

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Мажитова Артура Маратовича**  
«Обоснование параметров подземной геотехнологии при доработке рудных месторождений  
с целенаправленным преобразованием свойств и состояния массива горных пород»,  
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

### 1. Актуальность темы диссертации

Результатом многолетнего периода эксплуатации рудных месторождений является успешная реализация проектов подземной и комбинированной геотехнологий. При этом в процессе проектирования горных работ рассматриваются запасы, поставленные на баланс в период проведения технико-экономического обоснования кондиций. Соответственно только эти запасы учитываются при выборе и обосновании схемы вскрытия, системы разработки и календарном планировании отработки рудных залежей. Однако, в процессе эксплуатации месторождения и уточнения горно-геологических условий производится перевод запасов из одной категории в другую, чаще из забалансовых в балансовые. Такое движение запасов сопровождается снижением экономической эффективности, ввиду ввода в эксплуатацию низкорентабельного минерального сырья. Это обстоятельство наиболее актуально в настоящее время, когда большое количество месторождений Урала находятся на этапе активного развития горных работ, сопровождающееся постепенным вовлечением в разработку участков месторождения с низким содержанием полезного компонента и находящихся в сложных горно-геологических условиях и, вместе с тем, необходимостью увеличения интенсивности выемки залежей.

Также практика подземной разработки сопряжена с неизбежной потерей некоторых запасов в недрах и связана, прежде всего, с отсутствием или сложностью технологических схем переработки, отсутствия специализированных для данных условий технических средств, методов поддержания и проведения выработок в условиях нарушенности массива горных пород или высокого горного давления. Большие запасы руд остаются в недрах вследствие высокой убыточности их отработки. Существующее положение горной отрасли промышленности обязывает предприятия, наряду с разведкой новых месторождений и залежей, изыскивать возможности сохранения их производственных мощностей за счет ресурсного потенциала потерянных техногенно-осложненных запасов, ранее считавшихся нерентабельными для разработки. В совокупности это приводит к созданию технологий ориентированных на энергосбережение ресурсов и сохраняющих экологический баланс горного предприятия.

Специфика подземных горных работ обуславливает техногенное преобразование массива горных пород на всех этапах эксплуатации месторождения. Преобразование заключается в изменении состояния, структуры, свойств и состава массива горных пород, что наиболее выражено на завершающей стадии доработки месторождения. При этом горно-геологические условия, полученные в ходе разработки месторождения, принимаются как исходные и влияют на выбор и обоснование системы разработки, а также оптимизацию принятой технологии. Такой подход обеспечивает снижение эффективности отработки, заключающееся в росте эксплуатационных затрат при постоянном ухудшении качества руды.

Для повышения рентабельности вовлечения в отработку рудных участков низкого качества при доработке месторождения необходимо создание требуемых горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условий, обеспечивающих применение заданных систем разработки. Это возможно за счет разработки технологии и методов управляемого техногенного преобразования массива горных пород. Причем конструкция системы разработки и технология ведения горных работ обеспечивают требуемые условия для их эффективного применения.

Поэтому обоснование параметров подземной геотехнологии при доработке рудных месторождений с целенаправленным преобразованием свойств и состояния массива горных пород, обеспечивающих создание благоприятных горнотехнических условий для эффективного освоения ранее забалансовых запасов и некондиционных руд, представляет важную научную и практическую задачу по обеспечению комплексности и полноты освоения месторождения в сложных условиях.

## 2. Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения, изложенных на 310 страницах машинописного текста, содержит 144 рисунка, 18 таблиц, библиографический список из 248 наименований и 4 приложения.

**В первой главе** диссертации обобщен опыт и обоснованы направления техногенного преобразования свойств и состояния массива горных пород при освоении рудных месторождений подземным способом. Произведен анализ способов воздействия на массив горных пород, рассмотрено влияние горных работ, взрывных работ, поверхностно-активных веществ, температуры, воды, создания изолирующих конструкций. Показано, что все способы с разной степенью интенсивности вызывают изменение свойств и состояния массива горных пород. В связи с чем, вывод о том, что можно преобразовывать рудопородный массив в нужном направлении достаточно обоснованный. В работе систематизированы факторы, которые влияют на преобразование свойств и состояния, достаточно подробно произведен обзор методов и технологий техногенного преобразования, имеющийся в практике горного производства. Установлено, что сохранение минерально-сырьевой базы обеспечивается компенсацией погашаемых запасов за счет вовлечения в разработку бедных, некондиционных руд и ранее забалансовых запасов, как правило, находящихся в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях. На основании выполненного анализа сформулированы цели и задачи исследований, которые полностью соответствуют названию работы.

**Во второй главе** диссертации получили развитие теоретические основы техногенного преобразования массива горных пород при подземной разработке рудных месторождений. Вторая глава является методической, поясняются термины и определения, используемые в исследованиях. Автор доказывает, что изменения, которые происходят в массиве, хоть и необратимые, но позволяют их регулировать. С этим абсолютно согласен. Также справедливо делает вывод о необходимости рассмотрения всех запасов месторождения. Здесь приводится методика оценки изменения свойств массива горных пород, и, что совершенно правильно, оценка должна производиться по добавленной стоимости. Установлено, что для обеспечения проектных показателей по объему концентрата в условиях снижения качества руды и содержания полезного компонента необходимо увеличение производственной мощности подземного рудника за счет определения последовательности отработки и количества запасов, вводимых в эксплуатацию, с учетом их ценности, технологии очистной выемки и степени подготовленности. В результате исследований разработана систематизация способов предварительного техногенного преобразования свойств и состояния массива горных пород. Предложенная классификация учитывает направление, технологию, объект преобразования и условия применения способов.

**В третьей главе** исследованы параметры изменения свойств и состояния массива горных пород при технологическом воздействии на него в процессе эксплуатации месторождения. Приводится достаточный объем исследований по определению влияния различных факторов на изменение свойств и состояния массива горных пород. Установлено, что предварительное воздействие на массив горных пород необходимо осуществлять в пределах переходной зоны, в которой обеспечивается управление контролируемыми параметрами. При этом порядок отработки запасов, формы и размеры сечений подземных выработок формируют геомеханическое состояние и степень нарушенности массива, что

определяет последующую технологию ведения горных работ. Представленный комплекс горных работ обеспечивает рост максимальных напряжений в переходной зоне, превышающих напряжения в зоне прямого техногенного воздействия более чем на 40 %, и образование зоны потенциального обрушения при развитии очистной выемки в направлении вектора повышенной компоненты горизонтальных сил. В работе, при доработке запасов, представленных рудами с широким диапазоном изменения содержания полезного компонента, предложены две технологические схемы совмещения систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород и с закладкой выработанного пространства. Исследованиями выявлены совершенно новые закономерности и подтверждаются уже известные не "входя" в противоречия с установленными особенностями.

**В четвертой главе** исследовано влияние целенаправленного техногенного преобразования массива горных пород на изменение параметров систем разработки. Установлено, что в условиях неравномерного распределения содержания полезного компонента по площади месторождения или обособленного рудного тела целесообразна первоочередная отработка наиболее ценных руд системами разработки с высокой полнотой выемки с целью минимального техногенного изменения свойств и состояния массива горных пород этих участков. В работе определены границы применения различных способов поддержания очистного пространства, разработаны способы сохранения качества добываемых руд на уровне технологии добычи с твердеющей закладкой, применение на одном горизонте разных схем подготовки, управления геомеханическими процессами в результате взаимовлияния зон рудного, искусственного массива и обрушенных пород, что обеспечивает экономическую эффективность отработки запасов. На основе проведенных исследований разработан алгоритм выбора систем разработки, позволяющий обосновать параметры подземной геотехнологии с учетом техногенного преобразования участка недр в ходе эксплуатации месторождения.

**В пятой главе** разработаны и обоснованы параметры подземной геотехнологии. Установлено, что переход от системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород к камерной системе разработки с твердеющей закладкой обеспечивается управляемым преобразованием свойств и состояния массива горных пород на основе разработанной технологии выемки запасов с использованием принципа площадно-торцевого выпуска руды. Исследованиями установлено, что управление геомеханическим состоянием массива горных пород обеспечивается заданным порядком отработки и последовательностью применения различных классов систем разработки. Целенаправленное техногенное преобразование, помимо конструктивных параметров, обеспечивается организационно-технологическими мероприятиями, включающими регулирование времени отработки камер. Предложенные решения позволяют повысить интенсивность очистных работ за счет увеличения количества точек выпуска отбитой руды. Результатом главы является разработанная конструкция поэтажно-камерной системы разработки с формированием защитного слоя, позволяющая отрабатывать участки с высокой нарушенностью вмещающих пород и имеющих сложную морфологию рудных залежей.

**В шестой главе** выполнена технико-экономическая оценка представленных технологических рекомендаций повышения полноты и комплексности освоения участка недр путем управляемого техногенного преобразования участка недр. Выполнена технико-экономическая оценка эффективности предложенных решений по своевременному целенаправленному изменению напряженно-деформированного состояния, геомеханических, структурных и инженерно-технологических характеристик массива горных пород при доработке запасов месторождений «Сафьяновское», достигнутый экономический эффект составил 169,5 млн руб, «Камаганское» – 108,5 млн руб, «Чебачье» – 135,0 млн руб.

### 3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором получен ряд научных положений, имеющих важное теоретическое и практическое значение для отечественной горной промышленности и обладающих научной новизной.

1. Доказательство первого положения основано на анализе работы горнорудных предприятий и заключается в том, что в настоящее время доработка и вовлечение в эксплуатацию ранее забалансовых запасов производится без учета последствий и влияния техногенного преобразования массива пород при ведении горных работ. Доказательством положения служат доводы автора о том, что техногенное преобразование массива горных пород, обусловленное своевременным целенаправленным изменением его напряженно-деформированного состояния, геомеханических, структурных и инженерно-технологических характеристик обеспечивает вовлечение в доработку ранее забалансовых запасов. При этом повышение полноты освоения рудных месторождений при доработке запасов достигается определением параметров технологий техногенного преобразования свойств и состояния горного массива и области их применения для создания благоприятных горнотехнических условий на основе учета особенностей его горно-геологических и геомеханических характеристик при переводе ранее забалансовых запасов в балансовые.

Новым является развитие научно-методической базы ориентированного техногенного преобразования участка недр, основанного на определении области применения способов и обосновании параметров технологий изменения свойств и состояния массива горных пород, позволяющих создать благоприятные горнотехнические и геомеханические условия для эффективной доработки забалансовых запасов месторождений подземным способом, со снижением себестоимости добычи до 30 %.

Положение соответствует п.1 «Изучение горно-геологических и горнотехнических условий и характеристик месторождений твердых полезных ископаемых» и п.3 «Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

2. Доказательством второго положения является то, что при величине максимальных главных напряжений в массиве, превышающих предел прочности пород, вовлечение в добычу ранее забалансовых запасов, подрабатываемых в процессе освоения балансовых запасов, обеспечивается опережением их очистной выемки на величину  $H/tg\varphi$  (где  $H$  – вертикальное расстояние между отрабатываемыми участками, м;  $\varphi$  – угол сдвига горных пород, град.), а также путем проведения комплекса мероприятий по формированию заданной структуры массива, включающих повышение модуля трещиноватости до величины не менее 3, за счет перераспределения концентрации напряжений и опорного давления, с целью создания благоприятных условий для перехода на системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород. При переходе на систему разработки с закладкой выработанного пространства, длина камеры должна составлять не более 0,4 ее высоты для сохранения ее устойчивого состояния и обеспечения плавного оседания подрабатываемого массива без нарушения его сплошности.

Новым является систематизация способов преобразования свойств и состояния горного массива на основе избирательного использования эффективных воздействий на массив пород, применение которых совместно с очистными работами обеспечивает перевод ранее забалансовых запасов в балансовые и их возможную доработку подземным способом.

Положение соответствует п.3 «Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий» и п.10 «Разработка и исследование методов и способов подготовки массива горных пород при освоении георесурсов» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

3. Доказательством третьего положения являются разработанные технологические решения по техногенному преобразованию свойств массива горных пород путем изменения его геомеханического состояния и снижения напряжений в 1,4 раза для повышения устойчивости обнажений с целью отработки запасов камерными системами разработки при одновременном формировании изолирующей горной конструкции, которая снижает коэффициент потерь до 8 % и разубоживание до 13 % и позволяют увеличить интенсивность отработки запасов до 2 раз относительно слоевой системы разработки. Мощность изолирующей горной конструкции определяется прочностью закладочного материала и составляет от 5 до 12 м при прочности, соответственно, от 5 до 1 МПа при наклонном обнажении, не превышающем две длины очистной камеры.

Новыми являются конструкция подэтажно-камерной системы разработки с формированием защитного слоя и зависимость мощности изолирующего целика ( $m$ ) в условиях сильнотрещиноватых массивов от прочности искусственного массива ( $\sigma$ ) в виде количественной связи  $m = 0,3571\sigma^2 - 3,8829\sigma + 15,52$ .

Положение соответствует п.4 «Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых» и п.9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

4. Доказательством четвертого положения являются полученные зависимости толщины упрочненного слоя от глубины разработки и высоты камеры, в результате которых установлено, что нагнетание раствора в сыпучие среды представляет собой труднопрогнозируемый процесс, и зависит от ряда факторов, включающих свойства среды и раствора, кинематические и динамические характеристики потока, технологию иньектирования.

Новым является конструкция камерной системы разработки с упрочнением закладочного массива и доказательство того, что техногенное преобразование структуры и свойств природного и техногенного массивов, при освоении запасов участка месторождения с закладкой выработанного пространства, обеспечивается формированием и переводом в связанное, устойчивое состояние сыпучих пород путем их упрочнения и последующего уплотнения закладочного материала взрыванием зарядов в зажимающей среде. При этом заряды располагают параллельно контуру искусственного массива на расстоянии не более 0,8 расчетной величины линии наименьшего сопротивления (ЛНС), а расстояние между отбойными скважинами в веере принимается равной двум ЛНС.

Положение соответствует п.4 «Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых» и п.9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

5. Доказательство пятого положения основано на исследованиях, в результате которых установлено, что управление геомеханическим состоянием массива горных пород обеспечивается заданным порядком отработки и последовательностью применения различных классов систем разработки. В работе доказано, что обеспечение пролета подработки на величину более трех длин камер, при опережении фронта горных работ по направлению максимальной компоненты горизонтальных сил, обеспечивает временную устойчивость кровли обрабатываемых камер и позволяет, при отработке участка с искусственным поддержанием очистного пространства, формировать закладочный массив с прочностью ниже нормативной, повысить качественные показатели выпуска.

Новым является разработанный на основе проведенных исследований алгоритм выбора рациональных систем разработки.

Положение соответствует п.4 «Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых» и

п.10 «Разработка и исследование методов и способов подготовки массива горных пород при освоении георесурсов» паспорта научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

#### **4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

**Обоснованность** научных положений диссертационного исследования достигается за счет использования комплексного метода, включающего: анализ и обобщение опыта освоения рудных месторождений подземным способом и особенностей горно-геологических и горнотехнических условий; лабораторные и натурные испытания физико-механических характеристик руд и пород; визуальные и инструментальные методы оценки состояния, строения, свойств и состава массива горных пород; натурные замеры напряжений методом щелевой разгрузки; геомеханическое моделирование состояния массива горных пород методом конечных элементов; опытно-промышленные эксперименты по управлению напряженно-деформированным состоянием массива путем локальной разгрузки и изменения порядка отработки; экономико-математическое моделирование и технико-экономическая оценка результатов исследований.

**Достоверность** результатов обеспечивается: надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием современных программных средств при разработке и проведении компьютерного моделирования; широкой апробацией результатов исследований на рудниках по добыче руд черных и цветных металлов; подтверждается согласованностью между собой данных, полученных различными методами исследования, с данными практики; положительными результатами применения научно-методических положений диссертации при промышленной апробации разработанных технологических решений на рудниках Урала.

**Ценность научной работы** соискателя заключается в том, что на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований дана совокупность технологических решений, внедрение которых направлено на создание благоприятных горно-технических условий для доработки ранее забалансовых запасов путем целенаправленного преобразования свойств и состояния горного массива, позволяющих повысить полноту освоения недр при обеспечении безопасности ведения горных работ, что имеет важное экономическое значение для развития горнодобывающих предприятий страны.

#### **5. Значимость для науки и практики результатов выполненной работы**

**Научную новизну работы** составляет принцип целенаправленного техногенного преобразования свойств массива горных пород, заключающийся в обосновании условий и параметров для перевода ранее забалансовых запасов в балансовые на основе изменения направления и порядка выемки, создания опережающего компенсационного пространства, отбойки в зажатой среде, формирования искусственных целиков, определенных классов систем разработки и их чередования и механизм техногенного преобразования свойств и состояния массива горных пород для создания благоприятных горно-технических условий доработки запасов, включающий управление напряженно-деформированным состоянием и прочностными характеристиками массива горных пород путем формирования требуемой структуры массива, отличающийся учетом порядка и совокупности применения различных классов систем разработки при заблаговременном повышении степени подготовленности к разработке.

**Результаты работы** отличаются надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием современных и признанных в научной и инженерной практике методов исследований; широкой апробацией результатов исследований на рудниках по добыче руд черных и цветных металлов; подтверждаются весьма тесной согласованностью результатов, полученных различными методами исследования с практическими данными действующих рудников; обоснованностью применения научно-методических положений диссертации при промышленной апробации разработанных технологических решений на рудниках Урала.

**Практическая ценность научных работ** соискателя состоит в том, что в них отражены основные положения и результаты диссертационного исследования: конструировании технологических схем совокупной эксплуатации всех запасов участка недр и обосновании их параметров, обеспечивающих формированием заданных состояний, структур, свойств и состава массива горных пород на каждом этапе эксплуатации месторождения, обеспечивающего отработку всех запасов и интенсификацию отработки участка недр на медно-колчеданных и золоторудных месторождениях. Разработаны и оценены технологические решения по обеспечению рентабельности эксплуатации рудных месторождений с управляемым техногенным преобразованием массива горных пород.

Результаты и научно-практические рекомендации диссертации использованы в технических проектах разработки месторождений Камаганское, Новый Сибай, Весене-Аралчинское, Джусинское, Приморское, Кочкарское. Эффективность разработанных технологий подтверждена актами внедрения.

Также основные научные положения и практические решения диссертации использованы в научно-методическом обеспечении учебного процесса по дисциплинам: «Проектирование рудников», «Процессы подземной разработки рудных месторождений», «Системы разработки рудных месторождений» специальности 21.05.04 – Горное дело, «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

## **6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность, подтверждение публикациями автора**

Диссертация Мажитова Артура Маратовича имеет логическое содержание, легко читается, характеризуется достаточной структурированностью и согласованным изложением, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных научных и экспериментальных исследований разработана совокупность технологических решений, внедрение которых направлено на создание благоприятных горнотехнических условий для доработки ранее забалансовых запасов путем целенаправленного преобразования свойств и состояния горного массива, позволяющих повысить полноту освоения недр при обеспечении безопасности ведения горных работ, что имеет важное экономическое значение для развития горнодобывающих предприятий страны.

Диссертационная работа является самостоятельным научным исследованием, выполненным на актуальную тему и обладающим научной новизной и практической значимостью. Выводы, утверждения и заключения аргументированы автором работы достаточно убедительно.

По результатам исследований автором опубликовано 48 научных работ, из них: 15 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; 6 – в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 19 – в прочих изданиях; 5 учебных пособий и 2 монографии, а также зарегистрирован 1 патент на изобретение. Содержание опубликованных работ и автореферат достаточно полно отражают основные положения и выводы диссертационного исследования.

Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных и межрегиональных конференциях и симпозиумах: Всемирном горном конгрессе (г. Астана, 2018 г.), Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2016 г., 2017 г.),

Международной научно-технической конференции «Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений» (г. Екатеринбург, 2017 г., 2018 г.), Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (г. Бишкек, 2015 г.), Международной научно-практической конференции «Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ» (г. Магнитогорск, 2015 г., 2018 г.), Международной конференции «Комбинированная геотехнология» (г. Магнитогорск, 2015 г., 2017 г., 2019 г., 2021 г.), Международном форуме «Эффективность и безопасность горнодобывающей промышленности» (г. Челябинск, 2018 г.), Молодежном научно-практическом форуме «Горная школа» (г. Владивосток, 2015 г.) и др.

## 7. Замечания по диссертации

1. Желательно чтобы каждому научному положению, выносимому на защиту, соответствовала своя "индивидуальная" научная новизна, что способствует повышению восприятия научных идей. Наряду с этим, в рассмотренной диссертационной работе весьма доказательно раскрыты все представленные научные положения.

2. Вопрос относится к 3 научной новизне. Формализованная часть 3 научной новизны относит ее к "частным случаям". На мой взгляд, "ценность" данной научной новизны заключается в дифференцированном подходе выделения типовых параметров геотехнологий для различных условий эксплуатации месторождений.

3. С какой целью в диссертационной работе проведены геомеханические исследования (математическое моделирование) отработки месторождений комбинированным способом, если в названии работы представлена только подземная геотехнология?

4. На рис. 3.7 эпюры распределения напряжений в массиве говорят о том, что направление действия  $T = 2\gamma H$  следует поменять на  $90^\circ$ . Однако сделан обоснованный вывод о том, что при действии  $T = 2\gamma H$  ортогонально направлению развития горных работ на начальном этапе создаются условия, предотвращающие обрушение кровли у забоя за счет вертикального распора кровли высокими горизонтальными сжимающими напряжениями, а при дальнейшем подвигании забоя горизонтальное сжатие резко падает и происходит отрыв свода в результате вертикальных растягивающих напряжений.

5. Графические материалы, на которых представлено распределение напряжений вокруг горнотехнических объектов интерпретировать несколько сложно, особенно в части оценки устойчивости рудо-породного массива. Связано это с недостатком информации по используемым в исследованиях критериям прочности пород. Просто сравнивать величины напряжений с прочностными характеристиками не совсем корректно, так как горные породы находятся, в большинстве своем случаев, в сложном напряженном состоянии. Какие критерии прочности используются в работе для оценки устойчивости массива горных пород вокруг основных элементов систем разработки и насколько они корректны при рассмотрении как геосреды, так и искусственных материалов?

6. При обосновании системы разработки с обрушением и площадно-торцовым выпуском руды автором рассмотрено несколько вариантов развития фронта очистных работ (прямолинейный, камерно-целиковый, диагональный и клинообразный). Выделены достоинства и недостатки, внимание уделено оценке показателей извлечения, на основе чего даются "рекомендации" к освоению. Вместе с этим, определяющим условием применения того или иного варианта технологии является безопасность работ (обеспечение устойчивости выработок горизонта выпуска и доставки руды, по которым перемещаются горнорабочие и самоходная техника). Возникает вопрос – как оценивалась устойчивость выработок и производилось ли сопоставление параметров системы разработки по условию выпуска (отбойки) с параметрами по критерию устойчивости (данный комментарий также относится к вариантам поэтажно-камерной технологии)?

7. В заключении диссертации не сформулирован обоснованный вывод по выявленному работой целесообразному направлению дальнейших исследований.



