



Общество с ограниченной ответственностью
«ПОЛИГОР»

199106, Санкт-Петербург, В.О., 22-я линия, д.3, к.1, литера М, помещение 1Н, комната 293 (офис 519)
(812) 945-08-07, mail@polygor.com, www.polygor.com

От _____ № _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

**на диссертацию Штирца Владимира Александровича
на тему: «Диагностика геомеханического состояния горных пород
микросейсмическим методом на удароопасных железорудных
месторождениях Горной Шории», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 –
Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и
горная теплофизика**

Диссертация В.А. Штирца состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников, приложения и изложена на 187 страницах, содержит 132 рисунка, 20 таблиц.

1. Актуальность избранной темы диссертации связана с необходимостью повышения эффективности системы управления геодинамической безопасностью при отработке Таштагольского и Шерегешевского удароопасных месторождений в условиях постоянных сейсмопроявлений горного давления от воздействия широкого диапазона природно-техногенных факторов.

Как известно, рост глубины разработки и размеров выработанного пространства приводят к ухудшению геомеханического состояния массива горных пород и требуют установления критериев удароопасности массива горных пород при отработке технологических блоков разными системами разработки. В свою очередь, для устранения потенциально опасных зон на конкретном участке, обладающем уникальными геомеханическими условиями, требуется разработка и внедрение эффективных профилактических мероприятий по борьбе с горными и горно-тектоническими ударами.

Указанные обстоятельства актуализируют постановку цели диссертации – установление закономерностей энергетического, пространственного и временного распределения геодинамических явлений и опасных зон в массиве горных пород микросейсмическим методом с учетом действия техногенных факторов, разработка на этой основе критериев удароопасности, методики прогнозирования горных ударов и профилактических мероприятий по безопасной отработке рудных месторождений на больших глубинах.

Тема и содержание диссертации В.А. Штирца соответствует паспорту специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждается анализом представительного количества источников зарубежной и российской научной литературы по теме диссертации, современной нормативно-методической базы, геофизических микросейсмических данных и параметров напряженно-деформированного состояния массива на «Таштагольском» и «Шерегешевском» рудниках, теоретическими исследованиями, проведенными с применением современных инструментальных и программных комплексов, позволяющих прогнозировать геодинамические процессы в массиве горных пород.

Первое защищаемое положение подтверждается значительным объемом данных экспериментальных исследований удароопасности массива горных пород микросейсмическим методом прогноза, позволяющего квалифицировать массив горных пород по степени «неопасно» и «опасно» на основе количественного показателя F (формула 2.2), и обосновано в главе 2 диссертации. Предложенные автором критерии удароопасности с учетом зависимости количества и энергии сейсмических событий от нарушенности горного массива, от промышленных взрывов и степени их влияния на вмещающие породы, вошли составной частью в нормативные документы «Указания по безопасному ведению горных работ на Таштагольском месторождении, опасном по горным ударам» (2021 г.) и «Указания по безопасному ведению горных работ на Шерегешевском месторождении, опасном по горным ударам» (2021 г.), и в других научных трудах автора.

Второе защищаемое положение подтверждается результатами анализа геодинамических явлений, зафиксированных в пределах шахтных полей, за период 2012-2019 гг. для первичной обработки сигналов на сейсмостанциях «Таштагол» и «Шерегеш», и обосновано в главе 3 диссертации, а также в работах «Методика расчета и построения опасных зон от краевых частей очистного пространства для условий Таштагольского месторождения // АО «Евразруда» - ИГД СО РАН, утв. 7.11.2017, Новосибирск: ИГД СО РАН, 2017. – 10 с.» в соавторстве с А.А. Еременко, А.И. Конуриным и В.В. Филимоновым, «Оценка геомеханического состояния массива горных пород при отработке блоков в рудных телах Таштагольского месторождения // Тр. конф. «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли» 03-06.10.2011. – Т. II. Новосибирск: ИГД СО РАН, 2011. – С. 25-32» в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко, В.Н. Колтышевым, В.В. Филимоновым, В.К. Климко, О.В. Шипеевым, «Влияние масштаба горных работ на НДС массива и интенсивность динамических проявлений в условиях Таштагольского рудника // Научные труды конф. с участием иностр. ученых, 2-5.10.2007, Новосибирск: ИГД СО РАН, 2007. – 524-532» в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко, В.Н. Филипповым, И.Л. Громовой и О.В. Шипеевым, и в других научных трудах автора.

Третье защищаемое положение подтверждается результатами инструментальной оценки микросейсмическим методом влияния взрывов на распределение толчков в массиве в районе выработанных пространств, выемки блоков на распределение опорного давления в днище выработанного пространства, определения местоположения очагов взрывов и толчков, их энергии, применения экспериментально установленных критериев удароопасности и выделения удароопасных зон, и обосновано в главе 4 диссертации, а также в работах «Оценка геомеханического состояния массива горных пород при производстве массовых взрывов на удароопасном рудном месторождении Горной Шории» // *Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук*. – 2015. – № 2. – С. 205-213» в соавторстве с А.А. Еременко, В.И. Башковым и А.И. Конуриным, «Исследование влияния массовых технологических взрывов на интенсивность динамических явлений на рудных месторождениях Горной Шории и Хакасии // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. – М.: Издательство «Горная книга». – 2012. – № 5. – С. 113-121» (индексируется в базе данных Scopus) в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко и В.К. Климко, и в других научных трудах автора.

Четвертое защищаемое положение подтверждается результатами анализа геомеханической обстановки в районе породного выступа на участке Новый Шерегеш, опытных данных обуривания выступа в нижней части горизонтальными скважинами диаметром 89 и 105 мм, данных визуальных наблюдений за деформирование стенок скважин, оценки эффективности создания вертикальных разгрузочных скважин перпендикулярно направлению максимальных горизонтальных напряжений, и обосновано в главе 5 диссертации, а также в работах «Особенности развития очистных работ в предохранительных целиках под промышленными и водными объектами // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. – М.: Издательство «Горная книга». – 2014. – № 4. – С. 11-17» (индексируется в базе данных Scopus) в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко, В.Н. Колтышевым, В.И. Башковым, Е.Н. Щептевым, «Экспериментальные исследования по уменьшению последствий динамических явлений на рудных месторождениях, опасных по горным ударам // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. – М.: Издательство «Горная книга». – 2013. – № 10. – С. 155-161» (индексируется в базе данных Scopus) в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко, А.Н. Александровым, В.Н. Колтышевым, О.В. Шипеевым, Е.Н. Щептевым и В.С. Беляевым, «Оценка геомеханического состояния массива горных пород при отработке охранного целика под рекой на Таштагольском месторождении // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. – М.: Издательство «Горная книга». – 2011. – № 1. – С. 221-229» (индексируется в базе данных Scopus) в соавторстве с А.А. Еременко, В.А. Еременко, В.М. Серяковым, В.Н. Колтышевым и А.Н. Карпуниным, и в других научных трудах автора.

Диссертация отличается логикой построения и последовательностью изложения, соответствием современному уровню развития теории и практики проведения геофизических исследований микросейсмическим методом, оценки устойчивости горных выработок и выбора параметров мероприятий по профилактике горных и горно-тектонических ударов в условиях влияния природно-техногенного напряженного состояния, систематизированным представлением аналитической информации. Все вышеизложенное свидетельствует о высоком научном и методическом уровнях диссертационного исследования.

3. Научная новизна и достоверность результатов.

Основные элементы научной новизны диссертации В.А. Штирца и приращения научного знания заключаются в следующем:

- разработан аналитический метод расчета параметра F с комплексным учетом приведенного количества сейсмических событий в объеме единичного блока $100 \times 100 \times 100$ м с энергией свыше 70 Дж за интервал времени 30 сут, высвобожденной энергии сейсмических событий, определяемой с учетом тангенса угла наклона графика распределения числа событий по энергии, который квалифицирует массив горных пород как «неопасно» и «опасно» (2 глава, с. 38);

- установлено, что при отработке в течение года максимальное количество толчков в основном происходит после взрывов. Толчки 1-2 энергетических классов составляют 84-88% от общего количества толчков, 3-4 – 10,6-14,6%, 5-6 и более – около 1,9% (3 глава, с. 68-70, 79);

- установлено, что при нисходящей отработке рудных тел и блоков с твердеющей закладкой выработанного пространства удароопасных месторождений на больших глубинах формируются зоны от краевых частей очистной выемки, ширина и расположение которых зависят от распределения толчков с различным энергетическим классом (от 1 до 8); отношения критической глубины (400 и 600 м) к глубине защитного слоя (385-900 м и более), равного 0,4- 0,9 и угла защиты от 20 до 64° (3 глава, с. 75, 79);

- установлено, что количество геодинамических явлений при массовых взрывах изменяется от 100 до 500, средний и максимальный энергетический класс от 2,0 до 9,4 (4 глава, с. 83);

- получены зависимости изменения количества геодинамических явлений (N) от максимального энергетического класса (K_{\max}). Выявлено, что увеличение количества толчков от 300 до 600 и более происходит при изменении K_{\max} от 5 до 7 (4 глава, с. 84);

- установлено, что эпицентры крупных геодинамических явлений располагаются в пределах вмещающего орты массива и приурочены к нарушенным контактам литологических разностей среди рудных тел, а также к зоне непосредственного влияния тектонического нарушения (4 глава, с. 95);

- установлено, что значительное влияние на эффект взрывов оказывает длительность (период) взрывания от 0 до 300 мс, от 50 до 500 мс, от 0 до 900 мс и т.п. (4 глава, с. 139);

- установлена прямолинейная зависимость между энергией взрывов и массой заряда (4 глава, с. 140);

- установлены критерии позволяющие прогнозировать вид динамического явления: $K_u = 1,1 \cdot 10^{-4}$ соответствует возникновению геодинамических явлений типа толчков, стреляния и интенсивного заколообразования; $K_u = 1,6 \cdot 10^{-4}$ соответствует возникновению горных ударов, микроударов и толчков (4 глава, с. 141);

- установлено, что применение разгрузочных скважин позволяет снизить уровень сейсмической энергии толчков с $10^3 - 10^6$ до $10^1 - 10^2$ Дж (5 глава, с. 159).

В диссертации автором использовались общенаучные и специальные методы исследования, включая данные шахтных экспериментов.

4. Значимость результатов для науки и практики.

Предлагаемые в диссертации теоретические положения по совершенствованию микросейсмического метода вносят существенный вклад в развитие теории контроля и прогнозирования геомеханического состояния горных пород на удароопасных железорудных месторождениях, а также в выбор критериев прогноза разрушения выработок, что позволяет повысить безопасность и эффективность ведения горных работ.

Практическая ценность работы для горнодобывающих предприятий заключается в возможности применения разработанной автором методики определения параметров зон опасных по динамическим явлениям и мероприятий по заблаговременному предотвращению удароопасности.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертации, апробация результатов.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 48 печатных работах в научных изданиях, в том числе в публикациях рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, а также 1 патенте РФ. Основные положения и результаты исследования были представлены и получили положительную оценку на научных конференциях.

Автореферат диссертации и публикации отражают основное содержание исследования.

6. Замечания по диссертации. По нашему мнению, в диссертации следует отметить некоторые недостатки.

1. Необходимо пояснить, каким образом учитывались физико-механические свойства и параметры структурной неоднородности массива горных пород при выборе параметров сети сеймопавильонов и определении величины сейсмической энергии.

2. Требуется пояснения возможность применения предлагаемого методического обеспечения и полученных результатов для определения параметров удароопасных зон для глубин более 1000 м, в том числе для горно-геологических, горно-технических и геодинамических условий других рудников.

Замечания по существу имеют в значительной мере дискуссионный характер, представляя направление для дальнейшей работы, и не снижают высокого качества выполненных в диссертации исследований и полученных результатов.

7. Заключение по диссертации.

Диссертация «Диагностика геомеханического состояния горных пород микросейсмическим методом на удароопасных железорудных месторождениях Горной Шории», является законченной научно-квалификационной работой в которой решена актуальная научная задача, соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Штирц Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, за разработку микросейсмического метода диагностики удароопасности массива горных пород на железорудных месторождениях Горной Шории, что вносит значительный вклад в повышение безопасности и экономической эффективности эксплуатации горнодобывающих предприятий в удароопасных условиях.

Официальный оппонент:

Сидоров Дмитрий Владимирович,
доктор технических наук,
специальность 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика,
заместитель генерального директора по научной работе,
Тел.: (812) 945-08-07
E-mail: mail@polygor.com
Общество с ограниченной ответственностью «Полигор» (ООО «Полигор»)
Адрес: 199106, Санкт-Петербург, 22-я линия, д. 3, к. 1, литера М, ком. № 293 (офис № 519), пом. 1Н

Дата: 07.06.2022 г.

