



**ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА  
РОССИИ**

# **АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

**ВЕРНИГОР ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ**

К.Т.Н.

Заместитель начальника ФАУ «Главгосэкспертиза России»

- ❑ **Первый аспект** – связан с обеспечением промышленной безопасности при ведении горных работ на угольных опасных по горным ударам и внезапным выбросам (динамическим явлениям - ДЯ) в особо сложных горно-геологических и горнотехнических условиях
  
- ❑ Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (пункт 22) предусмотрено создание многофункциональных систем безопасности (МФСБ), которые **должны обеспечивать, в том числе, мониторинг и предупреждение условий возникновения опасности геодинамического и техногенного характера.**
  
- ✓ **Объектами контроля и управления, оценки и прогноза являются состояние вмещающих пород и угольных пластов.**
- ✓ При отработке угольных пластов угрожаемых, склонных и опасных по динамическим явлениям (ДЯ), необходимо создавать безопасные условия для работы современной высокопроизводительной горной техники, не ограничивающие ее технические возможности.
- **Предотвращение динамических явлений (далее - ДЯ) является самой сложной проблемой в угольной отрасли.**
- **Обеспечение безопасности возможно при условии широкого применения комплекса региональных мероприятий с исключением локальных мер прогноза и предупреждения ДЯ, выполняемых из очистных и проходческих забоев, с риском для жизни.**
- ✓ Данные подходы были рекомендованы ВостНИИ в качестве приоритетных, на заседании Центральной комиссии России по внезапным выбросам в 1997 году.

## Прошло более 20 лет

- В части выявления тектонически напряженных и других опасных зон повышенных напряжений, посредством геофизического и сейсмического мониторинга **мы продвинулись вперед.**
- ✓ Однако, в вопросах дистанционного управления напряженно-деформированным состоянием горного массива в опасных зонах, выявленных системой мониторинга, **мы остались на том же уровне**, поскольку продолжаем применять комплекс локальных мер из забоев.
- ✓ Приведение горного массива в безопасное состояние с применением региональных (дистанционных) способов **осталось не реализованным.**
- Многие шахты отрабатывают свиты угольных пластов и, в этих условиях, имеются широкие возможности для снижения концентрации напряжений в опасных зонах и предварительной дегазации через скважины, пробуренные из горных выработок смежных пластов.
- ✓ В настоящее время имеются апробированные эффективные технологии дистанционного управления напряженно-деформированным состоянием массива горных пород.
- ✓ Положительный опыт применения технологий дистанционного управления состоянием массива наработан еще в 80-90-е годы на шахтах Печорского угольного бассейна, который предлагаю Вашему вниманию.
- ✓ Отмечу, что наработанный бесценный опыт применения эффективных технологий дистанционного управления состоянием массива **остаётся не востребованным, но весьма актуальным!!!**

## **АПРОБИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННЫМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

**За основу были приняты безопасные для газовых шахт нормативные технологии, отличающиеся в параметрах и объектами воздействия:**

**I - гидромикроторпедирование (ГМТ), предназначенная для сокращения длины зависающих консолей пород труднообрушаемой основной кровли с параметрами, рассчитанными в соответствии с Инструкцией по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках, 1990. Для снижения концентрации напряжений в зоне повышенного горного давления (ПГД), было принято решение о расположении торпедозарядов в угольных прослойках междупластья, что и явилось одним из основных параметров, определяющих эффективность управления состоянием массива в зонах ПГД;**

**II – дегазация с применением технологии регионального увлажнения с параметрами, рассчитанными в соответствии с Инструкцией по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам, 1988. В целях повышения эффективности разгрузки особовыбросоопасной зоны пласта «Мощный», в дополнение к низконапорному режиму увлажнения, было принято решение о закачке воды в скважины поочередно с выпуском метановоздушной среды из других скважин в смесительные камеры, что определило ее эффективность.**

**Данные технологии были реализованы при отработке свиты угольных пластов «Пятый» - «Мощный» в западном крыле шахты «Юр-Шор», которая являлась опасной по и внезапным выбросам угля (породы) и газа, опасной по взрывчатости угольной пыли и отработывала пласты опасные по горным ударам**

## I. Технология ГМТ

До проведения мероприятий по управлению состоянием массива в выемочных полях 134-з и 234-з пласта «Пятый» шахты «Юр-Шор» в зоне ПГД от вышележащего пласта «Мощный» прогнозом степени удароопасности по выходу буровой мелочи была установлена I и II категория (Инструкция в ред. 1988г.), то есть **в зоне ПГД пласт «Пятый» из угрожаемого перешел в категорию опасного по горным ударам.**

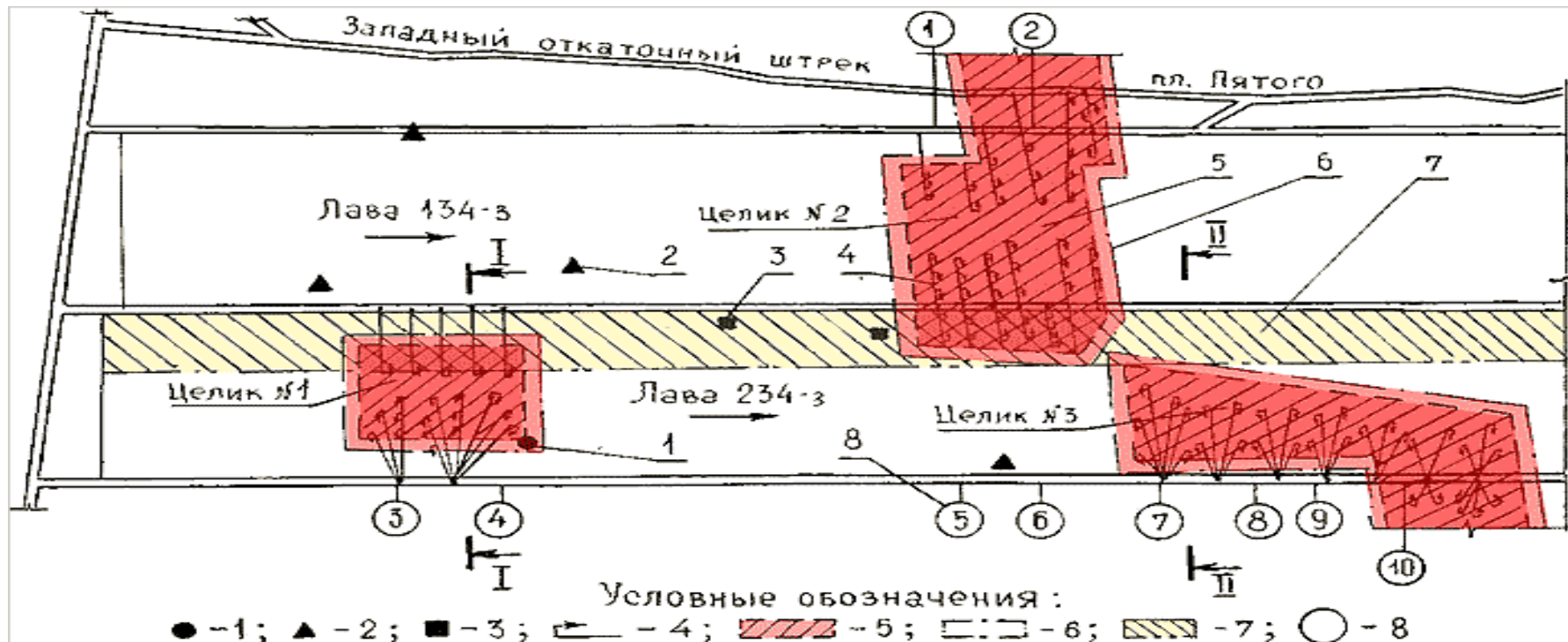


Схема расположения скважин по пласту Пятому в западном крыле шахты «Юр-Шор»:  
1,2,3 - места травмирования, соответственно, в ЗПГД, вне ЗПГД, в зоне опорного давления;  
4 - скважины ГМТ; 5 - целик пласта «Мощный»; 6 - контур ЗПГД; 7 - зона опорного давления от лавы 134-з пласта «Пятый»; 8 – места прогноза удароопасности

Снизить напряжения в зоне ПГД непосредственным воздействием на целик угля пласта «Мощный» не представлялось возможным из-за сильных толчков, сопровождавшихся «прихватом» бурового инструмента, поскольку коэффициент концентрации напряжений составлял:  $K=2,1...2,3\gamma H$  ( $\sigma_z=15,4\text{МПа}$ )

Было принято решение о замене объекта воздействия на угольные пропластки п9 и п10, залегающие в почве пласта «Мощный», в пределах границ зоны ПГД, с расположением в них торпедозарядов по технологии ГМТ

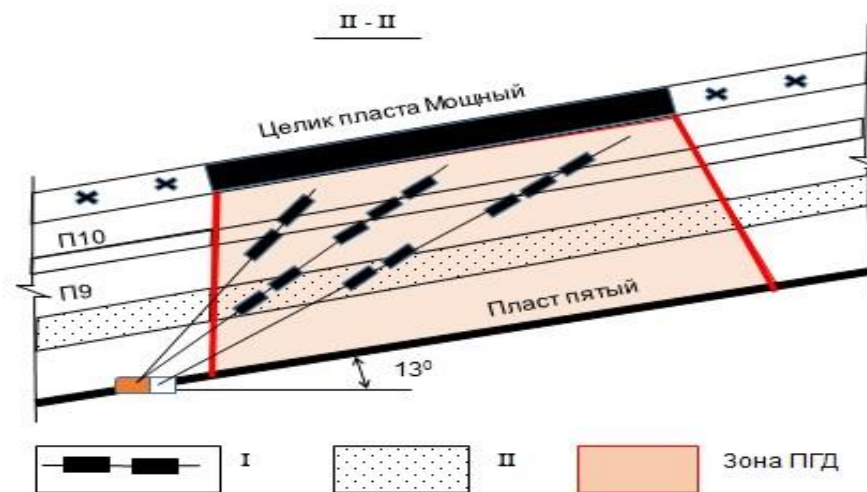


Схема расположения скважин ГМТ в зоне ПГД:

I - торпедозаряды в скважинах; II - песчаник; п9, п10 - угольные пропластки,  $m=0,2-0,3\text{м}$

Предварительная гидробработка осуществлялась в режимах, отличных от ГМТ:

- **низконапорный** - от пожарно-оросительного трубопровода ( $P < 1,5\text{ МПа}$ );
- **гидроимпульсный** - ступенчатое нагнетание воды по  $0,2-0,4\gamma H$  с последующим внезапным сбросом давления на  $1,0\text{ МПа}$ , с интервалом 15-20 мин. между последующими сериями нагнетаний;
- **взрывогидродинамический** - по технологии ГМТ;
- **последующая гидробработка** при давлении  $0,2-0,4\gamma H$ , исключающем прорыв воды в соседние скважины

- ❑ **Предварительная гидрообработка углисто-аргиллитового массива способствовала переходу его в пластическое состояние и снижению концентрации напряжений в зоне ПГД. После завершения предварительной гидрообработки производился гидроразрыв массива при давлениях от 0,5-1,1 уН, до 21,0-25,0 МПа (1,4-1,6 уН).**
- ✓ **Работы по управлению НДС горного массива в зонах ПГД проводились заблаговременно, до подхода очистных забоев на величину зоны опорного давления.**

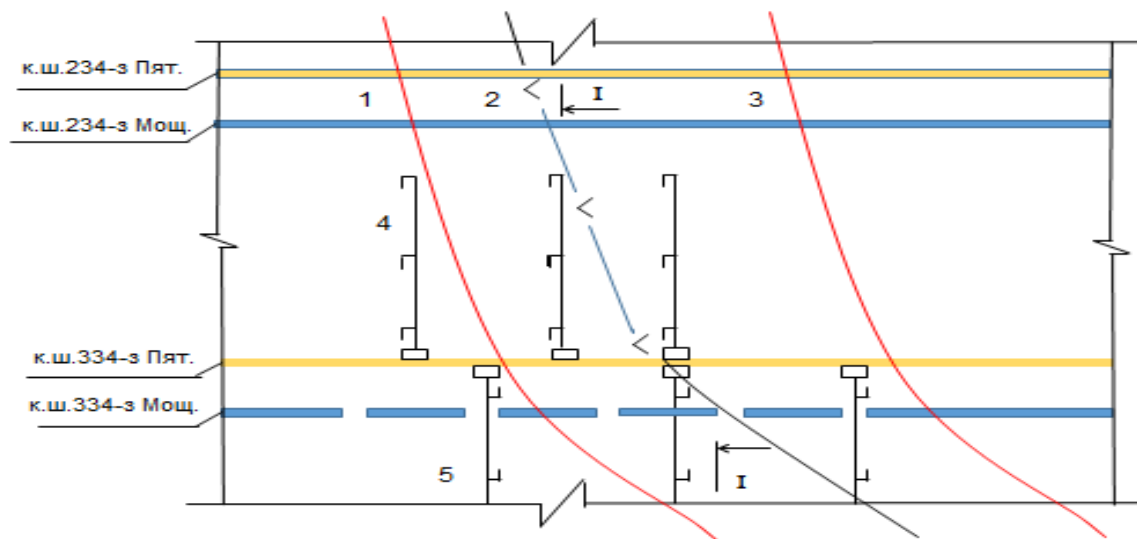
### **Результаты снижения концентрации напряжений в зонах ПГД:**

- концентрация напряжений снизилась, в среднем, в 1,6 раза;
- массив горных пород приведен в неудароопасное состояние;
- исключены вывалы пород непосредственной кровли в очистном забое;
- исключен производственный травматизм по причине обрушения пород;
- до 0,5% снижена концентрация метана в исходящей струе участка;
- в 2,4 раза возросла суточная добыча очистного забоя;
- вовлечены в отработку около 400 тыс. тонн дополнительных запасов угля;
- исключены затраты по демонтажу-монтажу очистного механизированного комплекса 1КМ103 до и после зоны ПГД, соответственно



## II – Дегазация с применением технологии регионального увлажнения

- Применение данной технологии было вызвано необходимостью своевременного и безопасного проведения конвейерного штрека 334-з с переходом границ особовыбросоопасной зоны (1,3) приуроченной к линии расслоения пласта «Мощный» (2), опасного по внезапным выбросам и горным ударам, в западном крыле шахты «Юр-Шор»

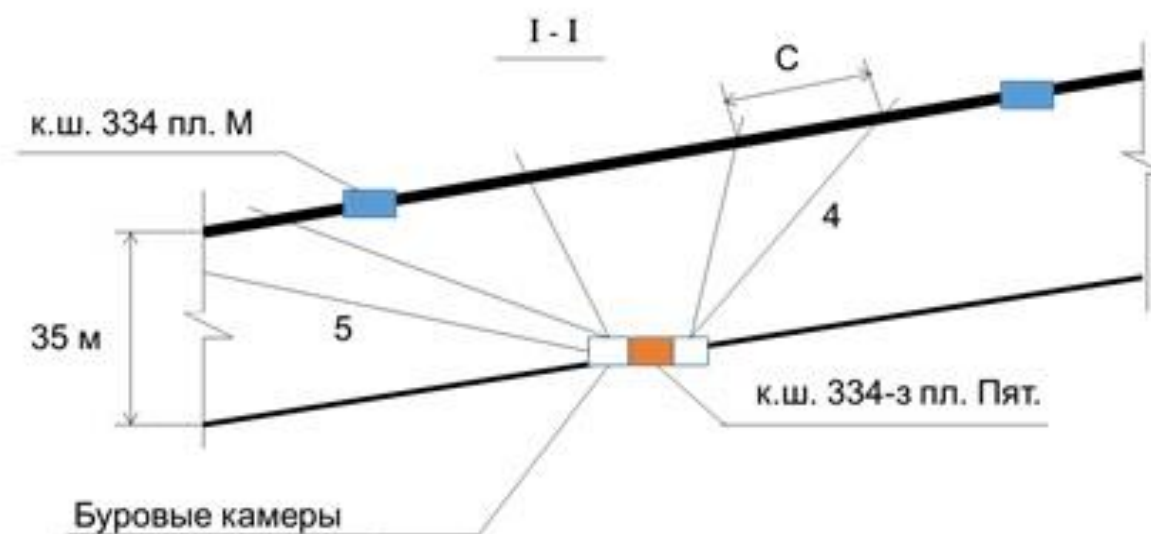


- Конвейерный штрек 334-з по пласту «Мощный» проводился сечением в свету 12,8м<sup>2</sup>. Проветривание забоя осуществлялось по двум вентиляционным трубопроводам диаметром 0,8м двумя рабочими центробежными вентиляторами местного проветривания (ВМП) ВМЦГ-7 и ВМЦ-8. В качестве резервных ВМП применялись два вентилятора ВМЦ-8. Минимальная скорость движения воздуха в штреке превышала нормируемые 0,5м/с.
- ✓ Тем не менее, в рабочие смены начали происходить случаи загазований забоя метаном до опасных концентраций (2,0% и более), что ставило под угрозу безопасность работающих и своевременную подготовку нового выемочного столба 334-з пласта «Мощный».



Для предупреждения загазований и внезапных выбросов в забое конвейерного штрека 334-з пласта «Мощный» необходимо было осуществить дегазацию особовыбросоопасной зоны пласта.

Поскольку пласт «Мощный» обрабатывался как одиночный, с применением предварительного регионального увлажнения из конвейерных штреков 234-з и 334-з нижележащего пласта «Пятый», было принято решение произвести первоочередное бурение скважин в районе линии расслоения пласта «Мощный» по восстанию (4) и по падению (5) из конвейерного штрека 334-з пласта «Пятый»



Бурение кустов скважин осуществлялось станком СБГ-1М из буровых камер, пройденных по падению и восстанию. Расстояние между скважинами  $C=2R_{эф}$ . составляло в среднем 30м, расстояние между скважиной и контуром конвейерного штрека 334-з пласта Мощного - не менее  $1,5 R_{эф}$ ., угол наклона скважин к горизонту варьировал от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , длина скважин – от 39 м до 112м.

**Предварительная гидрообработка пласта «Мощный» осуществлялась в низконапорном режиме от пожарно-оросительного трубопровода, при давлении воды до 1,5 МПа.**

Для повышения эффективности дегазации пласта нагнетание воды в скважины осуществлялось поочередно высоконапорной насосной установкой УНГ с темпом нагнетания 10-15 л/мин., с выпуском исходящей из скважин метановоздушной смеси в смесительные камеры, оборудованные на сопряжениях с буровыми камерами.

Окончанием работ по предварительной дегазации участка пласта «Мощный» явилось снижение концентрации метана на выходе из смесительных камер до 0,5 % в конвейерном штреке 334-з нижележащего пласта «Пятый».

После завершения дегазации обособовыбросоопасной зоны проведение конвейерного штрека 334-з пласта «Мощный» осуществлялось без загазирования, забой проветривался одним вентилятором местного проветривания ВМЦ-8.

Приведенный опыт показывает, что для управления состоянием массива могут успешно применяться различные сочетания нормативных способов и их параметров.

Порядок внедрения новых методов прогноза и предотвращения **ДЯ** предусмотрен соответствующими нормативными документами в области промышленной безопасности (ФНиП и Руководство по безопасности).

**Для широкого внедрения в практику технологий дистанционного управления состоянием массива имеются все необходимые условия!!!**

□ **Второй аспект – связан с обеспечением промышленной безопасности при отработке запасов на глубоких горизонтах открытым способом.**

- Направляемая на государственную экспертизу проектная документация все чаще предусматривает отработку запасов месторождений открытым способом до глубин 900-1000 м, как правило, в условиях высоких **напряжений** массива горных пород, соизмеримых с **пределом прочности на сжатие** и проявлениям горного давления в динамической форме.
- Отмечу, что действующие нормативные документы не учитывают в расчетах устойчивости уступов и бортов карьеров наличие горизонтальных сжимающих напряжений в массиве, способствующих потере их устойчивости.

В проектной документации предусматриваются следующие мероприятия:

- **переход на подземную отработку** запасов глубоких горизонтов – наиболее распространенные проектные решения;
- **ограничение проектных параметров по глубине** до отметок, позволяющих работать при параметрах уступов и бортов карьеров, рекомендованных действующими нормативными документами;
- **выделение опытно-промышленных участков**, необходимых для выполнения комплекса научно-исследовательских работ по исследованию влияния напряженно-деформированного состояния прибортового массива на устойчивость бортов карьера;
- **ведение горных работ при обязательном научном сопровождении** с последующей разработкой методических рекомендаций или проекта нормативного документа.

- ❑ В разрабатываемом проекте Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, предлагается рассмотреть возможность включения мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность ведения открытых горных работ в условиях высоких напряжений массива горных пород:
- ✓ опытно-промышленные работы с научным сопровождением;
  - ✓ повышение устойчивости бортов карьеров с применением искусственного укрепления откосов уступов (например: штанги, сваи, шпунты, цементация, укрепление полимерами и др.);
  - ✓ Апробация, в рамках опытно-промышленных работ, способов снижения напряженно-деформированного состояния прибортового массива по аналогии с **применяемыми при подземной разработке:**
    - камуфлетное взрывание;
    - сотрясательное взрывание;
    - бурение разгрузочных скважин;
    - гидромикроторпедирование и др.



**ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА  
РОССИИ**

**ОБЪЕКТИВНОСТЬ,  
НАДЁЖНОСТЬ,  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ —  
ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО  
БУДУЩЕГО**