

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Мустафина Вадима Игоревича на диссертацию Башкова Владимира Ивановича «Обоснование параметров систем разработки слепых рудных тел на удароопасных железорудных месторождениях Горной Шории», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 - «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

### **1. Оценка актуальности темы диссертации**

Черная металлургия является одной из ключевых отраслей народного хозяйства, объемы производства черных металлов, различных сталей и сплавов на их основе, служат, своего рода индикатором технического и технологического уровня развития страны, ее экономической безопасности и геополитического суверенитета.

Практически непроработанным на сегодняшний день вопросом, согласно «Стратегии развития черной металлургической промышленности России на 2014 - 2020 годы и на перспективу 2030 года», остается повышение конкурентоспособности на мировом рынке металлопродукции путем внедрения инновационных и высокоэффективных технологий на всех стадиях производственного цикла, особое место в котором занимает добыча природного сырья из недр.

Тенденции развития черной металлургии в будущем, указывают, также на необходимость увеличения объемов производства металла, для обеспечения потребностей внутреннего рынка страны и постепенного роста импортозамещения. Следуя заданному вектору, на горнодобывающих предприятиях АО «Евразруда» планируется ввести в эксплуатацию участки месторождений, расположенные на больших глубинах в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, целесообразность этого решения обуславливается и тем, что эти участки представлены слепыми залежами, в которых сосредоточена большая часть разведанных балансовых запасов.

Таким образом, тема диссертации, посвящённая изысканию эффективных технологий разработки железорудных месторождений Горной Шории весьма актуальна. Проведенные автором исследования по обоснованию рациональных параметров горнотехнических систем, обеспечивающих сокращение объема подготовительно-нарезных работ,

снижение уровня потерь и разубоживания руды, повышение безопасности очистной выемки при отработке слепых рудных тел в удароопасных условиях, представляют научный интерес и имеют практическую значимость для горно-металлургической отрасли.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором диссертации сформулированы четыре основных научных положения, выносимые на защиту.

В первом научном положении установлено, что в слепом рудном теле при камерной системе разработки с выемкой камер и междукамерных целиков, расположенных со смещением относительно друг друга, в первую очередь вкрест простирания, во вторую - по простиранию рудного тела от фланга к флангу и ниже при поэтажном обрушении с увеличением глубины горных работ от 445 до 1000 м, горизонтальные напряжения на каждые 200 м увеличиваются по прямолинейным зависимостям от  $-5$  ( $-15$ ) МПа вкрест простирания до  $-15$  ( $-20$ ) МПа по простиранию рудного тела.

Значения действующих напряжений в конструктивных элементах камерной системы разработки, получены с помощью апробированных методов геомеханической оценки напряженно-деформированного состояния массива, с использованием аналитических расчетов граничных интегральных уравнений (предложенных в ИГД СО РАН), инструментов и средств натурного наблюдения - щелевой разгрузки, электрометрии, данных фиксируемых сейсмостанцией «Шерегеш». Вышеизложенное, в достаточной мере подтверждает высокую степень обоснованности первого научного положения.

Из второго научного положения следует, что при камерной системе разработки смещение камер и междукамерных целиков с размерами в поперечном сечении  $20 \times 20$  м вкрест и по простиранию слепого рудного тела на удароопасном месторождении обеспечивается повышение устойчивости кровли выработанного пространства на начальной стадии выпуска руды и снижение объема подготовительно-нарезных работ в 1,5-1,7 раза.

Обоснованность второго научного положения подтверждается проведенными расчетами по определению объема подготовительно-нарезных работ в варианте камерной системы разработки с размерами камер и междукамерных целиков  $20 \times 20$  м в поперечном сечении вкрест и вдоль простирания слепого рудного тела. Рекомендуемые параметры

конструктивных элементов технологии обуславливаются наибольшим удельным объемом запасов отработываемой камеры в блоке и необходимыми условиями устойчивости горных выработок и целиков с учетом понижения горных работ.

В третьем научном положении автором определено, что при взрывании скважинных зарядов ВВ с меньшими углами раскрытия взрывной воронки с опережением по отношению к зарядам ВВ с большими углами раскрытия взрывной воронки по каждому ряду скважин в зависимости от крепости и трещиноватости горных пород, количества рядов, взаимного расположения скважин, линии наименьшего сопротивления и размера кусков горной породы достигается снижение удельного расхода ВВ на вторичное дробление руды в 3 раза.

Указанное научное положение подтверждается положительными результатами проведенных технологических взрывов в натуральных условиях, полученными зависимостями удельного расхода ВВ при применении известной однорядной и предлагаемой трехрядной схем взрывания. Кроме этого, разработанный и испытанный автором способ скважинной отбойки массива защищен патентом РФ №2584167 от 20.05.2016 г.

В четвертом научном положении доказывается, что реализация геотехнологии с нисходящей отработкой слепого рудного тела в условиях перехода от камерной системы разработки к системе подэтажного обрушения с одностадийной отбойкой и площадным выпуском руды предусматривает разбивку рудных запасов на блоки высотой 45 м, длиной 40 м и шириной 20 м с образованием отрезной щели шириной 2 м на границе простираения рудного тела и достижение снижения потерь и разубоживания руды соответственно в 1,1-1,2 и 1,4-1,7 раза.

Обоснованность последнего научного положения в достаточной степени подтверждается многофакторным расчетом показателей извлечения, учитывающим типизацию потерь и разубоживания, характерную для систем с обрушением руды и вмещающих пород, по широко известным и утвержденным в нормативной документации методикам.

Таким образом, высокая степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в результате решения поставленных в диссертации задач, подтверждается использованием актуальных и современных научных методов исследования, достаточным объемом аналитических расчетов по апробированным и общепринятым

методикам, полученными результатами натурных наблюдений и опытно-промышленных испытаний в производственных условиях, их глубоким анализом и синтезом.

### **3. Оценка научной новизны, достоверности результатов и практической значимости диссертации**

В целом, выполненная автором работа выступает логическим продолжением множества, проведенных ранее исследований в предметной области геотехнологии и геомеханики, полученные в диссертации результаты согласуются с имеющимися научными знаниями в соответствующих направлениях горной науки, расширяя и дополняя их. Функциональные зависимости, впервые установленные соискателем и разработанный им способ скважинной отбойки, могут быть использованы для решения целого ряда научных и прикладных задач горного дела, результаты работы отличаются новизной, и, несомненно, являются *новыми научными знаниями*.

*Достоверность результатов* подтверждается теоретическими расчетами и экспериментальными исследованиями, их сопоставимостью, большим количеством проведенных хронометражных наблюдений, положительными результатами внедрения, предложенных автором, технологических решений на Горно-Шорском филиале АО «Евразруда».

Основные положения диссертации опубликованы в 19 печатных работах, в том числе в 9 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, и патенте РФ на способ отбойки горных пород № 2584167 от 20.05.2016 г.

В опубликованных работах изложены все основные научные и практические результаты диссертации.

Результаты работы докладывались и обсуждались на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях, семинарах и симпозиумах в период с 2013 по 2017 гг., что в достаточной мере подтверждает их апробацию.

*Практическая значимость* работы заключается в последовательном применении рациональных вариантов систем разработки слепого рудного тела в удароопасных условиях, позволяющих обеспечить безопасность и повысить эффективность горных работ.

В целом, диссертация представляет полное, логичное, технически грамотное изложение результатов исследований. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

#### **4. Замечания по диссертации и автореферату**

1. В первой главе диссертации, автором большое внимание уделяется методам мониторинга и контроля напряженно-деформированного состояния массива, анализу сейсмического воздействия массового взрыва на характер и частоту проявлений горного давления, оценке способов предотвращения горных ударов в условиях разработки на больших глубинах. Однако не в полной мере освещены вопросы, касающиеся существующего опыта (в том числе и зарубежного) применения систем подземной разработки в удароопасных условиях, особенностей их конструктивных и технологических параметров, конфигурации фронтов и порядка ведения очистных работ.

2. Как указывает автор в своей работе, главной несущей конструкцией при отработке запасов участка камерными системами разработки с оставлением временных рудных целиков является междукамерный целик (МКЦ). Этот конструктивный элемент воспринимает на себя всю нагрузку от действующих горизонтальных напряжений и обеспечивает устойчивое состояние очистного пространства камер на весь период их отработки. Приведенная схема расположения камер в шахматном порядке, на первой стадии развития очистной выемки может привести к увеличению концентрации напряжений в изолированном целике, окруженном по периметру очистными камерами, вплоть до потери им своей несущей способности. В связи с этим, целесообразность применения варианта в таком конструктивном исполнении, с учётом ведения очистной выемки в удароопасных условиях на больших глубинах вызывает сомнения.

3. В п. 3.2.3. диссертации на основании проведенных расчетов и руководствуясь положением, в котором при выборе вариантов камерной системы разработки, предпочтение следует отдавать таким параметрам блока, при которых удельный объем камерных запасов (%) по отношению к общим запасам блока будет выше, чем по остальным, рассматриваемым вариантам. Автором делается вывод, что наиболее предпочтительные варианты представлены под номерами 1 и 9 (соответствующие значения удельного объема камер - 43 и 37 %). Не ясно, по каким соображениям были исключены из рекомендаций варианты под номерами 4 и 5, где указанный выше показатель, составляет 37 и 38 %, соответственно.

4. Представленный в работе вариант системы «подэтажного обрушения с одностадийной отбойкой и площадным выпуском руды» технологически таковым не является. Площадной выпуск, это один из вариантов донного

выпуска, при котором отбойка руды осуществляется на траншейное или плоское днище блока, а погрузка ведется исключительно из боковых погрузочных заездов сопряженных с траншейным штреком (ортом). К тому же, не до конца ясно, что автор подразумевает под одностадийной отбойкой, если учитывать, что погашение временного целика над доставочным ортом осуществляется только после полной отбойки руды в граничащих с целиком блоках.

5. Выпуск руды одновременно из торца буродоставочных выработок и дополнительно пройденных погрузочных заездов между ними, характерен для варианта поэтажного обрушения с площадно-торцевым выпуском руды (разработанного в ИГД СО РАН). Однако, в этом варианте предусматривается сплошной порядок отработки от фланга к флангу рудного тела, без оставления целиков и наличие не более двух активных точек выпуска обрушенного слоя. В связи с этим, автору следует уточнить, какая система с обрушением рассматривалась и обосновывалась в работе.

6. Сопряжения погрузочных заездов с буровыми и доставочными выработками, особенно в остроугольных частях, наиболее часто подвергаются разрушению, их поддержание требует существенных затрат на крепление. В условиях больших глубин и опасности горных ударов этот вопрос будет стоять еще острее. Традиционный торцевой выпуск руды лишен этого существенного недостатка, однако в работе не рассматривается.

7. В п.3 научной новизны автореферата и диссертации не ясно, каким образом на эффективность взрыва скважинных зарядов влияет, размер куска горной породы, если сам кусок является, по сути, результатом взрыва.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки, представленной к защите работы.


## **5. Заключение по работе**

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой научно-обоснованы рациональные технологические решения по последовательному применению вариантов систем подземной разработки на больших глубинах, имеющая практическое значение для эффективного и безопасного ведения горных работ на удароопасных железорудных месторождений Горной Шории и вносящая вклад в развитие горной науки. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям, установленным Положением ВАК РФ о порядке присуждения учёных степеней, а ее автор Башков Владимир Иванович заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 25.00.22 - «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

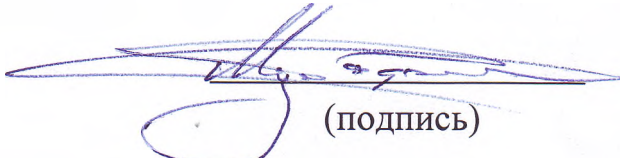
Официальный оппонент,  
доцент кафедры «Геотехнологии освоения недр» Горного института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», кандидат технических наук по специальности 25.00.21 - «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем»

119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6,  
e-mail: mustafin\_vi@mail.ru  
тел.: +7 (905) 773-82-92

 /Мустафин В.И./

Я, Мустафин Вадим Игоревич автор отзыва, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«05» 04 2018г.

  
(подпись)

Подпись официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, удостоверяю:

проректор по безопасности и общим вопросам федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,



/Исаев И.М./

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, <http://misis.ru/>