

УДК 622.271.326.013.3

**С.Е. Гавришев, К.В. Бурмистров, Н.Г. Томилина**  
**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ**  
**ВСКРЫТИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КАРЬЕРОВ**  
**С ПРИМЕНЕНИЕМ КРУТОНАКЛОННЫХ**  
**ПОДЪЕМНИКОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ**  
**СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Обоснована целесообразность применения крутонаклонных подъемников в карьере при комбинированном способе разработки месторождений. Авторами предлагается изменение схемы вскрытия с устройством конвейерного или скипового подъемника в карьере с целью повышения эффективности комбинированной отработки месторождений.*

*Ключевые слова: комбинированная разработка, доработка карьера, конвейерный подъемник, скиповой подъемник.*

---

**П**роектированию комбинированного открыто-подземного способа доработки месторождений должен предшествовать тщательный анализ транспортной системы карьера с целью изучения возможности ее эксплуатации подземным рудником.

Транспортирование горной массы из подземного рудника по карьерным транспортным коммуникациям может осуществляться на первых этапах существования подземного рудника, т.е. до ввода в эксплуатацию главных рудовыдачных стволов, или в течение всего срока доработки месторождения. Транспортная система карьера должна быть адаптирована к данным условиям.

В связи с этим актуальной является задача проектирования такой транспортной схемы, которая могла бы эффективно эксплуатироваться в течение нескольких этапов существования горного предприятия, включая завершающие этапы. Рациональная транспортная схема, принятая при

реконструкции предприятия в определенный период его эксплуатации при отработке месторождения открытым способом могла бы не только повысить технико-экономические показатели открытых горных работ, но и эффективно использоваться при дальнейшей доработке месторождения подземным способом.

Целесообразность применения крутонаклонных подъемников на стадии доработки карьера при комбинированной разработке месторождения доказана исследованиями [1]. В то же время в данных исследованиях рассматривался только один тип технологической схемы с размещением крутонаклонного подъемника на борту карьера и транспортированием по нему грузов с открытого и подземного рудников. При этом не рассматривались возможные варианты эксплуатации и взаимодействия подъемников в открытых и подземных выработках.

На практике в наибольшей степени освоены КНК типа НАС с прижимной

лентой, производимые компанией Continental Conveyor Equipment Company. Известно более 60 установок НАС, введенных в эксплуатацию с 1983 г. в ряде стран за пределами СНГ, преимущественно в США [2, 3].

Для повышения эффективности комплексной механизации крутонаклонные подъемники при разработке месторождений комбинированным способом могут эксплуатироваться в различных сочетаниях, располагаясь в открытых и подземных горных выработках с соответствующим перераспределением грузопотоков, поступающих из забоев в карьере и подземном руднике.

В ходе исследований нами выделены шесть базовых технологических схем применения подъемников при комбинированной разработке месторождения. Для выбора той или иной технологической схемы на конкретном месторождении технологические схемы вскрытия глубоких горизонтов с применением крутонаклонных подъемников при комбинированном способе разработки месторождений (табл. 1) классифицированы по признаку расположения рудовыдачного подъемника: I) в открытых, II) в подземных, III) в открытых и подземных горных выработках.

При применении технологической схемы 1 крутонаклонные конвейерные подъемники (КНК) располагаются на борту карьера. Данная схема применяется при разработке мощных горизонтальных, наклонных и крутопадающих месторождений, преимущественно в карьерах, имеющих большую производственную мощность. На этапе открытой разработки месторождения горная масса из карьера транспортируется по крутонаклонным конвейерам. При дальнейшей доработке месторождения подземным способом

подъемники используются для подъема горной массы на поверхность через карьерное пространство. При небольших объемах вскрышных пород возможно применение одного КНК. Правильно подобранные параметры буровзрывных работ, обеспечивающие минимальный выход негабаритных кусков, позволяют применять перегрузочный бункер вместо дробильно-перегрузочного пункта. В этом случае предусматривается грохот и питатель.

Подгрохотный продукт через питатель подается на конвейер, надгрохотный – может либо складироваться и периодически вывозиться на поверхность одним самосвалом, либо раздробливаться бутобоем на площадке перегрузочного пункта.

Технологическая схема 2 предполагает расположение скиповых подъемников на борту карьера. Схема применяется при разработке наклонных и крутопадающих месторождений при глубине карьера 150 м и более в основном при ограниченных размерах их в плане.

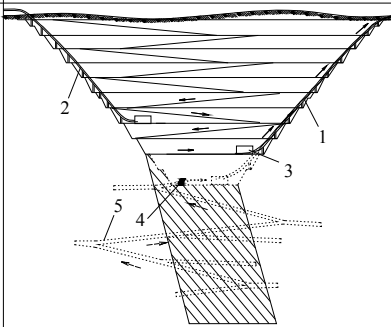
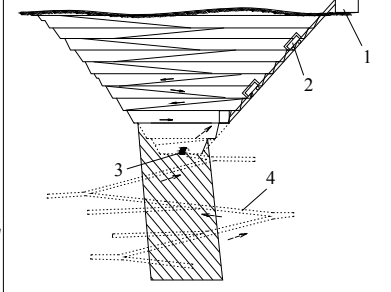
Благодаря высокой производительности скипы отвечают условиям применения их в крупных карьерах. Данная схема позволяет избежать процесса дробления крупных кусков породы в карьере.

Возможность преодолевать скипами крутые уклоны позволяет наиболее экономично использовать их в карьерах с крепкими скальными породами и рудами, допускающими крутые устойчивые откосы бортов. Аналогично первой схеме в дальнейшем руда из подземного рудника может транспортироваться скиповым подъемом по борту карьера.

При применении технологической схемы 3 конвейерные подъемники

Таблица 1

**Классификация технологических схем вскрытия глубоких горизонтов карьера с применением крутонаклонных подъемников при комбинированном способе разработки месторождений**

№ группы	По признаку расположения рудовыдачного подъемника	№ схемы	Технологическая схема	Схема ЦПТ		Особенности технологической схемы
				рудная	вскрышная	
I	В ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ	1	 <p>1-рудный крутонаклонный конвейер; 2-вскрышной крутонаклонный конвейер; 3- перегрузочный бункер (дробильно-перегрузочный пункт); 4 - портал наклонного съезда, пройденного со дна карьера; 5 - наклонный съезд</p>	<p>а) КА → ПБ (ДПП) → РКНК → МК → ОФ ПА</p> <p>б) КА → ПБ (ДПП) → РКНК → ПБ → КА (Ж.д.) → ОФ ПА</p>	<p>а) КА → ПБ (ДПП) → МК → О ПА</p> <p>б) КА → ПБ (ДПП) → ВКНК → ПБ → КА (Ж.д.) → О</p>	<p>Крутонаклонные конвейеры располагаются под углами откосов бортов карьера и сочетают наклонные участки конвейерной трассы с пологими без перегрузочных устройств. Вскрышной и рудный конвейеры целесообразно устанавливать в направлении расположения отвала и обогатительной фабрики соответственно.</p> <p><i>ЦПТ - циклично-поточная технология;</i> <i>КА - автосамосвал, предназначенный для работы в карьере;</i> <i>ПА - автосамосвал, предназначенный для работы в подземных горных выработках;</i> <i>ПБ - приемный бункер;</i> <i>РКНК - карьерный крутонаклонный конвейер для транспортирования руды.</i></p>
		2	 <p>1 - приемный бункер (дробильно-перегрузочный пункт); 2- скип; 3 - портал наклонного съезда, пройденного со дна карьера; 4 - наклонный съезд</p>	<p>а) КА → ПБ → НС → ПБ (ДПП) → МК → ОФ ПА</p> <p>б) КА → ПБ → НС → ПБ → КА (Ж.д.) → ОФ ПА</p>	<p>а) КА → ПБ → НС → ПБ (ДПП) → МК → О ПА</p> <p>б) КА → ПБ → НС → ПБ → КА (Ж.д.) → О</p>	

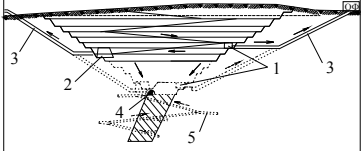
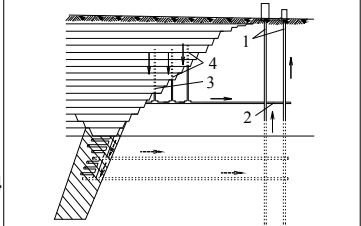
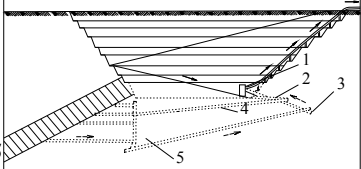
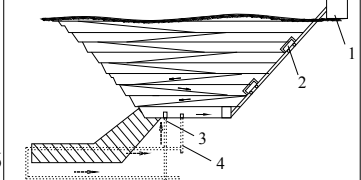
размещены в подземных выработках и транспортируют горную массу из карьера и впоследствии из подземных горных выработок. Данная схема применяется в следующих случаях:

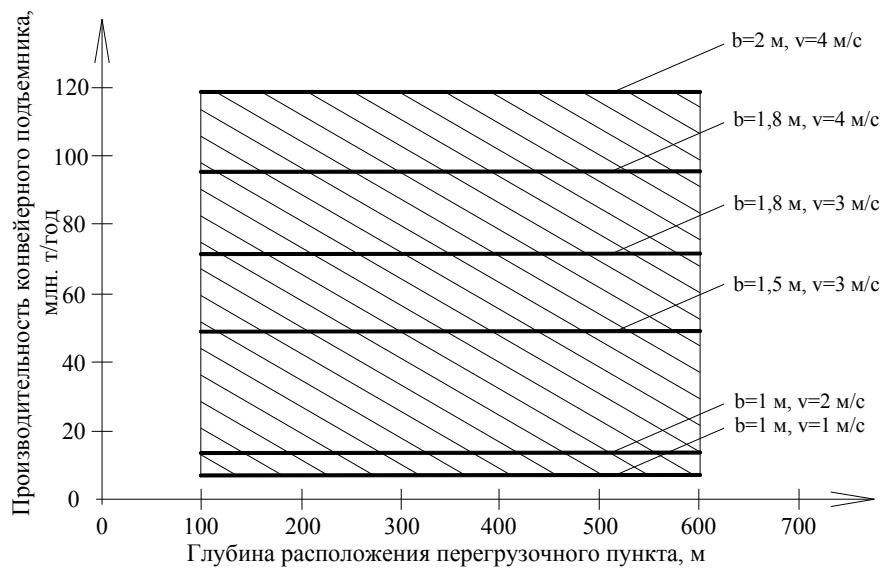
— при неустойчивых бортах карьера, склонных к оползанию;

— при необходимости разрабатывать одновременно все борта карьера;

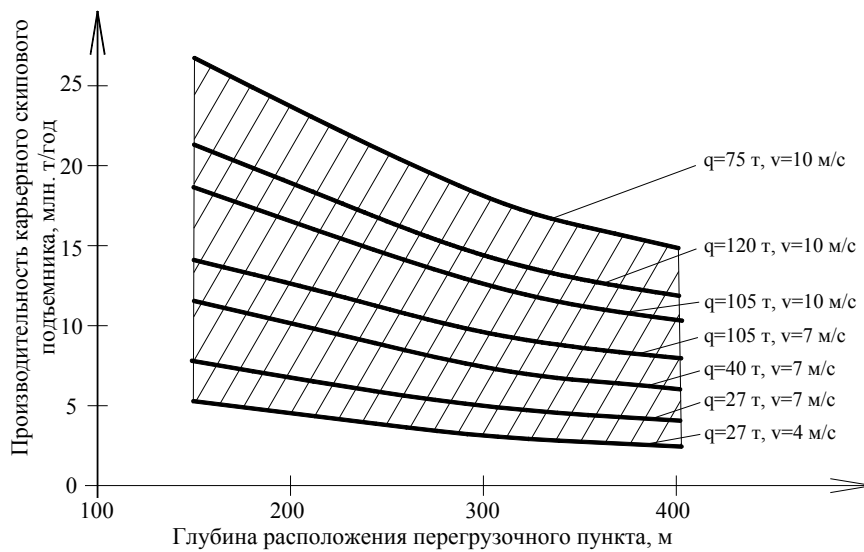
— при отсутствии удобного места для размещения поверхностного подъемника, т.е. по планировочным соображениям;

Продолжение табл. 1

№ группы	По признаку расположения рудовыдачного подъемника	№ схемы	Технологическая схема	Схема ЦПТ		Особенности технологической схемы
				рудная	вскрышная	
II	В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ	3	 <p>1 - дробильно-перегрузочный пункт полезного ископаемого; 2 - дробильно-перегрузочный пункт вскрышных пород; 3 - конвейер, расположенный в подземной выработке; 4 - портал наклонного съезда, пройденного со дна карьера; 5 - наклонный съезд</p>	КА → ДПП → ЛК → ОФ ПА	КА → ДПП → ЛК → МК → О	<p>Схема применяется в случаях: неустойчивых бортов карьера, склонных к оползанию; необходимости разрабатывать одновременно все борта карьера; отсутствия удобного места для размещения поверхностного подъемника, т.е. по планировочным соображениям; опасности повреждений при массовых взрывах и т.п.</p> <p>Руда и вскрыша с верхних горизонтов может доставляться автосамосвалами к перегрузочной станции и железнодорожными составами вывозиться на обогатительную фабрику и отвал.</p>
		4	 <p>1 - вертикальные скиповые подъемники; 2 - вскрышной и рудный сборочные конвейеры, расположенные в штольне; 3 - рудоспуск; 4 - породоспуск</p>	КА → Р → РСК (Ж.д.) → ВС → ПБ → Ж.д. (КА, МК) → ОФ	КА → П → ВСК → ВС → ПБ → Ж.д. (КА, МК) → О	<p>С глубоких горизонтов одновременно выдается два вида горной массы. Процесс дробления крупных кусков породы в карьере исключается. Для сокращения расстояния транспортирования горной массы к скиповым подъемникам верхняя часть средней зоны высотой 50-200 м обрабатывается существующим видом транспорта, например, авто-ж.д. Расстояние транспортирования автосамосвалами не должно превышать 1,2 км.</p> <p><i>Р - рудоспуск; П - породоспуск; ЛК - ленточный конвейер.</i></p>
III	В ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ	5	 <p>1 - перегрузочный бункер; 2 - портал наклонного съезда; 3 - перегрузочная станция; 4 - наклонный съезд; 5 - конвейер</p>	<p>а) КА → ПА → ЛК → ПБ (ДПП) → РНК → МК → ОФ КА → ПБ (ДПП) → РНК → ПБ → КА (Ж.д.) → ОФ б) ПА → ЛК → ПБ (ДПП) → РНК → ПБ → КА (Ж.д.) → ОФ в) ПА → ЛК → ПБ → КА → ПБ → Ж.д. → ОФ г) КА → ПБ (ДПП) → ВНК → МК → О д) КА → ПБ (ДПП) → ВНК → ПБ → КА (Ж.д.) → О е) КА → ПБ → Ж.д. → О</p>	<p>а) КА → ПБ (ДПП) → МК → О б) КА → ПБ (ДПП) → МК → О</p>	<p>Схемы б и в применяются при существующем железнодорожном транспорте.</p> <p>В период строительства рудовыдачного ствола используется наклонный конвейерный ствол для транспортирования руды из подземных выработок.</p> <p><i>РСК - сборочный конвейер для транспортирования руды в подземной выработке; ВСК - сборочный конвейер для транспортирования вскрышных пород в подземной выработке.</i></p>
		6	 <p>1 - приемный бункер (дробильно-перегрузочный пункт); 2 - скип; 3 - рудоподъемный ствол; 4 - вспомогательный ствол</p>	<p>а) РСК (Ж.д.) → ВС → ПБ → КА б) РСК (Ж.д.) → ВС → ПБ → КА в) КА → ПБ (ДПП) → МК → О г) КА → ПБ → КА (Ж.д.) → О</p>	<p>а) КА → ПБ → МК → О б) КА → ПБ → МК → О</p>	<p>Руда с подземного рудника транспортируется скиповым (клетьевым) шахтным подъемником на дно карьера.</p> <p>Руда и вскрыша с верхних горизонтов доставляется существующим видом транспорта, например автосамосвалами к перегрузочной станции и железнодорожными составами вывозится на обогатительную фабрику и отвал.</p> <p>Схемы позволяют на последних этапах разработки месторождения перераспределять рудопотоки между открытыми и подземными горными выработками.</p>



**Рис. 1. Зависимость производительности конвейерного подъемника от глубины расположения перегрузочного пункта:**  $b$  – ширина конвейерной ленты,  $v$  – скорость движения ленты

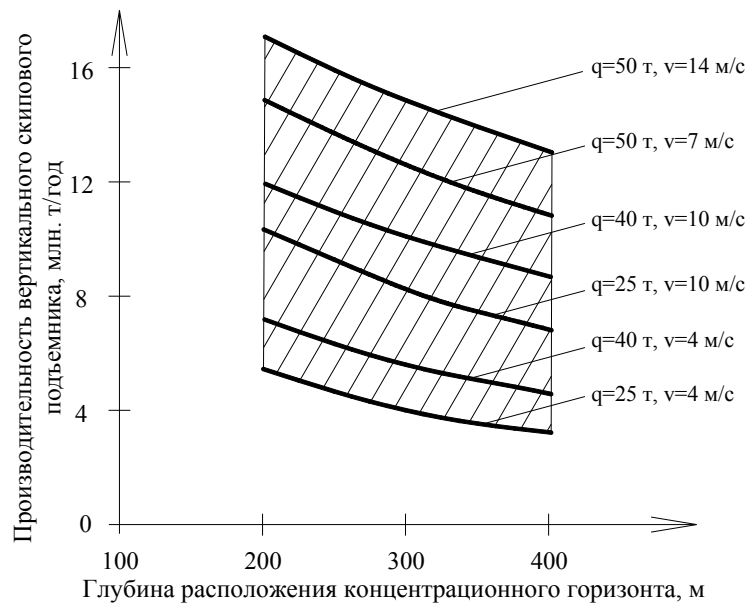


**Рис. 2. Зависимость производительности карьерного скипового подъемника от глубины расположения перегрузочного пункта:**  $q$  – грузоподъемность скипа,  $v$  – скорость движения скипа

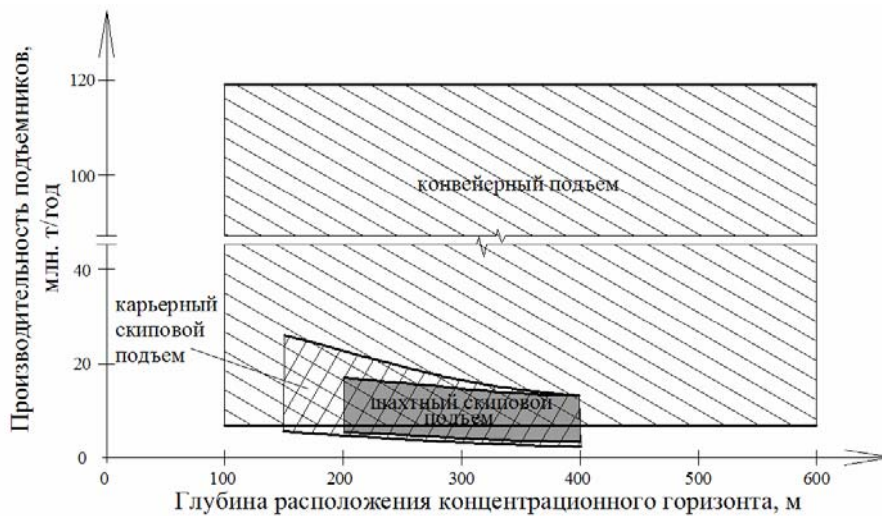
— при опасении повреждений при массовых взрывах и т.д. [4].

В данной технологической схеме может применяться один КНК для

транспортирования пород на поверхность, либо два и более подъемников для селективной доставки руды и вскрышных пород.



**Рис. 3. Зависимость производительности вертикального скипового подъемника от глубины расположения концентрационного горизонта**



**Рис. 4. Зависимость производительности подъемников от глубины расположения концентрационного горизонта**

В технологической схеме 4 конвейерные и скиповые подъемники размещены в подземных вертикальных и горизонтальных выработках.

Подземные выработки являются связующим звеном между различными

видами транспорта, работающим в комбинации. В бортах карьера проходят рудоспуски, в которые карьерные автосамосвалы выгружают горную массу, транспортируемую впоследствии подземным транспортом.

Применяя технологическую схему 5, конвейерные подъемники размещаются на борту карьера и в подземной выработке.

Подъемник, располагаемый в наклонном стволе 5, может использоваться в период строительства рудовыдачного ствола для транспортирования руды из подземных выработок, либо весь период доработки месторождения.

В 6-ой технологической схеме скиповые подъемники размещаются на борту карьера и в подземной выработке.

Вертикальные стволы пройдены со дна карьера. Схема позволяет минимизировать сроки строительства шахты и объемы горно-капитальных работ.

Выбор типа крутонаклонного подъемника должен осуществляться на основе анализа горнотехнических условий горнодобывающего предприятия и основных факторов, обуславливающих применение подъемников [5]. Одним из наиболее значимых факторов является производительность крутонаклонного подъемника. Нами был выполнен анализ производительностей подъемников при различных горнотехнических условиях.

Переход на автомобильно-конвейерный транспорт для большинства карьеров происходит на глубине более 100 м (технологические схемы 1, 3, 5). Нижняя граница применения конвейерного подъемника зависит от затрат на горно-капитальные работы (проведение траншей, стволов, устройство эстакад, мостов), на устройство галерей и сооружение зданий перегрузочных узлов с их оборудованием.

Расчет производительности конвейерного подъемника выполнен по методике А.О. Спиваковского [6].

По графику (рис. 1) видно, что производительность конвейерного

подъемника не зависит от глубины расположения перегрузочного пункта, что является основным преимуществом перед автомобильно-скиповым транспортом.

Карьерные скиповые подъемники наиболее целесообразно применять с глубины 150 м и более (технологические схемы 2 и 6). Их размещение наиболее эффективно на глубине 250—350 м. Однако при глубинах свыше 350-400 м установки становятся громоздкими, требуют канатов большого диаметра и по энергетическим затратам являются не конкурентоспособными с автомобильно-конвейерным транспортом. В глубоких карьерах скиповые подъемники эффективно применять до глубины 400 м, в редких случаях (если месторождение отрабатывается) до 450 м.

Расчет производительности карьерного скипового подъемника выполнен по методике, приведенной в учебном пособии [7].

Из графика видно, как с увеличением глубины расположения перегрузочного пункта резко снижается производительность карьерного скипового подъемника.

Вертикальный скиповой подъем рекомендуется применять с глубины 200 до 400 м (технологическая схема 4) [8]. Данная схема позволяет строить и углублять вертикальные стволы независимо от ведения горных работ в карьере. Она удобна для перехода в перспективе на подземную разработку месторождения, а также создает возможность устройства подземного бункера достаточной вместимости, что позволяет увязывать работу скипового подъема с внутрикарьерным транспортом. Между тем схема имеет сравнительно высокие затраты на строительство и значительный объем горно-капитальных работ.

Расчет производительности вертикального скипового подъемника выполнен по методике, приведенной в учебном пособии [7].

С увеличением глубины расположения концентрационного горизонта производительность вертикального скипового подъемника снижается (рис. 3).

Совместив результаты исследований, получили общую область производительности подъемников (рис. 4).

Из графика видно, что в интервале глубины расположения концентраци-

онного горизонта от 200 до 400 м и производственной мощности предприятия от 2 до 13 млн т/год по горной массе возможно применение любого вида подъемника: конвейерного, карьерного скипового или шахтного скипового подъемника. При глубине расположения концентрационного горизонта глубже 400 м и производственной мощности предприятия более 27 млн т/год по горной массе целесообразно применение технологических схем с конвейерным подъемником в карьере.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Кидяев В.А. Использование преимуществ карьерного комбинированного транспорта при открыто-подземной разработке месторождений // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2010. № 3. С. 25-28
2. Николаев Е.Д., Дмитрин В.П., Костерин Л.С. и др. Анализ конструкций крутонаклонных конвейеров для глубоких карьеров. // Горный журнал 1998, № 11-12.
3. Шешко Е.Е., Картавый А.Н. Эффективный транспорт для глубоких карьеров. // Горный журнал 1998, № 1.
4. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. — М.: «Недра», 1983, 295 с.
5. Гавришев С.Е., Бурмистров К.В., Томилина Н.Г. Обоснование факторов, обуславливающих применение крутонаклонных подъемников при комбинированном способе разработки месторождений // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2012. — № 4. — С. 5—10.
6. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Ч.1. — М.: «Недра», 1985, 512 с.
7. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки: Учебное пособие для вузов. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. — 328 с.
8. Новожилов М.Г., Дриженко А.Ю., Маевский А.М. и др. Под ред. Новожилова М.Г. Высокопроизводительные глубокие карьеры. — М.: Недрa, 1984. — 188 с. **ГИАБ**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Гавришев Сергей Евгеньевич — доктор технических наук, профессор, ormpi-cg@mail.ru,  
Бурмистров Константин Владимирович — кандидат технических наук, доцент,  
burmistrov\_kv@mail.ru,  
Томилина Нурия Гумаровна — учебный мастер, t.nuria@yandex.ru,  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

