

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ НЕРУДНОГО СЫРЬЯ  
В БЕЛАРУСИ**

**Гаврилкович Э.Г.<sup>1</sup>, Орловский В.Ч.<sup>1</sup>, Бабак Д.И.<sup>2</sup>,  
Василевич С.А.<sup>2</sup>, Оника С.Г.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Республиканское унитарное производственное предприятие  
«Гранит»*

<sup>2</sup>*Открытое акционерное общество «Доломит»*

<sup>3</sup>*Белорусский национальный технический университет*

*Рассмотрены актуальные вопросы исследований открытой разработки нерудных месторождений в Беларуси, выполнено обобщение результатов значимых для отрасли исследований в области открытой добычи нерудного сырья.*

Горнодобывающая промышленность в Беларуси представлена добычей и переработкой широкого спектра полезных ископаемых, среди которых значительное место, как по объему разрабатываемого сырья, так и по его значению для промышленного развития Республики, занимают открытые разработки карбонатного сырья, природного камня, а также песчаных и песчано-гравийных месторождений.

Сложные горно-геологические условия залегания месторождений полезных ископаемых на первый план выдвигают ряд задач перед наукой и производством от решения, которых зависит эффективность и безопасность горных работ. В их числе, в качестве первоочередных, стоят задачи геомеханического обеспечения устойчивости уступов и бортов карьеров. К сожалению, понимание актуальности научных исследований по данному направлению, да и по многим другим, имеется не у всех руководителей горнодобывающих предприятий, что иногда приводит к серьезным последствиям. В полной мере это можно отнести к обрушению борта карьера «Колядичи» ОАО «Красносельскстройматериалы», эксплуатирующего линзу №2, которое произошло 11.10 2006 года, в результате которого не только предприятие понесло экономические потери, но и погиб водитель автосамосвала, заваленный обрушившейся породой.

Добычу мела и мергеля, являющегося сырьем для цементной промышленности, ведут и другие предприятия, в частности,

ОАО Белорусский цементный завод. Завод ведет разработку двух участков: «Высокое» и «Коммунары Западные».

Исследованиями ВНИМИ, выполненные для этих месторождений, были установлены предельные углы рабочих углов откосов уступов на карьере «Коммунары Западные», которые составили 50 градусов [1]. По заданию предприятия, кафедрой «Горные работы» БНТУ в рамках хозяйственного договора исследовался вопрос увеличения допустимых углов откоса уступов. С этой целью были проведены графоаналитические исследования устойчивости откосов с учетом фильтрации, выполнено моделирование устойчивости с применением компьютерного комплекса GeoStudio. Для повышения надежности полученных положительных результатов дополнительно, с применением аналитического метода, исследована устойчивость откосов по методу плоского откоса без учета и с учетом нагрузки от работы оборудования [2].

В соответствии с заданием, выданном предприятием установлены, допустимые значения углов рабочих уступов при достижении уступом предельной высоты, равной 22 метра (для экскаватора ЭШ- 6,5/45, работающего нижним черпанием). В зависимости от категории трещиноватости полезного ископаемого эти значения варьируют от 50 до 68 градусов. Таким образом, установление безопасных значений углов откосов уступа позволило обосновать техническую возможность достижения предельной высоты уступа на добыче мергеля шагающим экскаватором ЭШ- 6,5/45.

Исследования устойчивости уступов дали возможность установить и ее влияние на ширину экскаваторной заходки и высоту уступа. В частности, нами пересмотрено устоявшееся представление о том, что углы рабочего разворота драглайна в каждую сторону от оси его движения следует принимать не более 30 – 45. При отработке уступов с небольшими значениями устойчивых углов откосов уступов торцевым забоем значения допустимых углов разворота драглайна необходимо уточнять расчётом, с учётом расположения оси движения экскаватора, угла устойчивого откоса уступа и радиуса черпания экскаватора. Если принять значение угла разворота драглайна в нагорную сторону равным нулю, то можно легко установить, что угол разворота драглайна в сторону выработанного пространства может превысить 45°. Важным результатом исследований является также установленное нами положение, что допустимая высота уступа зависит не от рабочего угла откоса уступа, а опре-

деляется радиусом черпания, шириной хода драглайна, шагом передвижки и углом устойчивого откоса уступа [3].

Многие месторождения Беларуси обводнены, а условия залегания продуктивного пласта характеризуются сложной гипсометрией кровли и почвы, изменчивостью высоты уступов, содержанием крупных каменистых включений. Указанные факторы влияют на параметры системы разработки, технически достижимую производительность карьера, а также на производительность добычного оборудования. Для таких сложных условий целесообразно изучение изменчивости высоты уступа и других параметров систем разработки. Изучение вариации высоты уступа, одного из важнейших параметров системы разработки обеспечивается компьютерным моделированием, а визуализация результатов с применением ГИС (рис. 1).

Указанные подходы реализованы в проекте расширения карьера «Гралево», выполненного с нашим участием.

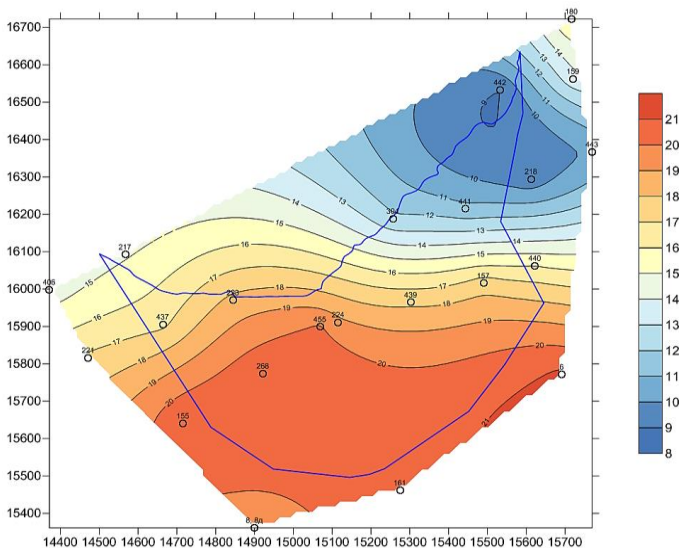


Рис. 1 – План изовысот вскрышного уступа по добыче доломитов на южном участке карьера «Гралево» в условной системе координат

Случайные изменения высоты уступов оказывают влияние на производительность экскаваторов. Исследованиями установлено, что вариация высоты уступов применительно к песчано-гравийным месторождениям можно описать теоретическим распределением Вейбулла, что позволило предложить усовершенствованную методику определения производительности экскаватора с заданной надежностью. Влияние случайных изменений высоты уступа оценивается коэффициентом относительной высоты уступа ( $k_h$ ), зависящего от отношения фактической высоты уступа к ее рациональному значению, называемого относительной высотой уступа. Эта зависимость носит, экстремальный характер (рис. 2).

Для определения прогнозной (ожидаемой) относительной высоты уступа предложена формула:  $\bar{h} = \sigma^\eta \sqrt{-\ln(1 - P(\bar{h}))}$ , где  $\sigma$  и  $\eta$  – параметры формы теоретического распределения.

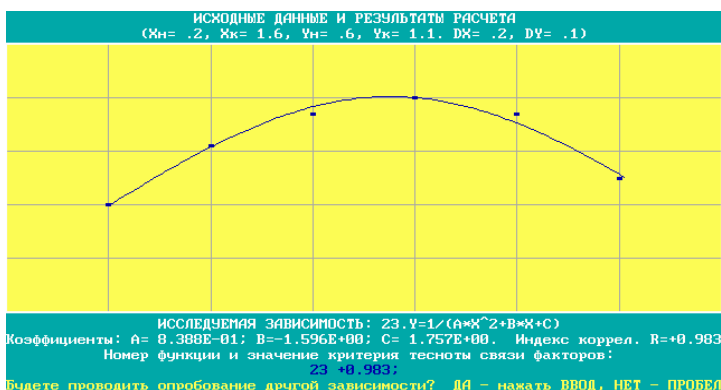


Рис. 2 – Зависимость коэффициента высоты уступа от относительной высоты уступа

Важным направлением исследований является повышение безопасности взрывных работ. Это в полной мере можно отнести к сейсмическому действию взрывов и разлету осколков. В настоящее время по заданию РУПП «Гранит» нами разрабатываются научно-практические рекомендации по выбору оптимальных параметров буровзрывных работ в условиях ограничения их параметров требованиями безопасности.

Основной причиной, сдерживающей эффективное применение взрывных работ в условиях их приближения к охраняемым объектам, является расхождение требований сейсмической безопасности с необходимостью эффективного выполнения горных работ. Нарастивание объемов горных работ предполагает увеличение допустимой массы взрываемого взрывчатого вещества, а требования сейсмической безопасности обуславливают ее ограничение [4]. Для условий РУПП «Гранит» разработана методика дифференцированного ограничения массы взрываемых зарядов в поле карьеров, отличительными особенностями которой является:

- использование установленных закономерностей распределения коэффициента сейсмичности;
- многообразие способов определения оценок параметров формы теоретических распределений коэффициента сейсмичности;
- возможность прогнозируемого изменения интенсивности сотрясений без предварительных сейсмометрических замеров.

Оперативная оценка сейсмической безопасности взрывов без предварительных промышленных опытов возможна за счет проведения вычислительных экспериментов на основе формирования выборки по соответствующим параметрам из базы данных «Параметры взрывов - параметры колебаний», а также применения в качестве альтернативного метода определения безопасных условий взрывов установленных зависимостей параметров теоретического распределения коэффициента сейсмичности от параметров взрывных работ.

В настоящее время ведется работа по обеспечению локального ограничения разлета осколков при приближении взрывов к технической границе карьера и жилым домам г. Микашевичи. Исследования показывают, что ограничение разлета за счет исключительного снижения коэффициента заполнения скважин взрывчатым веществом, приводит к увеличению длины забойки и ухудшению дробления горных пород. Исследования показывают, что ограничение разлета кусков породы целесообразно добиваться не только за счет радикального и одностороннего снижения коэффициента заполнения скважин ВВ., а его более мягкого ограничения с одновременным расширением сетки скважин и уменьшением диаметра заряда.

### **Библиографический список**

1. *Заключение о допустимых углах откосов Коммунарского карьера мергелей. – ВНИМИ. – 1978 г.*

2. Оника, С.Г. Геомеханическое обоснование увеличения допустимых углов откосов рабочих уступов на месторождении цементного сырья «Коммунарское» / С.Г. Оника, Ф.Г. Халявкин и др. // Горная механика и машиностроение. – 2013. - №4 – С.5-12.

3. Оника, С.Г. Технология и параметры системы разработки месторождений с использованием драглайнов при значительной мощности вскрыши / С.Г.Оника, С.Н.Березовский // Горная механика. – 2005. – №2. – С. 13-18.

4. Единые правила безопасности при взрывных работах. / Редкол.: М.П. Васильчук, и др.; Утв. Госгортехнадзором России. – М.: НПО ОБТ, 1992 г. – 238 с. ил.

УДК 622.363.2:658.562.4

## **СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УЧЁТА ДОБЫЧИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КАЛИЙНОЙ РУДЫ В ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»**

**Гец А.К.<sup>1</sup> Долгих А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>ОАО «Беларуськалий»

*В статье рассмотрен организационно-технический подход к оперативному управлению горнодобывающим предприятием по заданным критериям управления*

Система оперативного учёта добычи, прогноза и управления качеством калийной руды на рудоуправлении будет состоять из подсистем двух уровней:

– уровень 1 – подсистема подземного комплекса (рудник, схема 1).

– уровень 2 – подсистема поверхностного комплекса (отделение дробления, склад руды, обогатительная фабрика, схема 2).

Подсистемы уровней 1 и 2 объединяются в систему через единую иерархическую базу данных, комплекс технических средств и программное обеспечение.

Обе подсистемы имеют одинаковую целевую функцию – минимум максимального отклонения фактического показателя качества руды от планового или прогнозного. Но средства достижения целей у каждой подсистемы разные. В подсистеме 1 уровня прогноз и стабилизация качества достигается организационными, а в подсистеме 2 уровня – техническими мероприятиями. Но в том и другом уровнях и прогноз и стабилизация