

**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., Тацienко 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., Тацienко  
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  |
| <br>   |     |
| <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-<br>ложения скважин.....   | 308        |
| 5.7.3. Схемы расположения скважин для снижения интен-<br>сивности тяжести проявления первичных осадков основной<br>кровли.....   | 309        |
| 5.7.4. Схемы расположения скважин для снижения интен-<br>сивности и тяжести проявления вторичных осадков основной<br>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-<br>ромикроторпедировании.....   | 323        |
| 5.7.10. Опыт применения способов разупрочнения пород ос-<br>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<br>разупрочнения.....   | 336        |
| 6.2. Способ взрывогидравлического разрушения зависающих<br>консолей основной кровли.....   | 350        |
| 6.2.1. Промышленные испытания взрывогидравлического<br>способа разгрузки приконтурного массива на шахте «Комсо-<br>мольская» ПО «Антрацит» (Украина).....                    | 358        |
| 6.2.2. Испытание взрывогидравлического способа разгрузки<br>приконтурного массива в конвейерном бремсберге 1232-з<br>пласта «Мощный» ш.«Октябрьская» ОАО «Воркутауголь»..... | 380        |
| <b>7. Гидроразрыв горного массива для его разупрочнения в<br/>различных технологических схемах и средства реализации</b>   | <b>390</b> |
| 7.1. Идея и сущность направленного гидроразрыва горного<br>массива.....  | 390        |
| 7.2. Особенности и условия применения направленного гид-<br>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 |
| <br>  |     |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 440 |
| <br>  |     |
| 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