление горного давления и особенности взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами на пластах с труднообрушаемыми кровлями.....	110
5.3. Способ разупрочнения передовым торпедированием труднообрушаемых пород основной кровли.....	140
5.3.1. Научные предпосылки разработки способа передового торпедирования и его сущность.....	141
5.3.2. Сущность способа и его основные параметры.....	149
5.3.3. Параметры «поражения» массива пород основной кровли.....	152
5.3.4. Поражение ослабленных контактов волнами напряжений.....	158
5.3.5. Схемы расположения и параметры заложения скважин.....	165

5.3.6. Схемы расположения скважин и параметры их заложения для снижения интенсивности и тяжести проявления первичных осадок основной кровли.....	167
5.3.7. Схемы расположения скважин и параметры их заложения для снижения интенсивности и тяжести проявления вторичных осадок основной кровли.....	175
5.3.8. Параметры размещения зарядов ВВ.....	179
5.4. Конструкции скважинных зарядов ВВ.....	185
5.5. Особенности проявления горного давления при разупрочнении труднообрушаемых пород основной кровли способом передового торпедирования при различных схемах и параметрах расположения различных скважин.....	194
5.5.1. При применении различных схем расположения скважин для снижения интенсивности и тяжести проявления первичных осадок основной кровли.....	195
5.5.2. При применении различных схем расположения скважин для снижения интенсивности и тяжести проявления вторичных осадок основной кровли.....	213
5.6. Исследование механизма разупрочнения пород основной кровли.....	249
5.6.1. Разработка метода прямого телевизионного зондирования массива горных пород, аппаратуры и методики проведения исследования процессов их деформирования и разрушения.....	250
5.6.2. Методика телевизионного зондирования массива горных пород.....	255
5.6.3. Сравнительные шахтные исследования методом телевизионного зондирования развития процессов деформирования и разрушения пород основной и непосредственной кровли при отсутствии и применении разупрочнения массива пород кровли.....	263
5.6.4. Телевизионное зондирование массива пород неразупрочненной кровли.....	268
5.6.5. Телевизионное зондирование массива пород кровли при применении передового торпедирования.....	283
5.6.6. Механизм разупрочнения пород основной кровли.....	299
5.7. Способ гидромикроторпедирования пород основной кровли.....	307

5.7.1. Сущность способа и его основные параметры.....	307
5.7.2. Основные параметры способа, схемы и параметры за- ложения скважин.....	308
5.7.3. Схемы расположения скважин для снижения интен- сивности тяжести проявления первичных осадков основной кровли.....	309
5.7.4. Схемы расположения скважин для снижения интен- сивности и тяжести проявления вторичных осадков основной кровли.....	311
5.7.5. Определение зоны трещинообразования.....	315
5.7.6. Гидрообработка массива труднообрушаемой кровли.....	317
5.7.7. Конструкция торпед.....	319
5.7.8 Заряжание скважин.....	321
5.7.9. Исследование проявления горного давления при гид- ромикроторпедировании.....	323
5.7.10. Опыт применения способов разупрочнения пород ос- новной кровли.....	326
5.8 Область применения способов разупрочнения.....	331
<b>6. Разгрузка приконтурного массива горных выработок.....</b>	<b>335</b>
6.1. Основные параметры и схемы расположения скважин разупрочнения.....	336
6.2. Способ взрывогидравлического разрушения зависающих консолей основной кровли.....	350
6.2.1. Промышленные испытания взрывогидравлического способа разгрузки приконтурного массива на шахте «Комсо- мольская» ПО «Антрацит» (Украина).....	358
6.2.2. Испытание взрывогидравлического способа разгрузки приконтурного массива в конвейерном бремсберге 1232-з пласта «Мощный» ш.«Октябрьская» ОАО «Воркутауголь».....	380
<b>7. Гидроразрыв горного массива для его разупрочнения в различных технологических схемах и средства реализации</b>	<b>390</b>
7.1. Идея и сущность направленного гидроразрыва горного массива.....	390
7.2. Особенности и условия применения направленного гид- роразрыва труднообрушаемой кровли.....	400

7.3. Расчет параметров управления труднообрушаемой кровлей при направленном гидроразрыве .....	406
7.4. Промышленные испытания направленного гидроразрыва горного массива .....	416
7.5. Технические средства для проведения гидроразрыва массива .....	427
7.6. Технологические схемы работ с использованием способа направленного гидроразрыва .....	432
7.7. Выводы .....	436
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	440
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	442

Научное издание

Воскобоев Ф.Н., Джигрин А.В., Клишин В.И., Качурин Н.М.,  
Мельник В.В., Исаев И.Р., Тащиенко В.П., Лупий М.Г., Костюк С.Г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ПО АКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ  
ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  
В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Авторское редактирование

Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97. Подписано в печать 02.12.2015

Формат бумаги 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 26,6. Уч.-изд. л. 22,9

Тираж 1000 экз. Заказ 008

Отпечатано в Издательстве ТулГУ  
300012, г. Тула, просп. Ленина, 95