

А.В. Сидляр, М.И. Потапчук, А.А. Терёшкин

# ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НИКОЛАЕВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ОПАСНОГО ПО ГОРНЫМ УДАРАМ

Для выявления зон опасных концентраций напряжений использованы методы математического моделирования напряженно-деформированного состояния и сейсмоакустического мониторинга. По результатам численного моделирования определены закономерности формирования техногенного поля напряжений, характерные для разных участков Николаевского полиметаллического месторождения, опасного по горным ударам. Для снижения горного давления в кровле горных выработок предложен метод бурения вертикальных разгрузочных скважин. По результатам исследований обоснованы оптимальные параметры бурения разгрузочных скважин, обеспечивающие максимально эффективное снижение горного давления в массиве горных пород. Результаты моделирования верифицированы с данными сейсмоакустического мониторинга с применением многоканальной акустической системы контроля горного давления «Prognoz-ADS». По результатам сейсмоакустического мониторинга были выявлены дополнительные закономерности формирования природно-техногенных полей напряжений. На основе выявленных закономерностей предложен дополнительный комплекс профилактических мер безопасности.

Ключевые слова: геомеханика, меры безопасности, горное давление, месторождение Николаевское, техногенное поле напряжений, напряженное состояние, моделирование, скважинная разгрузка, камуфлетное взрывание, сотрясательное взрывание.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-184-194

Проблема удароопасности на подземных рудниках Дальневосточного региона не теряет своей актуальности уже несколько десятилетий. Горное давление, неизбежное при подземной разработке в условиях глубоких горизонтов и высокой тектонической напряженности массива, создает серьезную угрозу жизни работающим, нарушает нормальный ход ведения горных работ и тем самым снижает эффективность горного производства

[1, 2]. Решение проблемы управления горным давлением во многом сдерживается из-за недостаточной изученности природы и механизма геодинамических процессов и явлений, возникающих в массиве горных пород под влиянием многочисленных природных и техногенных факторов.

К числу наиболее опасных месторождений Дальнего Востока относится Николаевское полиметаллическое место-

рождение (г. Дальнегорск., Приморский край), которое характеризуется сложным геологическим строением и приуроченностью к тектонически-активным районам земной коры [3]. В последние годы на Николаевском месторождении складывается сложная геомеханическая обстановка, в результате чего оно с глубины 600 м было отнесено к категории опасных по горным ударам (в настоящее время горные работы ведутся на глубине 900 м и ниже).

Геодинамика территории в региональном плане обусловлена приуроченностью к скрытому глубинному разлому субмеридионального направления, сдвиговые движения по которому определили элементы тектонической структуры месторождения. Месторождение имеет характерное блоковое строение, к главным элементам которого относятся крутопадающие Субширотный разлом и Северо-Западная тектоническая зона, разделяющие поле месторождения на три основных структурных блока: северный, центральный и западный. В пределах месторождения выделяются также протяженные крутопадающие разрывные пострудные нарушения субмеридионального простирания [4].

В последние несколько лет горные работы на Николаевском месторождении ведутся преимущественно на южном, северном фланге рудной залежи «Восток» и в районе рудной залежи «Харьковская». По результатам анализа геомеханической и горнотехнической обстановки было установлено, что отдельные участки рудных залежей «Харьковская» и «Восток» представляют потенциальную удароопасность. В таких условиях первоочередную роль для решения проблемы предупреждения опасных динамических проявлений горного давления приобретает оценка влияния масштаба и геометрии очистных блоков на уровень напряженного состояния конструктивных

элементов применяемой системы разработки и выявления закономерностей формирования техногенного поля напряжений в горном массиве.

Для оценки геомеханического состояния массива и выявления опасных концентраций напряжений широко применяется математическое моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород методом конечных элементов (МКЭ), который отличается доступностью, относительно малой трудоемкостью и универсальностью программного обеспечения [5].

Научный интерес для выявления закономерностей формирования природно-техногенных полей напряжений представляет участок рудной залежи «Харьковская» (камеры 3 и 4 блока 7), а также участок между профильными линиями 37 и 40 и сопрягается с юго-западного и северо-восточного направления с ранее отработанными камерами 2–5 блока 5 и камерами 1–3 блока 4 соответственно [6]. Применение совокупности теоретических и экспериментальных методов позволило установить опасные концентрации напряжений и разработать рекомендации по управлению горным давлением на этом участке.

При отработке рудных запасов применяется камерная система разработки с управляемым обрушением кровли. Рудную залежь разбивают на блоки, содержащие камеру и целик; в первую очередь извлекают запасы камеры, а затем вынимают целик и осуществляют выпуск руды под защитой породной консоли. Завершив выемку запасов, производят принудительное обрушение пород кровли до проектной высоты и приступают к отработке готового к выемке смежного блока [7].

Начальные напряжения задавались на основании ранее проведенных геомеханических исследований, в результате которых было установлено, что в

массиве Николаевского месторождения действует неравнокомпонентное поле напряжений, в котором преобладают горизонтальные тектонические напряжения в 1,5–2,5 раза, превышающие вертикальную гравитационную составляющую [8].

Значения физико-механических свойств горных пород и руд, принятые при моделировании МКЭ, принимались в соответствии с установленными ранее результатами натурных и лабораторных исследований. Результаты исследований механических характеристик показали, что практически все вмещающие породы и руды обладает достаточно высокой прочностью, способны к накоплению потенциальной энергии упругого сжатия и хрупкому разрушению в динамической форме.

С помощью математического моделирования МКЭ решались следующие задачи:

- выделить потенциально удароопасные участки конструктивных элементов системы разработки на различных стадиях отработки исследуемого участка (очистной камеры 3 и 4 блока 7);
- выявить закономерности формирования природно-техногенных полей напряжений и оценить применяемые технологические решения для разработ-

ки месторождения с позиции удароопасности.

Анализ результатов моделирования напряженно-деформированного состояния разрабатываемого массива показал, что в районе камер блока 7 под влиянием очистной выемки происходит формирование сложного техногенного поля напряжений, характеризующегося наличием областей разгрузки (преимущественно вокруг очистных камер), и повышенных напряжений в кровле выработок и краевых частях массива (рис. 1, а).

После полной отработки камер 3 и 4 блока 7 до гор. -323 м происходит существенное перераспределение напряжений, и большинство выработок находятся в зоне опорного давления вышележащих камер и отработанных с фланга камер 3 и 4 блока 7 на гор. -323 м (рис. 1, б).

Стоит также отметить, что касательные напряжения, превышающие предельно-допустимые значения, характерны только для выработок, расположенных на гор. -323 перпендикулярно направлению действия максимальных горизонтальных напряжений непосредственно под отработанными камерами в зоне их опорного давления (рис. 2).

Известно, что напряженно-деформированное состояние приводит к образо-

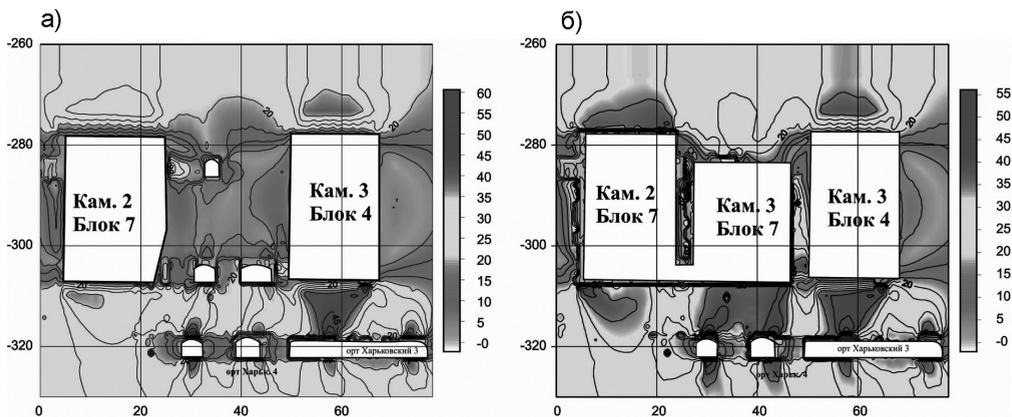


Рис. 1. Распределение касательных напряжений  $\tau_{\text{инт}}$  до (а) и после (б) полной отработки 3-й и 4-й камеры блока 7 в проекции на разрез 4/-4/

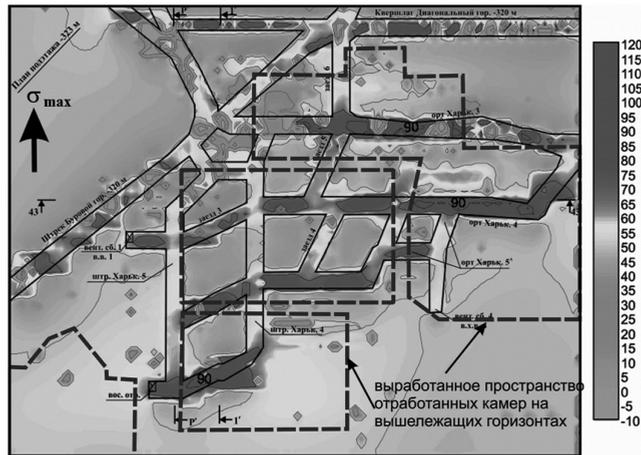


Рис. 2. Распределение максимальных горизонтальных напряжений  $\sigma_h$  в кровле горных выработок, расположенных на горизонте -323 м, после полной отработки 3-й и 4-й камеры блока 7

ванию трещин, их росту и далее к разрушению приконтурной части массива. Предвестниками разрушения при этом выступают излучения, являющиеся основой для дистанционного контроля устойчивости горного массива. Эти излучения напрямую связаны с процессами в массиве, которые вызывают изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород. Многообразия геофизических методов контроля, позволяющих получать важную информацию о состоянии массива, особое место занимает сейсмоакустический, поскольку он весьма технологичен [9]. Его достоинства — простота установки геофонов и измерений, возможность получения непрерывной интегральной информации о процессах, происходящих непосредственно в самом массиве, не прерывая ведение добычных и подготовительных работ.

Для выявления зон концентраций напряжений, а также регионального прогноза удароопасности на Николаевском месторождении с 2011 г. применяется сейсмоакустическая автоматизированная система контроля горного давления (АСКГД) «Prognoz-ADS», разработанная в ИГД ДВО РАН [10, 11]. Система обеспе-

чивает эффективную регистрацию акустических сигналов, их оцифровку, обработку и передачу по цифровым каналам связи в центральный компьютер, с которого осуществляется управление измерительно-вычислительным комплексом.

На сегодняшний день наблюдательная сеть включает в себя 21 цифровой приемный преобразователь (ЦПП), установленный в скважинах, пробуренных из горных выработок горизонтов -323, -360, -380, -390, -406, -420, -433.

Всего за период наблюдений с 2011 по 2016 г. системой геоакустического мониторинга «Prognoz-ADS» было зарегистрировано более 12 000 событий, большая часть из которых приурочена к местам ведения горных работ, а также сети разломов, и особенно к зоне тектонически активного крутопадающего разлома ТНЗ.

Данные, полученные по результатам сейсмоакустического мониторинга, показывают высокую сходимость с результатами моделирования НДС. В качестве наиболее характерного примера можно привести очаговую зону в кровле горной выработки, прилегающей к камере 1 блока «Южный-2» (рис. 3). Большая концентрация касательных напряжений

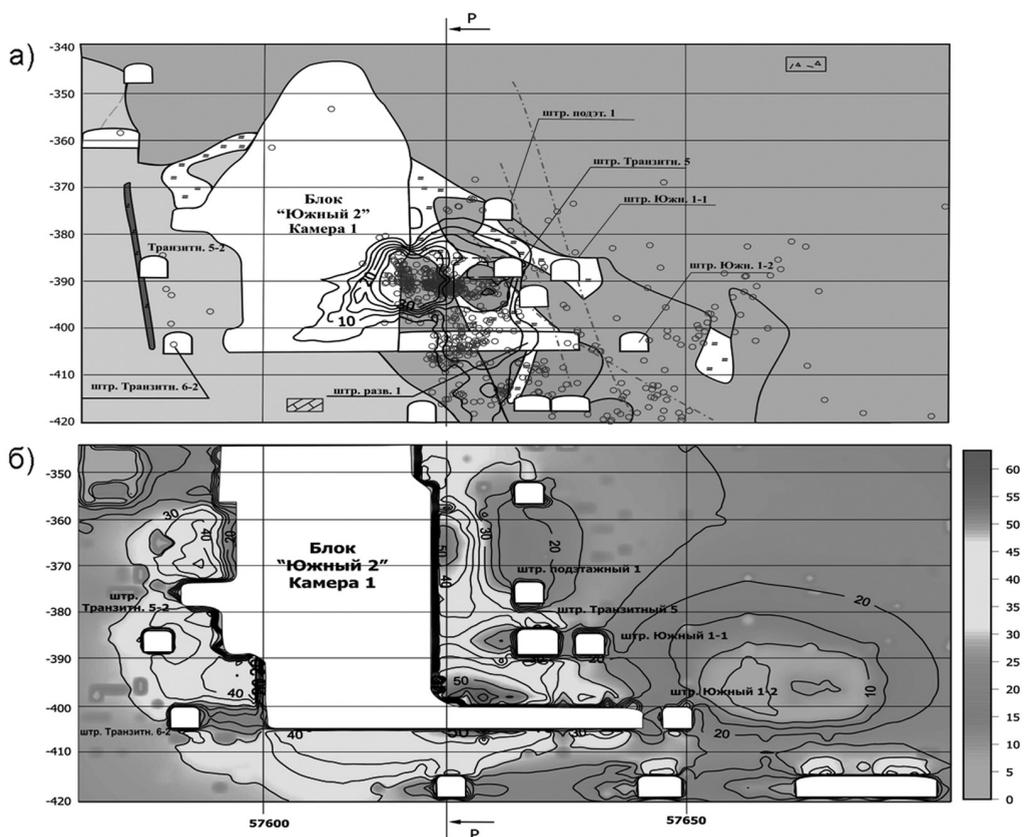


Рис. 3. Сопоставление результатов сейсмоакустического мониторинга с результатами моделирования НДС с результатами на примере зоны концентрации напряжений в районе камеры 1 блока «Южный-2» в проекции на разрез 38–38

обусловлена расположением выработки перпендикулярно действию максимальных горизонтальных напряжений, а также зоной опорного давления прилегающей камеры.

Главным принципом безопасной отработки месторождений, склонных к горным ударам, является достижение таких порядка и способа ведения горных работ, при которых в массиве горных пород максимально исключаются чрезмерные концентрации напряжений, и снижается вредное влияние горного давления вокруг горных выработок. Реализация данного принципа обеспечивается применением специальных профилактических мероприятий.

Для снижения горного давления в кровле горных выработок Николаевского месторождения в качестве профилактических мероприятий предложен метод бурения разгрузочных скважин.

Определение оптимального расположения и параметров разгрузочных скважин, обеспечивающих максимальное снижение напряженного состояния междуэтажных целиков на Николаевском месторождении, проводилось на основании результатов моделирования.

Задача о распределении напряжений в элементах системы разработки до и после бурения разгрузочных скважин, ориентированных в различном направлении, решалась в плоской и объемной

постановках задачи. Результаты моделирования представлены на рис. 4.

Было рассмотрено 4 варианта моделей:

1. без разгрузочных скважин;
2. создание двух горизонтальных скважин, в бортах штрека;
3. создание двух наклонных скважин под углом  $45^\circ$ ;
4. вертикальные скважины в кровле штрека длиной 5 м.

Результаты моделирования показали:

1. Максимальная концентрация напряжений наблюдается в кровле выработки и в краевых частях очистной камеры.

2. Создание горизонтальных разгрузочных скважин в бортах штрека разгружает лишь борта выработки, напряжения в кровле и целике остаются практически без изменения.

3. При создании ряда вертикальных скважин в кровле штрека происходит перераспределение напряжений, приводящее к разгрузке кровли штрека.

Следует также отметить, что само по себе бурение разгрузочных скважин не приводит к разгрузке напряжений в кровле штрека (рис. 5, а).

Образование саморазвивающейся защитной локальной зоны с высокой податливостью будет осуществляться толь-

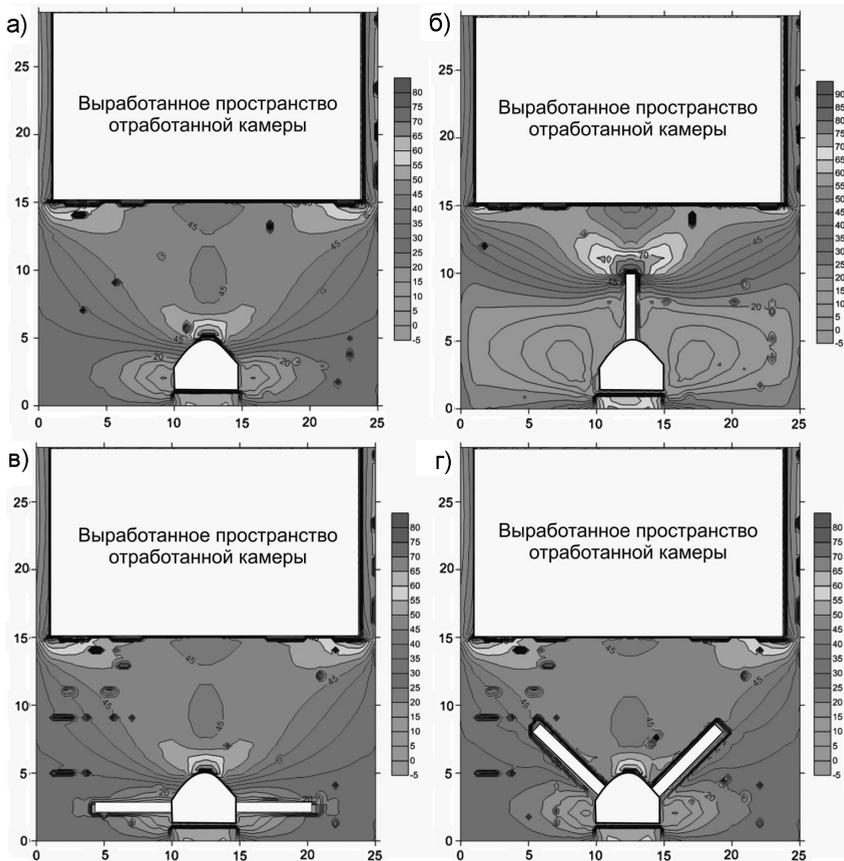


Рис. 4. Распределение горизонтальных напряжений  $\sigma_x$  при различных вариантах направления разгрузочных скважин: без разгрузочных скважин (а); вертикальная скважина в кровле штрека длиной 5 м (б); горизонтальные скважины длиной 5 м (в); наклонные скважины в кровле штрека длиной 5 м (г)

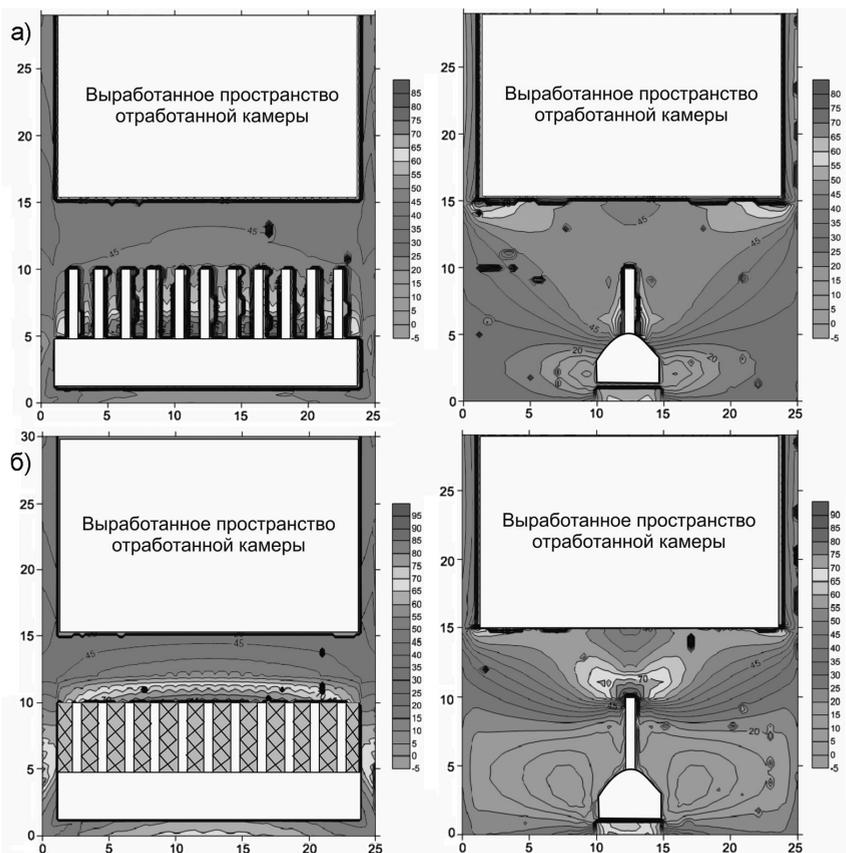


Рис. 5. Распределение максимальных горизонтальных напряжений  $\sigma_x$  при бурении разгрузочных скважин (а) и после их разрушения и образования разгрузочной щели (б)

ко в случае, если массив будет работать не на разрушение кровли штрека, а на разрушение межскважинных целиков. Саморазрушение межскважинных перемычек за счет возникновения предельно напряженного состояния приводит к образованию разгрузочной щели и последующей релаксации (разгрузке) массива (рис. 5, б).

В связи с этим для определения оптимальных параметров бурения разгрузочных скважин, обеспечивающих максимально эффективное разрушение перемычек и снижения напряженного состояния в кровле штреков, было проведено моделирование в зависимости от ширины межскважинного целика при различном диаметре разгрузочных скважин.

Анализ результатов моделирования показал, что чем больше диаметр разгрузочных скважин и чем меньше ширина межскважинного целика, тем больше напряжения в них и эффективнее разгрузка кровли штрека (рис. 6). Практическими исследованиями на Николаевском месторождении было установлено, что саморазрушение перемычек происходит при расстоянии от 0,5 до 2 диаметров между скважинами.

За время наблюдений в 2011–2016 гг. на месторождении зарегистрировано более 200 динамических проявлений горного давления в различных формах: от стрельяния пород до собственно горных и горно-тектонических ударов. За счет использования геомеханическо-

го мониторинга и проведения разгрузочных мероприятий на Николаевском месторождении в последние годы удалось значительно уменьшить количество динамических проявлений по сравнению с 2011–2012 гг. В то же время резкий рост крупных динамических проявлений в 2016 г. свидетельствует о необходимости применения дополнительных мероприятий по снижению горного давления (рис. 7).

В качестве регионального метода разгрузки массива и приведения его в неудароопасное состояние рекомендуется в соответствии с установленным порядком производства взрывных работ производить камуфлетное или сотрясательное взрывание скважин в пределах выявленного формирующегося очага горного удара. Оценка эффективности выполненных мероприятий будет осуществляться за счет непрерывного контроля с помощью акустической системы контроля горного давления Prognoz-ADS.

Выявленные закономерности формирования природно-техногенных полей напряжений позволили обосновать параметры комплекса разгрузочных мероприятий для снижения опасных кон-

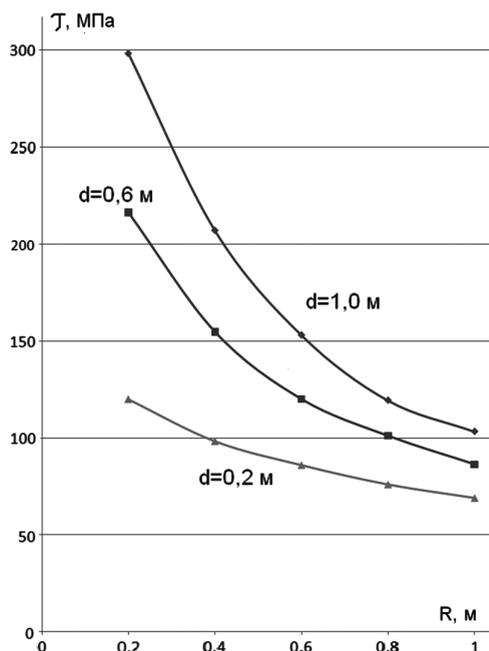


Рис. 6. График распределения касательных напряжений  $\tau_{\text{инт}}$  в зависимости от ширины межскважинного целика при различном диаметре разгрузочных скважин

центраций напряжений в выработках и предупреждения опасных динамических проявлений горного давления на Николаевском месторождении.

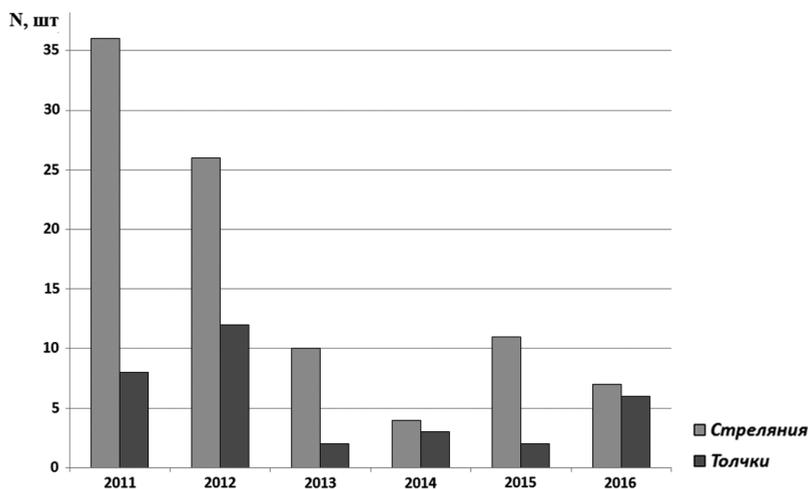


Рис. 7. Распределение количества динамических проявлений горного давления (толчки и стрельня) на Николаевском месторождении в 2011–2016 гг.

Таким образом, меры безопасности в условиях отработки глубоких горизонтов Николаевского месторождения, опасного по горным ударам, заключаются в следующем [12, 13]:

- заблаговременное выявление напряженных участков массива горных пород комплексным методом (с использованием математического моделирования напряженно-деформированного состояния, акустической системы контроля горного давления Prognoz-ADS, локального прибора Prognoz-L и других методов);
- при выявлении опасных концентраций в межэтажных целиках снижение удароопасности обеспечивается путем заблаговременного бурения вертикальных разгрузочных скважин, перпендикулярно действию максимальных сжимающих напряжений. Для создания защитной зоны расстояние между скважинами должно обеспечивать разрушение меж-

скважинных целиков и образование разгрузочной щели. Практическими исследованиями установлено рекомендуемое расстояние от 0,5 до 2 диаметров скважин;

- при выявлении зон опасных концентраций на участках пересечения крутопадающего разлома ТН-3 с целью разгрузки участка массива горных пород и приведение его в неудароопасное состояние производить сотрясательное взрывание скважин в соответствии с установленным порядком производства взрывных работ. Для оценки эффективности выполненных мероприятий вести непрерывный контроль с помощью акустической системы контроля горного давления Prognoz-ADS.

Использование рекомендованных технических и технологических решений обеспечивает повышение безопасности горных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Henryk M., Mutke G.Z. Seismic activation of tectonic stresses by mining // Journal of Seismology. 2013. Vol. 17. No 4. P. 1139–1148.
2. Paige E. Snelling, Laurent Godin, Stephen D. McKinnon. The role of geologic structure and stress in triggering remote seismicity in Creighton Mine, Sudbury, Canada // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. — Vol. 58. — February 2013. — P. 166–179.
3. Rasskazov I. Yu., Saksin B. G., Petrov V. A., Shevchenko B. F., Usikov V. I., Gil'manova G. Z. Present Day Stress Strain State in the Upper Crust of the Amurian Lithosphere Plate // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. — 2014. — Vol. 50. — No. 3. — PP. 444–452.
4. Фрейдин А. М., Шалауров В. А., Еременко А. А. Повышение эффективности подземной разработки рудных месторождений Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, СИФ, 1992. — 177 с.
5. Рассказов И. Ю., Курсакин Г. А., Фрейдин А. М., Черноморцев В. Н., Осадчий С. П. Методы контроля и управления горным давлением на рудниках ОАО «МГК «Дальполиметалл» // Горный журнал. — 2006. — № 4. — С. 35–38.
6. Рассказов И. Ю., Потапчук М. И., Макаров В. В., Александров А. В., Сидляр А. В. Особенности формирования техногенного поля напряжений при отработке глубоких горизонтов Николаевского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — СВ 4 Проблемы освоения георесурсов Дальнего Востока. — С. 96–104.
7. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. — М.: Недра, 1987.
8. Рассказов И. Ю. Контроль и управление горным давлением на рудниках Дальневосточного региона. — М.: Изд-во «Горная книга», 2008. — 329 с.
9. Ingraham M. D., Issen K. A., Holcomb D. J. Use of acoustic emission to investigate localization in high-porosity sandstone subjected to true triaxial stresses // Acta Geotech. 2013. Vol. 8. No 6. P. 633–645.
10. Рассказов И. Ю., Потапчук М. И., Курсакин Г. А., Болотин Ю. И., Сидляр А. В., Рассказов М. И. Прогнозная оценка удароопасности массива горных пород при отработке глубоких

горизонтов Николаевского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2012. — № 4. — С. 96–102.

11. Потапчук М.И., Рассказов И.Ю., Потапчук Г.М., Сидляр А.В., Рассказов М.И. Прогнозная оценка геодинамической опасности при отработке глубоких горизонтов Николаевского месторождения / Проблемы комплексного освоения георесурсов: материалы IV Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых (Хабаровск, 27–29 сент. 2011 г.). В 2-х т. Т. 1. — Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2011. — С. 110–117.

12. Инструкция по безопасному ведению горных пород на рудниках и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам РД 06-329-99. — М.: ГП НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000. — 66 с.

13. Рассказов И.Ю., Курсакин Г.А., Черноморцев В.Н., Осадчий С.П. и др. Указания по безопасному ведению горных работ на Николаевском и Южном месторождениях (ОАО «ГМК «Дальполиметалл»), опасных по горным ударам. Указания по ведению горных работ. — Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2008. — 64 с. **ИДБ**

### **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

Сидляр Александр Владимирович<sup>1</sup> — младший научный сотрудник,  
e-mail: alex-igd@mail.ru,

Потапчук Марина Игоревна<sup>1</sup> — старший научный сотрудник,  
e-mail: potapchuk-igd@rambler.ru,

Терешкин Андрей Александрович<sup>1</sup> — младший научный сотрудник,  
e-mail: andrey.tereshkin@bk.ru,

<sup>1</sup> Институт горного дела ДВО РАН.

---

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 7, pp. 184–194.

UDC 622.831.32

**A.V. Sidlyar, M.I. Potapchuk, A.A. Tereshkin**

## **GEOMECHANICAL CONFIRMATION OF SAFE MINING AT NIKOLAEVSKOYE POLYMETALLIC DEPOSIT, WHICH IS ROCK BURSTS DANGEROUS**

To identify areas of dangerous concentrations of stresses on the field Nicholas used the methods of mathematical modeling of stress-strain state and seismic-acoustic monitoring.

According to the results of numerical modeling of the regularities of formation of technogenic stress fields that are typical for different parts Nicholas polymetallic deposit, dangerous mountain bumps. To reduce the pressure at the top of the mountain mining deposits of the Nikolaev proposed a method of drilling vertical wells unloading. According to the research proved the optimal parameters of drilling a relief well to ensure the most effective reduction of ground pressure in rock mass.

The simulation results were verified with the seism acoustic monitoring data using a multi-channel acoustic rock pressure monitoring system «Prognoz-ADS». As a result of seismic-acoustic monitoring revealed additional regularities of natural and man-made stress fields. On the basis of the revealed laws in structurally inhomogeneous rock mass Nicholas fields offer an additional set of preventive security measures.

As a result of the use of the deposit on Nicholas geomechanical methods for monitoring and handling of events in recent years managed to reduce by several times the number of dynamic manifestations of rock pressure.

Key words: geomechanics, security, rock pressure, Nikolaev mine, technogenic stress field, the state of stress, modeling, borehole discharge, kamufletnoe blasting, blasting sotryasatelnoe.

---

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-184-194

## AUTHORS

Sidlyar A.V.<sup>1</sup>, Junior Researcher,

e-mail: alex-igd@mail.ru,

Potapchuk M.I.<sup>1</sup>, Senior Researcher,

e-mail: potapchuk-igd@rambler.ru,

Tereshkin A.A.<sup>1</sup>, Junior Researcher,

e-mail: andrey.tereshkin@bk.ru,

<sup>1</sup> Institute of Mining of Far Eastern Branch

of Russian Academy of Sciences, 680000, Khabarovsk, Russia.

## REFERENCES

1. Henryk M., Mutke G.Z. Seismic activation of tectonic stresses by mining. *Journal of Seismology*. 2013. Vol. 17. No 4. Pp. 1139–1148.

2. Paige E. Snelling, Laurent Godin, Stephen D. McKinnon. The role of geologic structure and stress in triggering remote seismicity in Creighton Mine, Sudbury, Canada. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. Vol. 58. February 2013. Pp. 166–179.

3. Rasskazov I. Yu., Saksin B. G., Petrov V. A., Shevchenko B. F., Usikov V. I., Gil'manova G. Z. Present Day Stress Strain State in the Upper Crust of the Amurian Lithosphere Plate. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2014. Vol. 50. No. 3. Pp. 444–452.

4. Freydin A. M., Shalaurov V. A., Eremenko A. A. *Povyshenie effektivnosti podzemnoy razrabotki rudnykh mestorozhdeniy Sibiri i Dal'nego Vostoka* (Improving the efficiency of underground mining of ore deposits in Siberia and the Far East), Novosibirsk, Nauka, SIF, 1992, 177 p.

5. Rasskazov I. Yu., Kursakin G. A., Freydin A. M., Chernomortsev V. N., Osadchiy S. P. *Gornyy zhurnal*. 2006, no 4, pp. 35–38.

6. Rasskazov I. Yu., Potapchuk M. I., Makarov V. V., Aleksandrov A. V., Sidlyar A. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, Special edition 4, pp. 96–104.

7. Fadeev A. B. *Metod konechnykh elementov v geomekhanike* (The Finite Element Method in Geomechanics), Moscow, Nedra, 1987.

8. Rasskazov I. Yu. *Kontrol' i upravlenie gornym davleniem na rudnikakh Dal'nevostochnogo regiona* (Control and management of rock pressure in the mines of the Far Eastern region), Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2008, 329 p.

9. Ingraham M. D., Issen K. A., Holcomb D. J. Use of acoustic emission to investigate localization in high-porosity sandstone subjected to true triaxial stresses. *Acta Geotech*. 2013. Vol. 8. No 6. P. 633–645.

10. Rasskazov I. Yu., Potapchuk M. I., Kursakin G. A., Bolotin Yu. I., Sidlyar A. V., Rasskazov M. I. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 4, pp. 96–102.

11. Potapchuk M. I., Rasskazov I. Yu., Potapchuk G. M., Sidlyar A. V., Rasskazov M. I. *Problemy kompleksnogo osvoeniya georesursov: materialy IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s uchastiem inostrannykh uchenykh* (Khabarovsk, 27–29 sent. 2011 g.). V 2-kh t., t. 1 (Problems of integrated development georesources: Materials IV All-Russian scientific conference with participation of foreign scientists (Khabarovsk, 27–29 Sep. 2011), In 2 books, vol. 1), Khabarovsk, IGD DVO RAN, 2011, pp. 110–117.

12. *Instruktsiya po bezopasnomu vedeniyu gornykh porod na rudnikakh i nerudnykh mestorozhdeniyakh, ob'ektakh stroitel'stva podzemnykh sooruzheniy, sklonnykh i opasnykh po gornym udaram RD 06-329-99* (Instructions for the safe conduct of rocks in mines and non-metallic deposits, underground construction sites prone and dangerous mountain shocks RD 06-329-99), Moscow, GP NTTs po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortekhnadzora Rossii, 2000, 66 p.

13. Rasskazov I. Yu., Kursakin G. A., Chernomortsev V. N., Osadchiy S. P. *Ukazaniya po bezopasnomu vedeniyu gornykh rabot na Nikolaevskom i Yuzhnom mestorozhdeniyakh (OAO «GMK «Dal'polimetall»), opasnykh po gornym udaram*. *Ukazaniya po vedeniyu gornykh rabot* (Guidelines for the safe conduct of mining operations at the Nicholas and South deposits (OJSC «MMC «Dal'polimetall»), dangerous mountain shock), Khabarovsk, IGD DVO RAN, 2008, 64 p.

