

УДК 622.831.32

**Г.Д. Задавин, Л.М. Гусельников, А.А. Вьюников,
П.И. Литовченко**

О ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЯХ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРИ ОТРАБОТКЕ УДАРООПАСНЫХ И ПОДРАБОТАННЫХ ПЛАСТОВ

Проведен анализ применения многоштрековых технологических схем при высоких скоростях подвигания, предложены новые подходы при планировании развития горных работ с учетом формирования геодинамическиопасных участков.

Ключевые слова: удароопасные пласты, подработанные пласты, мульда, геомеханический прогноз, геодинамическая безопасность.

Семинар № 15

G.D. Zadavin, L.M. Guselnikov, A.A. Vyunikov, P.I. Litouchenko

GEOMECHANICAL CRITERIA FOR CHOOSING TECHNOLOGICAL SCHEMES DURING MINING BUMP HAZARDOUS AND UNDERWORKED SEAMS

The analysis of multi-gallery technological schemes during high speeds of developing is carried out; new approaches of planning the developing of mining works subject to geodynamic dangerous area forming are proposed.

Key words: bump hazardous banks, undermined banks, trough, geomechanical forecast, geodynamic safety.

Многолетний опыт отработки запасов Воркутского угольного месторождения шахтами ОАО «Воркутауголь» позволял выделять особенности геомеханических проявлений недр на разных участках шахтных полей, были определены ключевые и наиболее эффективные критерии геодинамической безопасности, дававшие возможность избежать удароопасных и выбросоопасных проявлений угольных пластов, в т.ч. в особо сложных горногеоло-

гических условиях, а также сохранять горные выработки для повторной или длительной эксплуатации. Все это создавало на определенном этапе предпосылки для успешного решения проблемы горных ударов и внезапных выбросов уже на стадии проектирования, кроме того устанавливались технологические решения и рациональные параметры способов подготовки и отработки запасов опасных участков. Но вместе с усложняющейся геотехнологической средой, показывая неотрывную диалектическую связь, геодинамические проявления продолжают менять и усложнять свои качественные характеристики, делая многие ранее выявленные закономерности недостоверными.

Геодинамическая ситуация при отработке мульдовой части Воркутского месторождения будет иметь постоянную тенденцию к усложнению и повышению категорий опасности. Следует отметить, что в условиях шахт ОАО «Воркутауголь» фактор увеличения скорости отработки выемочных столбов до 300 м при длине очистных забоев равных 0,3 Н, при-

водит к невозможности использования старой базы критериев шага посадки основной кровли, зоны опорного давления, защитной зоны, газовыделений в горные выработки и т.д. Кроме того, при отработке защитных пластов сокращается разрыв во времени и пространстве между опережающей отработкой защитных пластов и выемкой подработанных пластов, изменяются динамические параметры сдвижения подработанных пород. Поэтому не исключается вероятность ведения отработки выемочных столбов защитных пластов в зоне активизации сдвижения от выемочных столбов подработанных пластов. С ростом глубины ведения горных работ и увеличения отработанных площадей шахтных полей на Воркутском месторождении существенно изменился характер и интенсивность перераспределения напряжений в горном массиве, которое существенно определяет состояние устойчивости геологических и горнотехнических систем. По мере приближения горных работ к оси мульды возникают интенсивные динамические разрушения горного массива. Анализом обстоятельств возникновения геодинамических явлений установлено, что первопричинами их являются техногенные факторы, определяемые технологическими схемами ведения горных работ.

В ОАО «Воркутауголь» в настоящее время создаётся система непрерывного мониторинга геодинамической ситуации недр, что позволит в ближайшем будущем моделировать в реальном времени происходящие геомеханические процессы.

За последнее время 75% выемочных столбов Воркутского месторождения были подготовлены и отработаны с отклонениями от первоначальных проектных технологических схем. Рассмотрим на примере веде-

ния горных работ шахты «Северная» по пласту «Тройной». Проектные решения и принятые изменения сведены в таблице, а схема отработки лав представлена с плана горных работ на рисунке.

Как видно из анализа внесённых изменений в технологические схемы основными причинами являются геомеханические факторы, которые не смогли быть учтены в полной мере при проектировании схем подготовки и отработки выемочных столбов.

До настоящего времени доминирующей концепцией проектирования технологических схем являются законченные проектные решения, принятые в виде утвержденных документов, с однозначно закрепленными в них технологическими процессами.

Для выбора конечной технологической схемы предварительно изучается весь комплекс известных данных об участке недр для которого создаётся проект: горногеометрические параметры залегания и размещения свойств полезного ископаемого, геологические характеристики блока, геодинамические свойства среды и т.п. Далее на основании изученных данных производится создание и сравнение многих вариантов технологических схем, с целью выбора оптимальной из них и которая принимается, как проектное решение.

На пройденном этапе развития технологической науки данный алгоритм принятия детерминированных проектных решений для горного производства является общепринятым и закреплён существующими нормативными документами. Это означает то, что проектное решение является догматической моделью для ведения производственных процессов. Изменение или внесение дополнений в технологические схемы возможно

лишь при процедуре внесения изменений в принятые проектные решения.

Лава	Проектная технологическая схема	Изменённая технологическая схема	Причина по которой произошли изменения
1012-ю пл. "Тройной"	Способ подготовки - погоризонтный; Система разработки - длинные столбы по падению, повторно используемый конвейерный бремсберг 92-ю, использовался как вентиляционный, закреплен арочной металлической трёхзвенной крепью-, конвейерный бремсберг 102-ю пройден парно с вентиляционным бремсбергом 102-ю трапецевидного сечения закрепленные сталеполимерными анкерами.	Была произведена попытка пройти третью выработку конвейерный бремсберг 102-ю в поле лавы 1012-ю. На 280 м при проявлениях удароопасности забой был остановлен.	Конвейерный бремсберг 102-ю из-за неустойчивых пород кровли, был усилен крепью МТПШ и стойками, но продолжались обрушения пород кровли выработки .
1112-ю пл. "Тройной"	Способ подготовки - погоризонтный; Система разработки - длинные столбы по падению, вентиляционный бремсберг 102-ю трапецевидного сечения закреплен сталеполимерными анкерами, конвейерный бремсберг 112-ю пройден парно с вентиляционным бремсбергом 112-ю трапецевидного сечения закрепленные сталеполимерными анкерами.	Изменений не вносилось	
1212-ю пл. "Тройной"	Способ подготовки - погоризонтный; Система разработки - длинные столбы по падению, вентиляционный бремсберг 112-ю трапецевидного сечения закреплен сталеполимерными анкерами, конвейерный бремсберг 122-ю должен был пройден парно с вентиляционным бремсбергом 122-ю трапецевидного сечения закрепленные сталеполимерными анкерами.	Проводится третья выработка в поле лавы 1212-ю вентиляционный бремсберг 112-ю с целиком переменной ширины 18/15м, закрепленная на первых 168м сталеполимерными анкерами, далее арочной металлической трёхзвенной крепью с проведением профмероприятий по приведению массива в неудароопасное состояние. Конвейерный бремсберг 122-ю закреплен арочной металлической трёхзвенной крепью и комбинированно с использованием сталеполимерных анкеров, для повторного использования при отработке лавой 1312-ю	Вентиляционный бремсберг 112-ю был отремонтирован- произведена подрывка почвы, установлена новая рамная крепь МТПШ и пробиты ремонтины, но продолжалась конвергенция боковых пород выработки и деформации крепи. Конвейерный бремсберг 122-ю оказался в зоне воздействия горных работ пл. "Четвертого"



Регламент принятия решений об изменении проекта однозначен принятию проекта.

В практической деятельности происходит следующее, принятые проектные решения не успев покинуть проектные и экспертные организации уже требует внесения изменений и дополнений. Связаны подобные ситуации зачастую не с тем, что принятые решения были изначально плохие, а с тем, что на достигнутых глубинах и объемах производства геомеханическая ситуация в недрах меняется для нас непредсказуемо быстро. Проект базировался на данных, которые мы могли получить в тот момент времени и достоверность прогноза соответствовала той теоретической базе, которую имели в тот момент времени, когда закладывались проектные решения.

Стремление создать “современные” технологические схемы, которые могли однозначно вписываться в те или иные условия практикой не подтверждаются.

Использование детерминированных технологических схем является отживающим принципом проектирования, который при быстротекущих геомеханических процессах в недрах реально не способен обеспечить устойчивого горного производства.

Достижение достоверного геомеханического прогноза является идеальной целью, к которой мы стремиться и которая нам необходима для создания базовой модели, но варианты проектные модели должны строиться исходя из вероятных или возможных сценариев развития геомеханической ситуации.

Практика ведения горных работ эмпирически подводит нас к созданию новой концепции проектирования при которой базовому проекту, учитывающему основные первона-

чальные критерии геодинамической безопасности, заложена изначально система мониторинга за параметрами геосреды и новые проектные решения вводимые при выявлении отклонений выше допустимых тех параметров, которые могут повлиять или уже влияют на устойчивость производственного процесса. Таким образом базовый вариант должен, из-за возможных внесений возмущений в прогнозную ситуацию, рассматривается с целью трансформируемых технологических схем.

С учетом планируемых работ по реконструкции действующих шахт с целью создания одной моношахты “Воркута” разработаны рекомендации, представленные в виде практического руководства, в котором в обобщенном виде представлены результаты многолетних исследований ВНИМИ и Печорниипроекта [3].

Ввиду отсутствия нормативных документов, отражающих аналогичные условия, и наличия постоянной потребности рассмотрения оптимальных вариантов развития горных работ при доработке месторождения, практическое руководство подготовлено для согласования и утверждения в установленном порядке.

Была выполнена прогнозная оценка напряженного состояния целиков на шахтах “Комсомольская”, “Северная”, “Воркутинская” и “Заполярная”. Обобщая результаты прогнозной оценки напряженного состояния целиков определена величина l_0'' , которая необходима для установления оптимальных размеров межшахтных и межблоковых целиков, в том числе около геологических нарушений. Размер межшахтного целика предлагается принимать равным l_0'' . Размер межшахтного целика около геологического нарушения с амплитудой

смещения Z_0 предлагается принимать равным $l_0'' + 2.5\sqrt{Z_0}$. Минимальный размер межблокового целика предлагается принимать равным $0.5l_0''$. В случае наличия в межблоковом целике горных выработок (уклон, бремсберг) его размер предлагается принимать равным $L1+L2+L3$. При этом $L1=0.25l_0''$, $L2=0.5l_0''$, $L3=0.25l_0''$. Причем величина $L1$ и $L3$ выбирается с учетом размера прилегающей очистной выработки, l_0 – выбирается из «Инструкции по безопасному ведению горных работ на шахтах ...». В случае наличия в межблоковом целике геологического нарушения с амплитудой смещения Z_0 его размер предлагается принимать равным $0.5l_0'' + 2.5\sqrt{Z_0}$. Для контроля по программе FAULT3D необходимо проводить прогноз состояния разрывных нарушений. Анализ опыта ведения горных работ на шахтах ОАО "Воркутауголь", результаты инструментального обследования фланговых и примыкающих к ним выработок и теоретическое обобщение данных прогнозной оценки напряженного состояния отрабатываемых пластов и массива горных пород при ведении очистных работ позволяют сделать следующие выводы по порядку ведения горных работ. Междушахтные целики должны располагаться вдоль наиболее протяженных границ блоков. Расположение капитальных выработок следует предусматривать вне зон влияния крупных тектонических нарушений и за пределами тектонически напряженных зон (ТНЗ). Магистральные выработки, обслуживающие блок или несколько блоков шахты, необходимо располагать на достаточном расстоянии от тектонических структур, способных к подкачке энергии в сторону проведенной выработки (согласно ус-

тановленной закономерности «перетока энергии» при оценке воздействия тектонических нарушений на напряженно-деформированное состояние массива горных пород). Направление проведения протяженных выработок должно совпадать или быть близким с ориентацией действия максимальных напряжений в нетронутом массиве. Направление ведения горных работ предпочтительнее вести от крупного нарушения тектонического типа в сторону менее крупного. Не рекомендуется проведение магистральных наклонных выработок по тектоническому нарушению или вблизи его при ведении отработки выемочных полей на эту выработку. Охрана этих выработок возможна при оставлении рекомендованных целиков. Целик шириной до 100 м, разрезанный вдоль одиночной пластовой выработкой, является потенциально опасным по ГДЯ. В зависимости от срока отработки запасов необходимо заменять эти выработки магистральными общешахтными выработками. Магистральные выработки в этих случаях должны располагаться в надработанной толще на участках, которые больше не будут находиться в зонах влияния очистных работ. Оработка выемочных столбов параллельно разрывному нарушению способствует его пригрузке и создает условия возможной подвижки по контактирующим поверхностям. При необходимости сохранения фланговых выработок, пройденных параллельно нарушению, следует вести отработку выемочными столбами перпендикулярно ему. Охранная зона фланговых выработок от выработанного пространства должна приниматься $>1,5 L$ или не менее 100 м. Междушахтные целики могут приниматься шириной $0.15 H$ (но не менее 150 м) при отсутствии опасности затопления со стороны со-

седней шахты (по опыту шахты "Северная"). Для исключения взаимного влияния горных работ шахты "Воркутинская" на выработки шахты "Северная" рекомендуется их заложение в 140 м от тектонического нарушения "Л". Для исключения взаимного влияния горных работ при отработке приосевого участка блоками шахт "Северная", "Комсомольская" и "Воркутинская" не рекомендуется одновременная работа блоков вдоль границ. Охранная зона фланговых выработок от выработанного пространства при ведении очистных работ в блоке "Центральный" принимается равной 1,5L. При подготовке выемочных столбов парными выработками, закрепленными сталеполимерной анкерной крепью с податливыми межштрековыми целиками, предельные значения их ширины на глубине 930 м - 1000 м при последовательном проведении парных выработок вне зоны опорного давления составят: для пласта Четвертого - 6,9 м; для пласта Тройного - 10,3 м; для пласта Мощного - 12,3 м и для пласта Пятого - 5,7 м. Анализ опыта ведения горных работ на шахтах ОАО "Воркутауголь", результаты инструментального обследования фланговых и примыкающих к ним выработок и теоретическое обобщение данных прогнозной оценки напряженного состояния отрабатываемых пластов и массива горных пород при ведении очистных работ позволили разработать проект Практического руководства по планированию горных работ в мульдовой части Воркутского месторождения. Реализация разработанных в Практическом руководстве [3] положений при внедрении непрерывного мониторинга за напряженно-деформированным состоянием углепородного массива в пределах участков шахтных полей и мульдовой части место-

рождения позволит выйти на более качественный уровень управления геодинамической безопасностью и высокие технико-экономические показатели технологии добычи угля.

Изучение опыта применения многоштрековых технологических схем при высоких скоростях подвигания показало необходимость разработки новых нормативных подходов при планировании развития горных работ с учетом формирования геодинамически опасных (зон) участков, являющихся составными элементами технологических схем подготовки и отработки выемочных столбов. Геодинамически опасные участки приурочены: к краевым зонам на границе с отработанным пространством, к краевым частям на границе с тектоническим нарушением, в краевой части у массива при проведении подготовительной выработки с податливым целиком вне зоны опорного давления и зоне опорного давления очистного забоя, для ведения работ в которых необходимо учитывать время перераспределения напряжений для подготовки которых необходимо учитывать время перераспределения напряжений.

Для установления геодинамически безопасных параметров многоштрековой и парной подготовки необходимо постоянное ведение инструментальных замеров и мониторинга состояния целиков, краевых частей массива в зависимости от времени увеличения напряжений с учетом скорости подвигания и созданных отработанных площадей.

Воркутское угольное месторождение вступило в новую фазу геомеханической ситуации, обусловленное накоплением количественных техногенных изменений горной среды переходящих в новые формы проявления геодинамики.

Проектирование однозначно определенных технологических схем, когда проект строится исходя из доступного нам на тот момент понимания происходящих процессов в недрах, должен быть заменен на ряд цепей трансформируемых технологических схем, которые позволят принимать, при необходимости, ранее подготовленные технические и организационные решения.

Переход на новый принцип проектирование технологических схем, когда мы закладываем в базовую модель возможные изменяющиеся, вслед за геосредой, технологические схемы и параметры - явление прогрессивное в сложившейся горнотехнической ситуации.

В практическом производственном процессе базовая модель технологи-

ческой схемы является наилучшей, так как не требует дополнительных инноваций.

Выбор достоверных геомеханических критериев будет являться определяющими для практической реализации только базового варианта или выполнения короткой цепи технологических схем. Поэтому ближайшими задачами научно – исследовательской деятельности при отработке Воркутского месторождения является проверка и уточнение существующих геомеханических критериев. Это особенно необходимо при возрастающей интенсивности ведения горных работ, когда любые осложнения в технологическом процессе приводят к значительному экономическому ущербу. Не менее важен фактор повышения безопасных условий работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геомеханические аспекты, опыт и перспектива решения проблем геодинамической безопасности на предприятиях топливно – энергетического комплекса: доклад на совещании/Проблемы геодинамической безопасности. II Международное рабочее совещание 24-27 июня 1997 / – СПб. : ВНИМИ, 1997. – 19-32 с.*

2. *Исследование эффективности способов создания безопасных условий отработки Воркутского месторождения путем*

изменения влияния техногенных факторов: статья/Горный информационно-аналитический бюллетень №1 / – М. : МГУ, 2000. – 155-157 с.

3. *Практическое руководство по планированию горных работ в мульдовой части Воркутского месторождения: НИР по договору №УН-020-05/ А.Н. Шабаров. и др.– СПб-Воркута: ВНИМИ, 2006. - 201 с. **ГИАБ***

Коротко об авторах

Задавин Г.Д. – горный инженер, технический директор ОАО “Воркутауголь”;

Гусельников Л.М. – горный инженер, зав. лабораторией геомеханики института ПечорНИИпроект;

Вьюников А.А. – горный инженер, гл. технолог по динамическим явлениям ОАО “Воркутауголь”;

Литовченко П.И. – горный инженер – маркшейдер, гл. маркшейдер шахты “Северная” ОАО “Воркутауголь”,
pniip.mail@vorkuta.stvtrstalgroup.com

