ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ

Бурмистров К.В.¹, Головей С.И.¹, Крутикова А.В.¹, Даутбаев З.Р.¹

¹Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия

Аннотация

Одним из самых перспективных видов транспорта для глубоких высокопроизводительных карьеров на ближайшую перспективу будет оставаться конвейерный транспорт. Это обусловлено его основными преимуществами, такими как высокая производительность, относительно низкие затраты на транспортирование горной массы, большие углы подъёма горной массы и др. Современные конвейерные подъёмники способны транспортировать горную массу с различными физико-механическими характеристиками – от мягких до скальных пород, под углами наклона до 90 град. Применительно к условиям открытых горных работ и транспортирования горной массы на поверхность, конвейеры устанавливаются под углами от 16 град. до угла, равного углу откоса нерабочего борта карьера. При этом размещение конвейера осуществляется на нерабочем или временно-нерабочем борту карьера в крутой траншее или на опорах, смонтированных на предохранительных берегах скальных и полускальных пород. Такая эксплуатация конвейеров не подходит для сложных горно-геологических условий, когда борта карьера сложены неустойчивыми породами. В работе представлены исследования по оценке возможности установки конвейерного подъёмника на свайный фундамент в сложных горно-геологических условиях карьера.

Ключевые слова: карьер, реконструкция, проектный контур, конвейер, конвейерный подъёмник, свайный фундамент, транспорт, циклично-поточная технология, эффективность, руда, горная масса, экономическая эффективность.

Введение

Исследования выполнялись на примере Качарского карьера Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного объединения (ССГПО), который относится к глубоким высокопроизводительным карьерам и характеризуется достаточно сложными горно-геологическими условиями разработки.

В соответствии с проектом «Реконструкция Качарского карьера с вовлечением в отработку Южного участка месторождения», производительность карьера по руде достигает 23 млн т в год. Согласно проекта, в контур карьера включены эксплуатационные запасы в количестве 901.7 млн т первичных и окисленных руд со средним содержанием железа в добытой руде 37.3%, в том числе на Северном участке 655.5 млн т руды (Fe 36.1 %), на Южном – 246.2 млн т (Fe 40.7%). Стабильный период функционирования Качарского карьера с проектной производительностью по руде 23 млн т в год сохраняется в течение 27 лет.

Актуальность проблемы, постановка задачи исследования

В настоящее время глубина Качарского карьера составляет 438 м. Проектная глубина карьера на конец отработки составит 670 м. В связи с ростом производительности предприятия и перехода карьера в категорию глубоких, эффективность эксплуатации

железнодорожного и автомобильного транспорта в настоящее время существенно снижается. Это связано с увеличением расстояния транспортирования горной массы из карьера и соответствующим ростом затрат на транспортировку. Эффективным решением в данных условиях является ввод энергоэффективного транспорта, например конвейерного [17, 18, 21]. Данное решение было предусмотрено в проекте реконструкции карьера. Переход на циклично-поточную технологию позволяет сократить грузовую работу автосамосвалов путём уменьшения плеча откатки горной массы с глубоких горизонтов карьера, а также уменьшить объёмы перевозок железнодорожным транспортом, вплоть до полного отказа от его использования.

В соответствии с горнотехническими условиями разработки месторождения и расположением поверхностных сооружений, конвейер предполагается размещать на юго-западном борту карьера. При выборе места размещения подъёмника учитывалась необходимая динамика развития рабочей зоны, позволяющая осуществлять добычу в соответствии с принятым календарным планом работ, а также безопасность эксплуатации конвейерного транспорта [14, 15, 19, 20].

Горно-геологические условия месторождения характеризуются тем, что верхние слои бортов карьера сложены рыхлыми слабоустойчивыми породами. Отдельные горизонты сложены чеганскими и аргиллитоподобными глинами. Вскрышные скальные породы горизонтов +30 м ÷ -150 м сильно трещиноватые и выветрелые в различной степени; горизонт +183 м представлен суглинками, глинами песчанистыми, с

© Бурмистров К.В., Головей С.И., Крутикова А.В., Даутбаев З.Р., 2016.

прослоями мелкозернистого кварцевого песка, песками кварцевыми, мелкозернистыми, глинистыми; горизонты +170 м, +157 м представлены глинами листоватыми, оливково-зелёного и зеленовато-серого цвета, пластичными, с тонкими прослоями тонкозернистого слюдисто-кварцевого песка; горизонт +69 м (Юго-Восточный борт) характеризуется наличием в откосе слабообводнённого косослоистого песка, что совместно с действием дождевых и паводковых вод послужило причиной оползня. Наличие в откосе слабообводнённого туронского песка на горизонте +45 м (Юго-Восточный борт карьера) вызвало оплывание нижней части уступа.

Вследствие сложного горно-геологического строения месторождения, в карьере наблюдаются оползневые явления, обрушения уступов, образование заколов вдоль Северо-Западного борта под воздействием внешнего давления и паводковых, ливневых вод.

Нарушения происходят, в основном, на верхних горизонтах, в рыхлой толще. Причиной служат обильные дожди (скопление воды на горизонтах и фильтрация в откос), а также наличие в верхней, либо в нижней части уступа, обводнённых песков.

Визуальным обследованием фактического состояния бортов, проведённым специалистами предприятия и представителями проектной организации, было выявлено следующее [16]:

- уступы Западного борта, поставленного в конечное положение ещё в период строительства карьера, находились в неудовлетворительном состоянии, подвержены многочисленным обрушениям и оползням, которые в отдельных местах привели к сдвиганию уступов и трещинам вдоль северо-западной части борта карьера;
- на заоткошенных участках горизонта +183 м Южного борта, в местах выхода линз олигоценых песков, наблюдаются оползневые явления, имеющие тенденцию к своему развитию;
- на горизонте +183 м восточной траншеи отмечены оползни и наличие воды, растекающейся по горизонту;
- в верхней трети горизонта +170 м Южного борта в местах прослоев тонкозернистых песков наблюдается увлажнение откоса;
- все откосы в той или иной степени испытывают влияние ливневых и паводковых вод, под воздействием которых образовались промоины, способствующие переувлажнению уступов.

Процессы переувлажнения уступов и постоянной угрозы деформаций проявляются не только на верхних уступах карьера.

В таких сложных горно-геологических условиях предполагалось строительство конвейерного подъёмника. Так как в проекте было предусмотрено строительство конвейера на Юго-Западном борту, в настоящее время часть уступов на данном участке поставлена в предельное положение, на борту карьера была пройдена большая часть крутой траншеи, предназначенной для размещения конвейера и на предприятии приступили к закреплению её основания путём бето-

нирования. Однако, после начала бетонирования крутой траншеи на Юго-Западном борту появились новые трещины, характеризующие начало новых деформаций борта. В таких условиях строительство конвейерного подъёмника в крутой траншее на данном борту карьера стало практически невозможным. Мероприятия по обеспечению устойчивости бортов и уступов карьера, которые проводились на предприятии, не дали положительного эффекта.

В настоящей работе были проведены исследования по оценке возможности установки конвейерного подъёмника на свайный фундамент в сложных горно-геологических условиях карьера. Это позволит избежать развития деформаций от строительства и эксплуатации конвейерного подъёмника, а также снизить обратное влияние деформаций на подъёмник путём точечного приложения нагрузки на отдельные устойчивые участки борта карьера.

Методы и методика исследования

В ходе исследований в первую очередь была рассмотрена возможность строительства конвейера на другом борту карьера. Анализ современного состояния горных работ позволил установить следующие причины, препятствующие размещению конвейера на другом борту:

- расположение транспортных коммуникаций железнодорожного транспорта на бортах карьера;
- наличие перегрузочных и отдельных пунктов на бортах карьера;
- расположение поверхностных транспортных коммуникаций и объектов окончания грузопотоков на значительном удалении, т.е. увеличением расстояния транспортирования по поверхности;
- участки борта находятся в рабочем положении, что препятствует вводу конвейера на необходимую глубину.

Вышеуказанные обстоятельства указывают на отсутствие в настоящее время альтернативы решению по размещению подъёмника на Юго-Западном борту. Было решено сместить конвейерный подъёмник в сторону от образовавшихся трещин и изменить способ его строительства на борту (рис. 1).

Строительство конвейера на свайном фундаменте при реконструкции Качарского карьера уменьшает объёмы горно-капитальных работ, позволяет поставить все уступы в конечное положение, откорректировать контур карьера на конец отработки с вовлечением в добычу дополнительных объёмов полезного ископаемого.

В ходе исследований был проведён горно-геометрический анализ по месторождению с целью уточнения объёмов выемки горной массы по годам отработки при рекомендуемой схеме размещения конвейера, проведена оценка изменения текущего коэффициента вскрыши по годам эксплуатации, выполнены исследования по выбору типа и конструкции свайного фундамента под конвейерный подъёмник.

Рис. 1. Схема расположения конвейерного подъемника на борту Качарского карьера ССГПО
 а) проектный вариант размещения конвейерного подъемника
 б) предлагаемый вариант размещения конвейера на Юго-Западном борту карьера, с применением свайного основания

Эксперименты и их результаты

Предлагаемая в работе технологическая схема влияет на конструкцию нерабочего борта, а соответственно и на динамику развития рабочей зоны. Поэтому был выполнен горно-геометрический анализ по оценке изменения объемов добычи полезного ископаемого и выемки вскрышных пород по существующему варианту проекта для ССГПО и предлагаемому варианту. Результаты горно-геометрического анализа представлены на рис. 2.

Результаты выполненного горно-геометрического анализа показали, что предлагаемый вариант размещения конвейерного подъемника оказывается более выгодным и по горнотехническим условиям, так как в

разработку вовлекаются участки карьера, на которых предполагалось размещение перегрузочных пунктов конвейера, что позволяет добыть дополнительные объемы руды без увеличения производительности по вскрытию.

С целью обеспечения устойчивости конструкции конвейерного подъемника, предотвращения появления новых признаков оползневых явлений, обеспечения безопасных условий эксплуатации и сокращения затрат на транспортирование горной массы, рассмотрена возможность строительства конвейерного подъемника на свайном фундаменте.

Расчет свай производится на вдавливающую нагрузку в соответствии с рекомендациями [2-4, 13]. В расчетах учитывалось совместное действие верти-

кальной и горизонтальной сил и момента при установке конвейерной линии, а также сейсмического воздействия на сваю при производстве буровзрывных работ на карьере. При расчете одиночных свай на совместное действие вертикальной и горизонтальной сил и момента, расчеты проводились в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3. Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса «Лира».

Принятый вариант размещения конвейера на борту, помимо своей основной функции, позволяет повысить устойчивость уступов в результате укрепления их свайными конструкциями [1].

Рис. 2. График зависимости объемов вскрыши и полезного ископаемого по горизонтам карьера

Рис. 3. Схема нагрузок на сваю

Реализация предлагаемого варианта размещения конвейера приведёт к изменению распределения грузопотоков в карьере. На **рис. 4** показана схема транспортирования горной массы в соответствии с проектом ССГПО, а на **рис.5** – по предлагаемому варианту распределения грузопотоков.

В предлагаемом варианте предусмотрено следующее развитие грузопотоков. В 2029 году объем разрабатываемой горной массы остаётся на уровне 138

млн т. Руда в объёме 20.1 млн т автотранспортом доставляется от забоя к приёмным бункерам рудного дробильного конвейерного комплекса, расположенного на горизонте -90 м, далее конвейером поднимается на поверхность на станцию «Бункерная», где перегружается на железнодорожный транспорт и через станцию «Перегрузочная-2» вывозится на подстанцию «Рудная». Остальные объёмы (2.9 млн т) автотранспортом транспортируются до перегрузочного склада на горизонте +30 м, далее – на станцию +97 м, затем – на подстанцию «Рудная».

Скальная порода в объёме 40 млн т транспортируется от забоя автосамосвалами к приёмным бункерам породного дробильно-конвейерного комплекса, расположенного на горизонте -90 м, далее конвейером поднимается на поверхность и складывается на отвале с использованием конвейерного отвалообразователя. Оставшаяся скальная порода в объёме 13.9 млн т транспортируется автотранспортом до перегрузочного склада на горизонте +30 м, откуда железнодорожным транспортом – в отвал, а 2.1 млн т скальной вскрыши транспортируется с перегрузочного склада на горизонте +45 м железнодорожным транспортом и часть рыхлой вскрыши с нижних горизонтов карьера в объёме 7.2 млн т автосамосвалами доставляется к перегрузочным складам, расположенным на горизонтах 30 м и 45 м. Далее железнодорожным транспортом вывозится в отвалы.

Для обеспечения максимальной производительности экскаваторов на перегрузочных складах к 2018 г. строятся новые посты: пост «30 м» в районе перегрузочного склада скальной породы и пост «45 м» перед складом рыхлой породы. Оставшаяся порода вывозится из забоя непосредственно железнодорожным транспортом через пост «183 м».

Рис. 4. Схема транспортирования горной массы в соответствии с проектом (существующий вариант)

Рис. 5. Схема транспортирования горной массы по предлагаемому варианту

Результаты экспериментов

Расчёт экономической эффективности реализации результатов исследований производился путём сравнения двух вариантов транспортирования горной массы:

- автомобильно-железнодорожным – вариант был бы реализован при невозможности размещения конвейера по существующему проекту;
- автомобильно-конвейерным транспортом по предлагаемому варианту.

Затраты на транспортирование одного кубическо-го метра горной массы при эксплуатации автомо-бильно-железнодорожного транспорта составляют 77.8 тенге, автомобильно-конвейерным транспортом – 41 тенге. Реализация циклично-поточной технологии позволит существенно сократить эксплуатационные затраты на транспортирование на Качарском карьере. Также был произведён расчёт капитальных затрат для варианта размещения конвейера в крутой траншее (проектный вариант) и расположения его на свайном фундаменте. Затраты на строительство свай составля-ет 7804.9 тыс. тенге, а затраты на горно-капитальные работы при формировании крутой траншеи составят 14713.4 млн тенге. Таким образом, можно сделать вы-вод, что строительство конвейерного транспорта на свайном фундаменте выгоднее и по капитальным вложениям и по эксплуатационным затратам.

Заключение

Свайные фундаменты получили достаточно широкое применение в гражданском строительстве для формирования фундаментов в неустойчивых породах.

В исследованиях была рассмотрена возможность и целесообразность их использования для строительства конвейерного подъёмника в сложных горно-геологических условиях карьера.

Список литературы

1. Работа А.Э., Смирнов В.А., Дмитриев Д.В., Никулин М.В., Минин Ю.Я., Работя Э.Н., Гончаров Е.В., Баранов В.С., Шванкин М.В. Способ укрепления оползнеопасных бортов карьеров // Патент России №02449088. 2012. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2449088.html>
2. Бельный С.Б., Дикман Л.Г., Косоруков И.И. Проектирование и устройство свайных фундаментов. М.: Высшая школа, 1983. 328 с.
3. Козаков Ю.Н., Буланкин Н.Ф. О точности расчёта несущей способности забивных свай в просадочных грунтах // Проектирование и строительство в Сибири. 2009. №3. С. 14-15.
4. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. 1985. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001183>
5. Грутман М.С. Свайные фундаменты. Киев: Будівельник. 1969. 193 с.
6. Буланкин Н.Ф., Король В.А. Способ устройства буронабивной сваи и расширитель скважины для его осуществления // Патент России №2377366. 2009. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2377366>
7. Машкевич Р.И. Проектирование ленточных конвейеров. М.: Недра, 1984. 100 с.
8. Тарасов И.П. Ленточный конвейер. М.: МГИ, 1983 г., 180 с.
9. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. М.: Машиностроение, 1973. 360 с.
10. Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. М.: Машиностроение, 1987. 432 с.
11. Берлинов М.В., Ягулов Б.А. Расчеты оснований и фундаментов. М.: Лань, 2011. 270 с.
12. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1968. 504 с.
13. СП 24.13330-2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. 2011. 86 с. Режим доступа: fire-consult.ru/wp-content/catalog-files/sp_24.13330.2011.pdf
14. Kolga A.D., Rakhmangulov A.N., Osintsev N.A., Sladkowski A.V., Stolpovskikh I.N. Robotic transport complex of automotive vehicles for handling of rock mass at the process of open cast // Transport Problems. 2015, vol.10, no.2, pp. 109-116.
15. Осинцев Н.А. Безопасность транспортно-технологических процессов открытых горных работ: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2010. 115 с.

16. Проект Реконструкции Качарского карьера с вовлечением в отработку южного участка месторождения, ОАО «Гипроруда», г. Санкт-Петербург, архивный №51123.
17. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Томила Н.Г. Классификация технологических схем вскрытия глубоких горизонтов с применением крутонаклонных подъемников при комбинированном способе разработки месторождений // Известия вузов. Горный журнал. 2013. №7. С. 9-15.
18. Гавришев С.Е., Калмыков В.Н., Бурмистров К.В., Томила Н.Г., Заляднов В.Ю. Оценка эффективности схем вскрытия законтурных запасов с применением карьерных подъемников // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 8-12.
19. Бурмистров К.В., Гавришев С.Е. Повышение эффективности разра-
- ботки рудных месторождений на основе интенсификации горных работ на участках карьера. Магнитогорск: Из-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2005. 10 с.
20. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Колонюк А.А. Интенсивность формирования рабочей зоны глубоких карьеров. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 189 с.
21. Кольга А.Д., Москвина Е.В. Повышение экологичности использования карьерных автосамосвалов в составе автопоездов на открытых горных работах // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. Т.6. №1. С. 55-57.

Материал поступил в редакцию 08.08.16

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

THE STUDY ON APPLICATIONS OF CONVEYOR TRANSPORT IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS OF DEEP HIGH PERFORMANCE QUARRIES

Burmistrov Konstantin Vladimirovich – Ph.D. (Eng.), Associate Professor

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-9028-68-20-87. E-mail: k.burmistrov@magtu.ru

Golovey Stanislav Igorevich – Student

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-9615-75-33-83. E-mail: gm_si@mail.ru

Krutikova Anna Vladimirovna – Undergraduate Student

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-9030-90-56-03. E-mail: v-353@mail.ru

Dautbaev Zagir Rimovich – Student

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-9273-08-83-02. E-mail: dautbaev94@mail.ru

Abstract

The conveyor transport will remain as one of the most perspective types of transport for high-performance deep quarries in the near future. This is due to its main advantages, such as high efficiency, relatively low cost of transportation of the rock mass, large-angle lifting the rock mass, and others. The modern inclined conveyors could convey the rock mass with different physical and mechanical properties from soft to roach rock with designed rake angle up to 90 degrees. From the perspective of open-pit mining and conveyance of the mined rock on the surface, conveyors are established from 16 degrees to the angle equaled to gradient of slope of spoil bank. At the same time, the placement of conveyor is implemented on spoil bank in a steep trench or foot pieces, mounted on the safety berms of rock and half-rock solids. However, such conditions conveyors accommodation is not suitable for complex geological conditions when the quarry side stacked unstable rocks. The paper presents the study on evaluating the possibility of establishing conveyor lift in complex mining and geological conditions of quarry.

Keywords: quarry, reconstruction, project outline, conveyor, conveyor lift, pile foundation, transport, cyclic-flow technology, efficiency, ore, rock mass, cost-effectiveness.

References

1. Rabota A.E., Smirnov V.A., Dmitriev D.V., Nikulin M.V., Minin Yu.Ya., Rabota E.N., Goncharov E.V., Baranov V.S., Shvankin M.V. Sposob ukrepleniya opolzneopasnykh bortov karerov [A method to strengthen landslide of open-pit side]. Patent Rossii №02449088 [Russian Patent №02449088]. 2012. (In Russ.) Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2449088.html>
2. Belenkiy S.B., Dikman L.G., Kosorukov I.I. Proektirovaniye i ustroystvo svaynykh fundamentov [Design and construction of pile foundations]. Moscow: Vysshaya shkola, 1983. 328 p. (In Russ.)
3. Kozakov Yu.N., Bulankin N.F. O tochnosti raschyota nesushchey sposobnosti zabivnykh svay v prosadochnykh gruntah // Proektirovaniye i stroitelstvo v Sibiri [Projecting and construction in Siberia]. 2009. no. 3, pp. 14-15. (In Russ.)
4. Stroitelnyye normy i pravila 2.02.03-85. Swaynyye fundamenty [Construction norms and regulations 2.02.03-85. Pile foundations] (In Russ.) Available at: <http://docs.cntd.ru/document/871001183>
5. Grutman M.S. Swaynyye fundamenty [Pile foundations]. Kiev: Budivelnik, 1969. 193 p. (In Russ.)
6. Bulankin N.F., Korol V.A. Sposob ustroystva buronabivnoy svai i rasshiritel skvazhiny dlya ego osushchestvleniya [The way of device for bored piles, and the extender of wells for its implementation]. Patent Rossii №2377366 [Russian Patent №2377366]. 2012. (In Russ.) Available at: <http://www.freepatent.ru/patents/2377366>
7. Mashkevich R. I. Proektirovaniye lentochnykh konveyerov [Design of belt conveyors]. Moscow: Nedra, 1984. 100 p. (In Russ.)
8. Tarasov I.P. Lentochnyy konveyer [Belt conveyor]. Moscow: MGI, 1983. 180 p. (In Russ.)
9. Aleksandrov M.P. Pod'emno-transportnyye mashiny [Handling equipment]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1973. 360 p. (In Russ.)
10. Kolobov L.N. Mashiny nepreryvnogo transporta [Machines for stream-flow transportation]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1987. 432 p. (In Russ.)
11. Berlinov M.V., Yagupov B.A. Raschetnyye osnovaniya i fundamenty [The calculation of bases and foundations]. Moscow: Lan, 2011. 270 p. (In Russ.)
12. Spivakovskiy A.O., Dyachkov V.K. Transportiruyushchiye mashiny [Transporting machines]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1968. 504 p. (In Russ.)
13. Stroitelnyye pravila 24.13330-2011. Swaynyye fundamenty. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIP 2.02.03-85. [Construction regulations 24.13330-2011. Pile foundations. Actualized version SNIP 2.02.03-85] (In Russ.) Available at: fire-consult.ru/wp-content/catalog-files/sp_24.13330.2011.pdf
14. Kolga A.D., Rakhmangulov A.N., Osintsev N.A., Sladkowski A.V., Stolpovskikh I.N. Robotic transport complex of automotive vehicles for handling of rock mass at the process of open cast // Transport Problems. 2015, vol.10, no.2, pp. 109-116.
15. Osintsev N.A. Bezopasnost transportno-tehnologicheskikh protsessov otкрыtykh gornykh rabot: monografiya [Safety of transport and technological processes of open-pit mining]. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tehn. un-ta im. G.I. Nosova, 2010. 115 p. (In Russ.)
16. Proekt Rekonstruktsii Kacharskogo karera s vovlecheniem v otrabotku yuzhnogo uchastka mestorozhdeniya [The project of Reconstruction of Kachar open pit mine quarry with involvement in the refinement of the southern section of the field works]. Saint Petersburg: ОАО «Гипроруда», архивный №51123.
17. Gavrishov S.E., Burmistrov K.V., Tomilina N.G. Klassifikatsiya tekhnologicheskikh shem vskryitiya glubokikh gorizontov s primeneniem krutona-klonnykh pod'emnikov pri kombinirovannom sposobе razrabotki mestorozhdeniy [Classification of technological schemes for the dissection of deep horizons with the use of steeply inclined lifts for the combined method of field development] // Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal]. 2013. no. 7, pp. 9-15. (In Russ.)
18. Gavrishov S.E., Kalmykov V.N., Burmistrov K.V., Tomilina N.G., Zalyadnov V.Yu. Otsenka effektivnosti shem vskryitiya zakonturnykh zapasov s primeneniem karernykh pod'emnikov [Evaluation of the effectiveness of the schemes opening edge of inventories with the use of career lifts] // B Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no.1, pp. 8-12. (In Russ.)
19. Burmistrov K.V., Gavrishov S.E. Povysheniye effektivnosti razrabotki rudnykh mestorozhdeniy na osnove intensivatsii gornykh rabot na uchastkakh karera [Improving the efficiency of development of ore deposits on the basis of intensification of mining operations on the quarry sites]. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tehn. un-ta im. G.I. Nosova, 2005. 10 p. (In Russ.)
20. Gavrishov S.E., Burmistrov K.V., Kolonyuk A.A. Intensivnost formirovaniya

rabochey zonyi glubokih karerov [The intensity of the formation of the working area of the deep pits]. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tehn. un-ta im. G.I. Nosova, 2012, 189 p. (In Russ.)

21. Kolga A.D., Moskovka E.V. Povyishenie ekologichnosti ispolzovaniya karenyih avtosamosvalov v sostave avtopoezdov na otkrytyih gornyih rabotah [Increase in environmentally friendly use of mining dump trucks in

the composition of trucks in open-pit mining] // *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii* [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2016, vol. 6, no.1, pp. 55-57. (In Russ.)

Received 08/08/16

Бурмистров К.В., Головей С.И., Крутикова А.В., Даутбаев З.Р. Исследование возможности применения конвейерного транспорта в сложных горно-геологических условиях глубоких высокопроизводительных карьеров // *Современные проблемы транспортного комплекса России*. 2016. Т.6. №2. С. 32-38

Burmistrov K.V., Golovey S.I., Krutikova A.V., Dautbaev Z.R. The study on applications of conveyor transport in complex geological conditions of deep high performance quarries // *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii* [Modern Problems of Russian Transport Complex]. 2016, vol. 6, no. 2, pp. 32-38