

Identify and justify the major reasons of low productivity of excavating equipment. To perform the characteristic features of the geomechanical state of rock mass in the plane of the horizontal bottom of excavation.

Technique. The goal is achieved through the use of integrated methods of generalization, analysis and evaluation of practical experience and scientific achievements in the field of construction Geotechnology, theory and practice of explosive destruction of solid materials methods continuum mechanics, and methods of computer simulation modeling of geomechanical processes.

Results. There were established the constituent elements of non-uniform stress state in the marginal array excavation. There was determined the length of non-uniform stress state of the bottom horizontal plane of excavation in view of its individual parameters.

Scientific novelty. For the first time the results of computer simulation of stress distribution in the natural field adjacent to the bottom output the massif of rocks of deep horizons of mines of Krivbass.

Practical significance. Is to develop high-performance work organization subject to the influence of geomechanical factors in the construction of horizontal mine workings with the use of imported high-performance complexes that will allow more efficient use of modern excavating equipment, increase productivity of modern excavating equipment works by more than 1,25 times.

Key words: mine; horizontal excavation; excavating equipment; stress-strain state; explosive destruction of rocks; the organization of the tunnel works.

Поступила 01.07.2016



УДК 622.241

А. А. Игнатов

Наука

ГБУЗ «Национальный горный университет»

Исследования строения глинисто-шламовых кавернозных скоплений при бурении глубоких скважин

A. A. Ignatov

National Mining University

Researches into structure of clay-mud vuggy formations at drilling of long bore holes

Цель. Обоснование технологических параметров устройства для обработки кавернозной зоны скважины, исходя из установленных зависимостей формирования и удаления глинисто-шламовых скоплений и их влияния на результаты тампонирования скважин.

Методика. Стендовое моделирование и комплексный инструментальный контроль процесса формирования глинисто-шламовых скоплений и их влияния на технологические показатели строительства скважин.

Результаты. Проанализированы причины явления кавернообразования в стволе скважины. Показана прямая зависимость эффективности буровых работ от качества проведения операций по креплению скважин. Рассмотрены особенности свойств глинисто-шламовых скоплений, формируемых в осложненных интервалах. Описаны результаты исследования влияния различных факторов на показатели шламонакопления в кавернозных зонах. Перечислены направления дальнейшей работы в области совершенствования технологии крепления скважин.

Научная новизна. Показателем качества работ по креплению и тампонированию, при использовании устройства для обработки ствола скважины, является снижение угла откоса шламовых скоплений пропорционально мощности каверн.

Практическая значимость. Полученные результаты теоретических и лабораторных исследований могут быть положены в основу создания эффективной технологии крепления и тампонирования ствола скважины с высокими технико-экономическими показателями. Данные по изучению шламонакопления в кавернах являются базовыми для разработки рациональных режимных параметров процесса бурения скважин. (Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.)

Ключевые слова: скважина, каверна, глинисто-шламовые скопления, устройство для обработки, глина, промывочная жидкость.

Введение. Вопросы изучения строения глинисто-шламовых кавернозных скоплений являются базовыми для создания эффективной технологии подготовки ствола скважины к креплению при использовании специальных технических средств и приемов [1]. Процесс шламонакопления в кавернозных зонах скважины имеет сложный многофакторный характер, а его исследование сопряжено с преодолением значительных трудностей в постановке экспериментов и их математической трактовке. В целом получение надежных данных по структуре глинисто-шламовых образований возможно только на основе органического сочетания лабораторных и аналитических методов. При этом необходимы данные обо всех составляющих процесса шламоудаления из кавернозных интервалов. Только технология крепления и тампонирования, построенная на вполне определенных представлениях о структурно-механических признаках кавернозных скоплений, будет гарантией получения высоких показателей качества строительства, в частности эксплуатационных скважин [2–4].

На пути получения данных о свойствах шламовых образований лежит необходимость изучения влияния на их структуру физических и химических факторов, неизменно действующих в скважине на протяжении всего времени формирования скоплений в осложненных интервалах. Именно в результате такого подхода возможна разработка адекватных технологических характеристик процесса обработки кавернозных зон с помощью устройства для очистки.

Материал и методики. Цикл экспериментов, посвященных изучению качественных и количественных показателей процесса шламонакопления, осуществлялся на специальной стендовой установке, позволяющей выполнять комплексные исследования явлений, протекающих в кавернозных зонах. Трассер, по форме соответствующий натуральному шламу, или породные частицы, гранулометрическая характеристика которых приведена в табл. 1, вводились с помощью дозатора в поток промывочной жидкости, приготовленной на основе бентонитовой и каолиновой глин (с дополнительной химиче-

ской обработкой), при постоянном контроле ее количества с помощью расходомера.

Такие составы шламов соответствуют практике шарошечного бурения в породах средней твердости [5]. В процессе исследования определялись: время формирования шламовых скоплений, их гранулометрический состав и структура. Распределение частиц по стволу скважины и в самом породном агрегате фиксировалось с помощью фотосъемки.

Результаты исследований. На основании анализа результатов исследований шламонакопления в кавернах, проводившихся в промышленных и лабораторных условиях [4; 6], установлено: указанный процесс довольно динамичен, а его результаты будут функцией, кроме прочего, промежутка времени формирования скоплений. Одним из основных факторов, сказывающихся на свойствах шламовых образований, выступает гранулометрический состав продуктов разрушения; он в достаточной мере определяет величину угла откоса φ , который, в свою очередь, как было показано ранее, является преобладающей характеристикой свойств кавернозных скоплений.

Степень влияния на процесс шламонакопления гранулометрического состава продуктов разрушения определяется как размерами отдельных фракций, так и их процентным содержанием в общем количестве. Пояснить это можно следующим. Структура шламовых скоплений в течение периода образования претерпевает значительные изменения, что отчетливо доказывает изучение образцов, отобранных из кавернозной зоны лабораторного стенда, на различных временных стадиях формирования отложений. На начальных этапах (продолжительность циркуляционных процессов 40–80 мин) контакт между крупными частицами продуктов разрушения осуществляется с наличием глинистой прослойки и достаточно высокой концентрацией в ней мелких частиц. Однако в дальнейшем происходит переформатирование контакта между частицами, сопровождающееся удалением более мелких фракций с переходом к взаимодействию между частицами в виде практически чистого трения с зацеплением и проявлени-

Таблица 1

Гранулометрический состав исследованных групп шламов

Наименование группы фракционного состава шлама	Интервал изменения размеров частиц шлама (от...до), мм						
	0,5...1	1...2	2...3	4...6	6...8	8...10	Свыше 10
	Состав исследованных фракционных групп шламов, %						
I	10	10	20	20	20	10	10
II	15	25	10	-	10	25	15
III	15	35	-	-	-	30	20

ем сил физической, а в отдельных случаях и химической природы.

На рис. 1 представлены графики вида $\varphi = f(T_\varphi)$, полученные на основании изучения образцов шламовых скоплений, отобранных через равные промежутки времени.

Из рис. 1 видна четкая зависимость направленности процесса шламонакопления от гранулометрического состава продуктов разрушения. Полизернистый состав шлама обеспечивает кавернозным скоплениям достижение с течением времени практически предельного значения угла откоса φ . По мере исключения из состава средних фракций и увеличения содержания мелких интенсивность роста угла φ значительно снижается и практически стабилизируется, что выражается в колебании значений φ вокруг некоторого среднего значения и достаточно незначительном росте в течение продолжительных временных интервалов, но вместе с тем нежелательно увеличивается прочность шламовых скоплений, что требует дополнительных затрат времени на их разрушение и удаление.

Таким образом, мелкие фракции выступают своеобразным кольматантом, препятствующим удалению глинистой прослойки с более крупных частиц шлама и тем самым обеспечивают в некоторой степени пластичный контакт между отдельными агрегатами, способствующий их скольжению друг относительно друга, что в конечном итоге замедляет процесс формирования кавернозных отложений с предельными значениями угла φ [6]. В тоже время средние фракции являются своеобразным абразивным материалом, обнажающим контактные поверхности и позволяющим им достаточную прочность физического взаимодействия. На рис. 2 приведены фотографии образцов шламовых скоплений, подтверждающие приведенные сведения.

В результате стендовых исследований установлена связь между коэффициентом кавернозности K и углом откоса шламовых скоплений φ , для различных групп зернового состава, что иллюстрирует рис. 3.

Анализ представленных графиков (рис. 3) позволяет сделать следующий вывод: с увеличением диаметральных

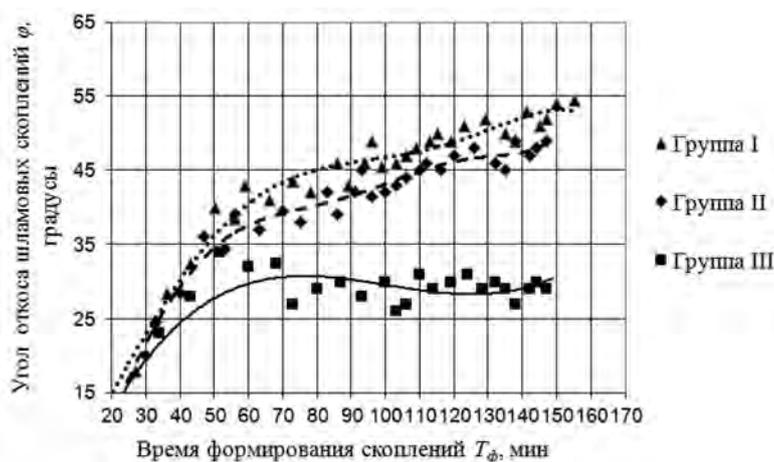


Рис. 1. Зависимость между временем формирования скоплений T_φ и углом откоса φ для различных фракционных групп шлама

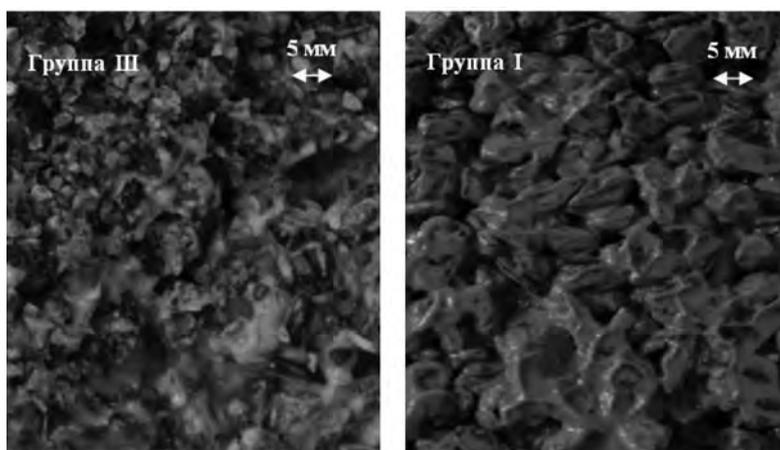


Рис. 2. Образцы шламовых скоплений, отобранных из модельной кавернозной зоны скважины

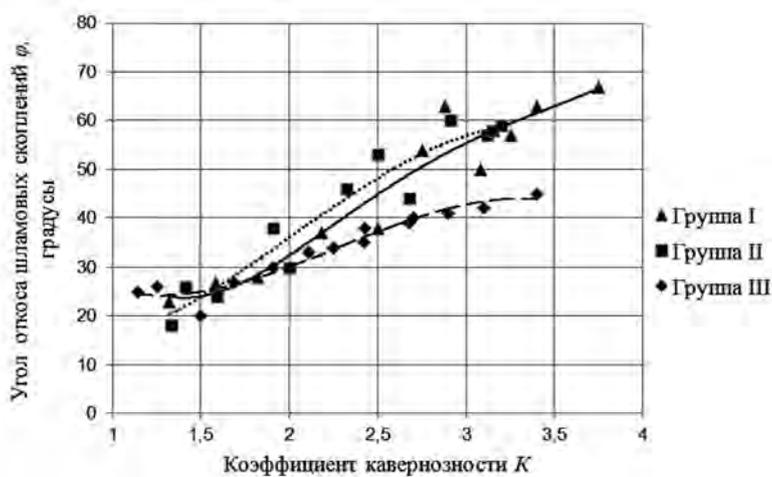


Рис. 3. Зависимость между коэффициентом кавернозности K и углом откоса φ для различных фракционных групп шламов

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

размеров кавернозных интервалов растут достигаемые значения угла откоса φ , при сохранении общей тенденции, отмеченной выше, в отношении влияния на результаты процесса шламонакопления гранулометрического состава продуктов разрушения. Фотографии образцов шламовых скоплений всех групп исследуемых фракционных составов, сформированных в течении $T_\varphi = 150$ мин, представленные на рис. 4, иллюстрируют характер зависимостей, показанных на рис. 3.

Следующим этапом исследований было установление степени влияния минералогической характеристики активной фазы очистных агентов на результаты процесса шламонакопления на примере каолиновой глины, как одной из основных составляющих так называемых местных глин, к применению которых нередко обращаются в практике буровых работ [7].

Зависимости, изображенные на рис. 5, являются результатом исследования влияния введения в состав очистных агентов каолиновой глины (в различных процентных соотношениях) на шламонакопление в кавернах. Для наглядности полученных результатов там же представлены фотографии образцов сформированных шламовых скоплений.

Из представленных на рис. 5 данных видна достаточно четкая зависимость результатов

шламонакопления от минералогического состава глинистых порошков, а именно – чем ниже качество применяемых материалов, тем выше значения, достигаемые параметром φ , и меньше период формирования скоплений; следует также отметить, что с введением в состав бурового раствора гидрослюдистых или иллитовых глин характер указанного процесса сохраняется.

Полученные в результате проведенных исследований данные позволят прогнозировать результаты шламонакопления в кавернозных зонах, а следовательно, разрабатывать и корректировать выходные технологические характеристики устройства по подготовке ствола скважины к креплению и тампонированию, основными из которых являются частота его вращения и период обработки осложненного интервала.

В отношении технологии бурения следует отметить, что эффективным приемом в направлении снижения интенсивности шламонакопления является проектирование рациональной программы очистки скважины от продуктов разрушения, не допускающей неоправданное дополнительное переизмельчение уже отделенной от забоя породы. Кроме того, в породах, склонных к кавернообразованию, следует избегать применения буровых растворов, приготовленных на основе глинопорошков низкого качества.

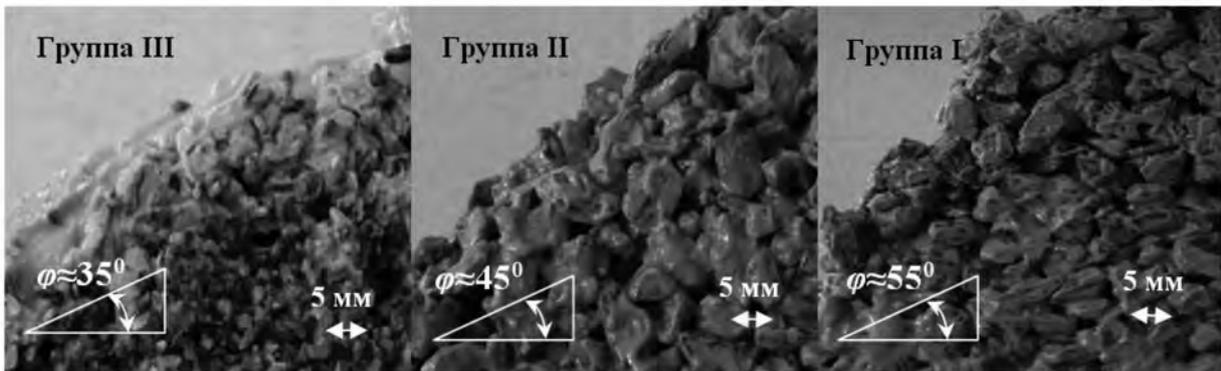


Рис. 4. Образцы шламовых скоплений, сформированных в модельной кавернозной зоне скважины

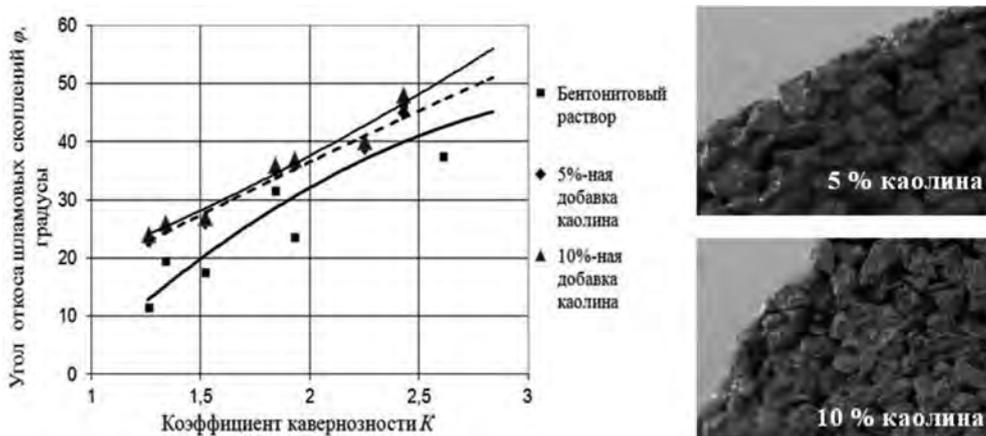


Рис. 5. Влияние каолиновой составляющей на результаты процесса шламонакопления

Достижение высоких показателей строительства скважин возможно только при проведении соответствующих мероприятий по подготовке ствола к креплению, и прежде всего, обработки кавернозных зон.

Выводы

1. Показана взаимосвязь между размерами кавернозных интервалов и объемом образующихся в них шламовых скоплений, интегральной характеристикой которого является величина угла откоса φ .

2. Лабораторным исследованием установлено влияние гранулометрического состава продуктов разрушения и сопутствующих процессу очистки скважины факторов на результаты шламонакопления с установлением главенствующих параметров.

Библиографический список / References

1. Пат. на вин. України 90541. Пристрій для обробки стовбура свердловини; E21B 37/02 / О. М. Давиденко, А. О. Ігнатів, В. В. Яцик. – № а 2008 05093; Заявл. 21.04.2008; Опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9. – 2 с.

Pat. na vyn. Ukrainy 90541. Prystrii dlia obrobky stovbura sverdlovyny [A device for processing borehole]; E21B 37/02 / О. М. Davydenko, А. О. Ighnatov, V. V. Yatsyk. – No. a 2008 05093; Zaiavl. 21.04.2008; Opubl. 11.05.2010, Biul. No. 9. – 2 p.

2. Довідник з нафтогазової справи / за заг. ред. В. С. Бойка, Р. М. Кіндрата, Р. С. Яремійчука]. – Львів: Івано-Франківський держ. техн. ун-т нафти і газу, 1996. – 619 с.

Dovidnyk z naftohazovoi spravy [Handbook oil and gas engineering] [pid zah. red. V.S. Boika, R.M. Kindrata, R.S. Yaremiichuka]. Lviv, Ivano-Frankivskiyi derzh. tekhn. un-t nafty i hazu, 1996. 619 p.

3. Rabia H. Well Engineering and Constructions, 2002. Entrac Consulting.

4. Будников В. Ф. Проблемы механики бурения и заканчивания скважин / В. Ф. Будников, А. И. Булатов, П. Г. Макаренко. – М.: Недра. 1996. – 496 с.

Budnikov V. F., Bulatov A. I., Makarenko P. G. Problemy mekhaniki bureniya i zakanchivaniya skvazhin [Problems of drilling and completion bore hole]. Moscow, Nedra. 1996. 496 p.

5. Кушнаренко Н. А. Оценка степени очистки забоя бурящихся скважин на основе гранулометрии бурового шлама / Н. А. Кушнаренко, Г. Г. Габузов // Промывка скважин: Сб. научн. тр. ВНИИКРнефть. – Краснодар: 1980. – № 18. – С. 8–11.

Kushnarenko N. A., Gabuzov G. G. Otsenka stepeni ochistki zaboya buryashchikhsya skvazhin na

osnove granulometrii burovogo shlama [Assessment of bottom cleaning of bore hole being drilled based on particle size mud]. Promyvka skvazhin. Krasnodar, 1980, no. 18, pp. 8-11.

6. Игнатов А. А. Изучение распределения скоростей и усилий при работе устройства по обработке ствола скважины в кавернозной зоне / А. А. Игнатов // Матер. міжнар. конф. «Форум гірників – 2015». – Д.: РВК НГУ, 2015. – С. 109–113.

Ighnatov A. A. Izuchenie raspredeleniya skorostey i usiliy pri rabote ustroystva po obrabotke stvola skvazhini v kavernozhnoy zone [Studying the distribution of velocities and force when using the processing device in the bore hole vuggy zone]. Mater. mizhnar. konf. "Forum girnikiv-2015". D., RVK NGU, 2015. Pp. 109-113.

7. Булатов А. И. Гидромеханика углубления и цементирования скважин / А. И. Булатов, Г. Г. Габузов, П. П. Макаренко. – М.: Недра, 1999. – 438 с.

Bulatov A. I., Gabuzov G. G., Makarenko P. P. Gidromekhanika uglubleniya i tsementirovaniya skvazhin [Fluid deepening and cementing bore hole]. Moscow, Nedra, 1999. 438 p.

8. Басарыгин Ю. М. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 632 с.

Basarygin Yu. M., Bulatov A. I., Proselkov Yu. M. Burenie neftyanykh i gazovykh skvazhin [Drilling oil and gas bore hole]. Moscow, Nedra-Biznestsentr LTD, 2002. 632 p.

Purpose. Substantiating technological parameters of the device for processing vuggy zone in the bore hole, based on the obtained dependences describing formation and withdrawal of clay-mud agglomerates and their influence on the results of plugging bore holes.

Methodology. Bench simulation and integrated control of the formation process of clay-mud agglomerates and their influence on technological indicators of well construction.

Findings. Reasons for the phenomenon of bore hole plugging are analyzed. It is shown that boring works efficiency is directly related to the quality of carrying out operations on bore hole casing. The features of properties of clay-mud accumulations formed are considered in the vuggy zone of bore hole. The results of researches influence of different factors are described on the indexes of clay-mud formations in vuggy zone of bore hole. Further areas of research into perfecting the technology of bore holes' casing have been identified.

Originality. The quality of works on casing and plugging implementing the device for processing the bore hole is determined by the reduction of the sludge agglomerate slope angle in proportion to vugg thickness.

Practical value. The results obtained by theoretical and laboratory research can be applied for developing effective technology of casing and plugging the bore

holes with high technical and economic indexes. The data received as the result of the study of sludge accumulation in vuggs form the basis for the development of the rational mode parameters for the process of drilling bore holes.

Key words: Bore hole, cavity, clay-mud accumulations, device for processing, clay, drilling mud.

Поступила 19.04.2016



УДК 622.271.33:624.131.543

Наука

А. С. Ковров /к. т. н./

ГБУЗ «Национальный горный университет»

Оценка сейсмических воздействий на устойчивость откосов насыпного массива

O. S. Kovrov /Cand. Sci. (Tech.)/

National Mining University

Assessment of seismic influence on the slope stability of filled-up rock mass

Цель. Комплексная оценка устойчивости откосов насыпи под ленточные конвейеры участка циклично-поточной технологии (ЦПТ) скальных пород вскрыши Первомайского карьера ПАО «Северный ГОК» для обоснования эффективных противооползневых мероприятий.

Методика. Для исследования геомеханической устойчивости насыпного массива и откосов путепровода ЦПТ использованы следующие методы: гидрогеологический анализ, визуальные наблюдения за особенностями объекта; фотосъемка; численное моделирование устойчивости откосов насыпи в программе конечно-элементного анализа Phase2.

Результаты. Расчет устойчивости откосов насыпи для открытой галереи ленточных конвейеров, основания тела насыпи и откосов борта карьера показал, что устойчивость насыпного массива обусловлена комплексным воздействием геологических, гидрогеологических и техногенных факторов. Геометрические параметры сооружения ЦПТ, физико-механические свойства пород насыпи и сейсмические воздействия играют ключевую роль в обеспечении стабильной эксплуатации объекта и его устойчивости. Выполнено численное моделирование различных вариантов укрепления откосов насыпи, при этом наиболее эффективными способами являются разнообразные по форме пригрузки и удерживающие упорные призмы из скальных пород.

Научная новизна. Определены коэффициенты запаса устойчивости (КЗУ) насыпного массива и откосов насыпи по профилям с учетом физико-механических свойств сложноструктурного насыпного массива, его обводненности, нагрузок горнотранспортного оборудования и сейсмических воздействий. Выявлены участки породного массива наиболее подверженные геомеханическим деформациям и смещениям.

Практическая значимость. На основании результатов моделирования разработаны противооползневые мероприятия для обеспечения стабильной эксплуатации комплекса ЦПТ, обеспечивающие устойчивость откосов насыпи и борта карьера. (Ил. 4. Табл. 2. Библиогр.: 8 назв.)

Ключевые слова: циклично-поточная технология (ЦПТ), устойчивость откосов карьеров, устойчивость насыпных массивов, оползень, обводнение массива пород, сейсмические воздействия, коэффициент запаса устойчивости, критерий прочности Кулона – Мора.

Актуальность работы. Использование пустых пород на карьерах для сооружения разнообразных по форме и назначению насыпных массивов является неотъемлемой частью технологии открытых горных работ.

При применении циклично-поточной технологии (ЦПТ) с расположением конвейера по

борту карьера наклонную траншею располагают как на ненарушенном массиве горных пород, так и на насыпном массиве, представленном разрушенными скальными породами.

Создание подобных насыпных массивов, которые, по сути, являются дисперсными и несвязными, требует постоянного геомеханического