

УДК 622.68

ОБОСНОВАНИЕ ПАРКА ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ КАРЬЕРА «МУРУНТАУ–МЮТЕНБАЙ» ОТ IV К V ОЧЕРЕДИ



А. Ф. РАВШАНОВ,
главный инженер ЦРУ,
ГП «Навоийский горно-
металлургический
комбинат»,
Навои, Узбекистан



А. А. СИЛКИН,
начальник НИЛ,
Silkin.A.A@vniipt.ru



А. В. СЕЛЕЗНЕВ,
начальник НИО

АО «ВНИПИПромтехнологии», Москва, Россия

Введение

Ведущее положение в экономике Навоийского горно-металлургического комбината занимает Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс, основанный на сырьевой базе уникального по запасам золота месторождения Мурунтау, разрабатываемого с 1967 г. Зарафшанский золотоизвлекательный комплекс является крупнейшим горноперерабатывающим предприятием, сотрудничающим со многими зарубежными компаниями и реализовавшим передовые технологии добычи скальных руд на базе новейшего оборудования [1–6].

Разработанная в 2015 г. долгосрочная стратегия дальнейшего освоения месторождений Мурунтау и Мютенбай с обоснованием на ее технических решениях в 2016 г. кондиций с пересчетом запасов предусматривает поэтапное развитие горных работ. На начальном этапе работы будут вестись в контурах IV очереди (до 2019 г.). Затем выделен переходный этап, во время которого дорабатываются запасы IV очереди (2020–2024 гг.) и осуществляется развитие карьера в контурах, определенных при сохранении поверхностной инфраструктуры и существующих конвейеров циклично-поточной технологии (ЦПТ) в период с 2020 по 2028 г. для обеспечения строительства наклонного ствола с конвейерными линиями (I этап) от поверхности в районе месторождения Бессопантау (4 км от ГМЗ-2) к северо-западному борту карьера Мурунтау (I этап до гор. +390 м) и с учетом постановки горизонта +390 м борта в предельное положение (до 2025 г.). На следующем этапе в период с 2025 г. по 2064 г. отрабатываются запасы в контурах карьера V очереди.

Для своевременной подготовки запасов к выемке в контурах V очереди необходимо обеспечить дополнительное перемещение в объеме не менее 103 млн м³ горной массы, находящейся в

Приведены данные по развитию карьера «Мурунтау–Мютенбай», в том числе транспортной трассы на несколько десятилетий вперед. На основе многофакторной оценки и выполненных расчетов обоснован необходимый парк горнотранспортного оборудования в переходный период.

Ключевые слова: карьер «Мурунтау–Мютенбай», поэтапное развитие горных работ, горнотранспортное оборудование.

DOI: 10.17580/gzh.2018.09.15

отвалах и складах, расположенных по периметру карьера в контурах карьера V очереди, при поддержании плановой производительности по горной массе в объеме не менее 85 млн м³ в год. При этом требуется достоверная оценка количества горнотранспортного оборудования с учетом существующих конвейерных комплексов ЦПТ [7–12].

Действующие схемы вскрытия и транспорта карьера «Мурунтау–Мютенбай»

Карьер «Мурунтау» по проекту 2011 г. в контурах IV очереди отстроен на запасах, утвержденных по состоянию на 01.01.2008 г.

На северо-восточном борту действует дробильно-конвейерный комплекс с крутонаклонным конвейером (КНК-270 с дробильно-перегрузочным пунктом ДПП-3500) от гор. +285 м до поверхности, предназначенный для транспортирования балансовой, забалансовой руды и породы.

Участок на месторождении Мютенбай отстроен до отм. +195 м. Его верхняя часть образует единое пространство с карьером «Мурунтау» с поверхности до гор. +270 м. Ниже этого горизонта отработку месторождений ведут независимыми зонами со своими схемами вскрытия.

Выезд из карьера «Мурунтау» в восточной части, начиная с гор. +375 м, проходит по северному борту участка карьера «Мютенбай» (гор. +405, +435 м) с выходом на поверхность на гор. +480 м.

Для заезда на площадку дробильно-погрузочного пункта (ДПП) наклонного конвейера ЦПТ на гор. +405 м по южному борту карьера «Мурунтау» от съезда с гор. +315 м создают съезды на горизонты +345, +375 и +405 м. По западному борту участка Мютенбай создают съезды на горизонтах +420,

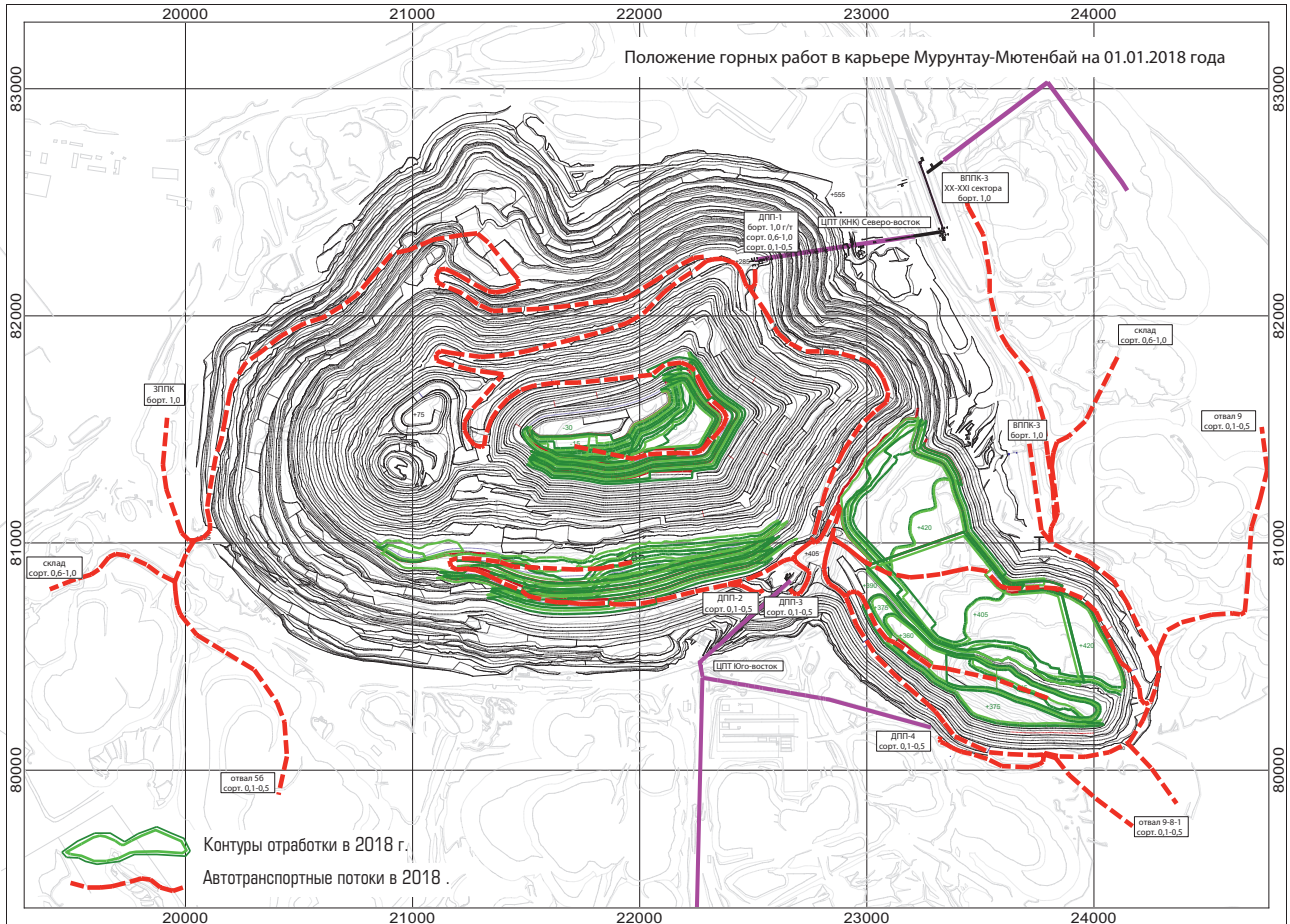


Рис. 1. Транспортная схема на 2018 г.

+450 и +480 м для выезда на земную поверхность и на гор. +300 ... +390 м для транспортирования горной массы с участка Мютенбай на ДПП ЦПТ.

Схема вскрытия карьера принята тупиковыми съездами с выездными траншеями, расположенными на северо-востоке, западе и юго-востоке, через участок Мютенбай.

Действующий на юго-восточном борту наклонный конвейер ЦПТ от поверхности до гор. +405 м предназначен для транспор-

тирования пустых пород из зон 3, 4 (юго-восточный борт) и с участка Мютенбай на конвейер ЦПТ на поверхности.

Участок Мютенбай вскрывают двумя внутренними полутраншеями (первая расположена в северной части месторождения – от отм. +465 м до отм. +300 м, вторая – на западном борту участка – от отм. +480 м до отм. +300 м), смыкающимися на гор. +300 м, и далее – скользящими съездами до дна карьера (отм. +195 м).

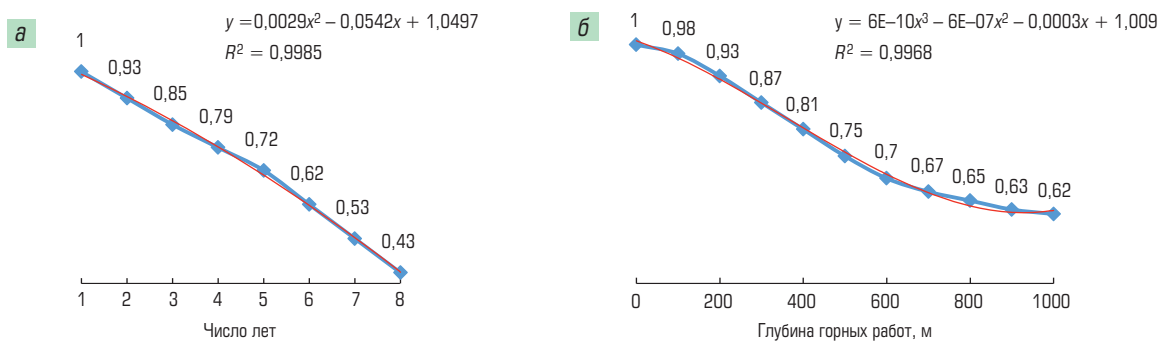
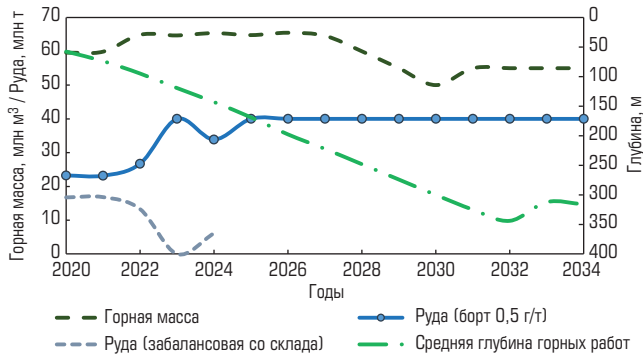


Рис. 2. Зависимость коэффициентов снижения производительности автотранспорта от продолжительности эксплуатации $K_{пр}$ (а) и увеличения глубины горных работ K_n (б)



На карьере «Мурунтау–Мютенбай» применяют ЦПТ транспортирования горной массы.

Перевозка горной массы внутри карьера до погрузочных узлов концентрационных горизонтов (от поверхности до гор. +285 м для руды и до гор. +405 м – для породы) и с верхних горизонтов на поверхность осуществляют автотранспортом.

Руду с гор. +285 м доставляют КНК-270 до погрузочно-складского комплекса, расположенного на восточном борту карьера (ВПК-3), с последующей перевозкой руды железнодорожным транспортом до ГМЗ-2.

Рис. 3. График отработки (товарная руда) карьера по бортовому содержанию золота 0,5 г/т с четырьмя ограничениями расчета предельного контура по поверхности

Вскрышные породы по наклонному конвейеру с ДПП, расположенными на юго-восточном борту карьера (ЦПТ Ю-В) доставляют на поверхность, далее по магистральному конвейеру – до внешних отвалов и с применением шагающего отвалообразователя ОШС-4000/125 складировать в отвалы.

На западном борту карьера расположены ЗПК для погрузки руды в железнодорожный транспорт. На рис. 1 приведена транспортная схема на 2018 г. В 2019 г. расположение всех погрузочных пунктов, складов и отвалов сохранится.

Исходные данные для расчета количества автотранспорта

Для транспортирования горной массы рассмотрен карьерный самосвал БЕЛАЗ-75303 грузоподъемностью 200 т. Расчет необходимого числа самосвалов выполнен при погрузке горной массы экскаватором ЭКГ-18. Количество рабочего времени автотран-

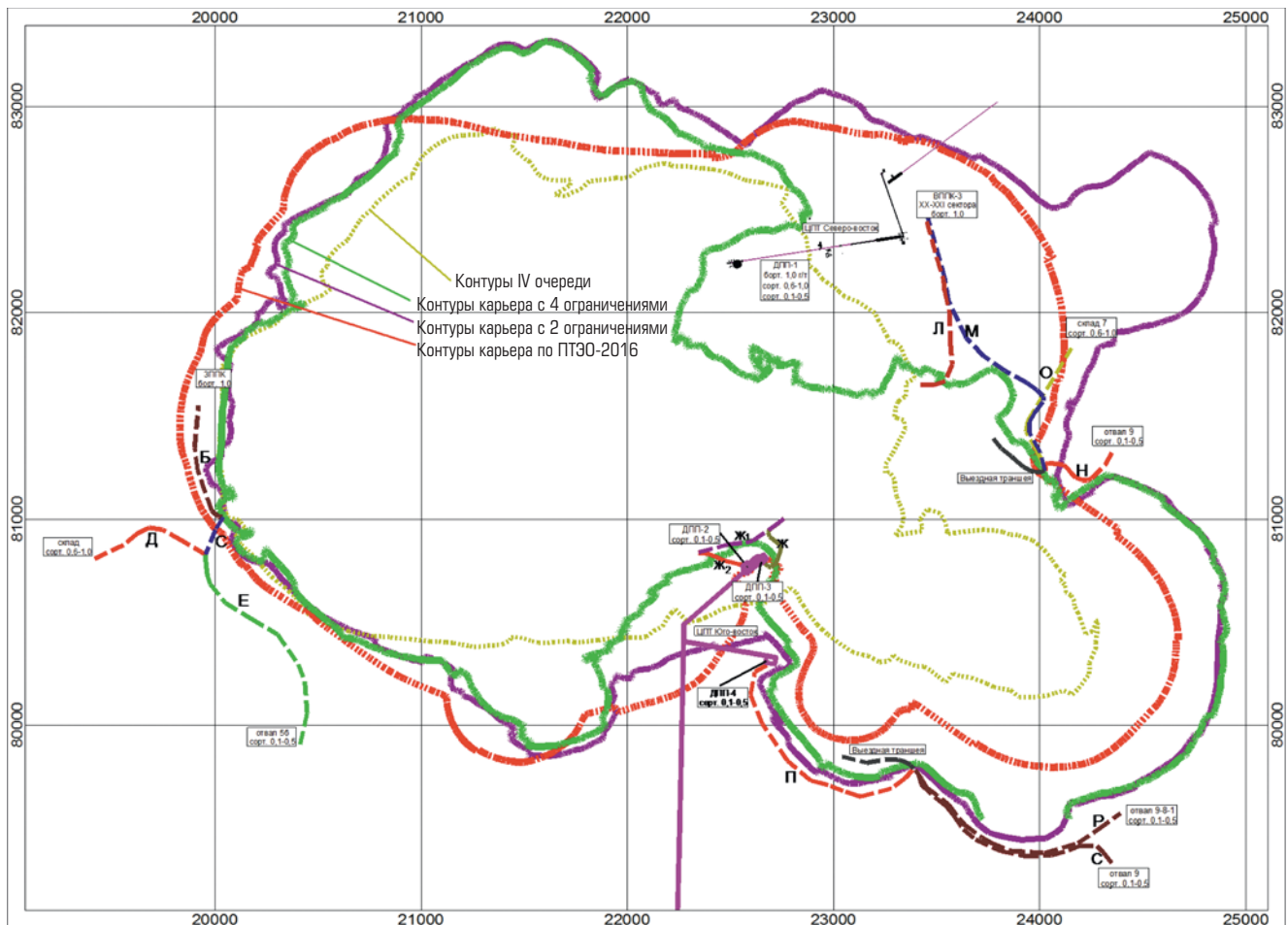


Рис. 4. Транспортная схема на период 2020–2033 гг.

Таблица 1. Средние расстояния транспортирования на горизонтах по зонам и этапам, м

| Зона | Этап | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| | 1 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| 1 (запад) | 1000 | 600 | 450 | 200 | 125 | – | – | – | – |
| 2 (восток) | 230 | 100 | 250 | 150 | 125 | – | – | – | – |
| 3 (юг)ц | 800 | 750 | 600 | 750 | 750 | 200 | – | – | – |
| 4 (центр) | 100 | 250 | 100 | 500 | 500 | 650 | 500 | 350 | 230 |
| 5 (север) | 1200 | 1200 | 1000 | 750 | 660 | – | 1000 | – | – |
| 6 (Мютенбай) | 700 | 1050 | 1000 | 300 | 200 | 200 | 200 | – | – |
| 7 (восток-восток) | – | – | – | – | 460 | 290 | 114 | – | – |

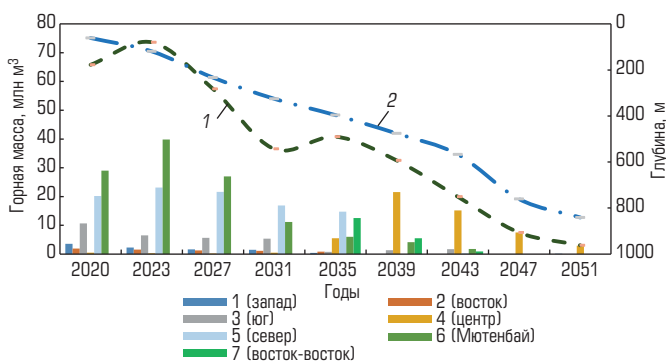


Рис. 5. Объем горной массы (1) и средневзвешенное значение глубины горных работ (2) по технологическим зонам отработки

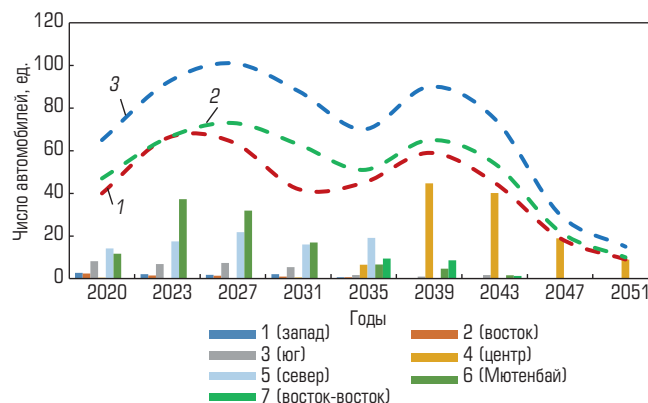


Рис. 6. Расчетное число автомобилей по зонам на 1-й, 3-й и 6-й года эксплуатации (соответственно 1, 2, 3)

спорта с учетом времени на взрывные работы (9 дн/год) составляет 356 дн/год или 713 смен/год.

Производительность КНК-270 составляет 6,9 млн м³, а ЦПТ-порода при работе трех ДПП равна 12 млн м³/год.

Расчет расстояния транспортирования горной массы в карьере до поверхности выполняли с учетом уклона автодорог и наличия пологих участков длиной 50 м через 600 м подъема; доставка горной массы осуществляется на горизонты, на которых расположены ДПП ЦПТ (КНК – 285 м, наклонный конвейер ЦПТ на юго-восточном борту – 405 м и выезды из карьера на земную на поверхность (карьер «Мурунтау» – 555 м и участок Мютенбай – 510 м).

Корректировку производительности и парка горнотранспортных машин осуществляли с учетом изменения возрастной структуры парка и увеличения глубины горных работ по регрессионным зависимостям, приведенным на рис. 2.

Расчет количества автотранспорта в период переходного этапа развития V очереди

В алгоритме расчета учтены следующие технологические зоны, из которых руда перемещается до КНК, ЦПТ и на поверхность:

- 1 (запад) – на западном борту карьера;
- 2 (восток) – на восточном борту карьера;
- 3 (юг) – на южном борту карьера;

- 4 (центр) – компактная зона в центре карьера, формирующаяся ниже гор. +120 м;
- 5 (север) – на северном борту карьера;
- 6 (Мютенбай) – на участке месторождения Мютенбай;
- 7 (восток-восток) – на восточном борту за пределами контура карьера.

Расчет количества горнотранспортного оборудования на основе сложившейся транспортной схемы и с учетом ее корректиров-

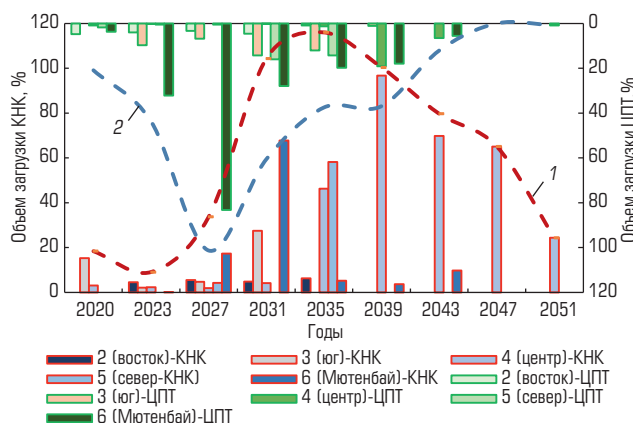


Рис. 7. Загрузка КНК (1) и ЦПТ (2)

Таблица 2. Расчетная годовая производительность (тыс. т) и расчетный годовой пробег (тыс. км) автомобилей по зонам и сроке эксплуатации 1 год

| Зона | | Год | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 2020 (этап 1) | 2023 (этап 4) | 2027 (этап 8) | 2031 (этап 12) | 2035 (этап 16) | 2039 (этап 20) | 2043 (этап 24) | 2047 (этап 28) | 2051 (этап 32) |
| 1 (запад) | Производительность | 3879 | 3067 | 2870 | 2130 | 1923 | | | | 5563 |
| | Пробег | 55,5 | 56,3 | 63,1 | 62,5 | 69,7 | | | | 62,3 |
| 2 (восток) | Производительность | 2731 | 3128 | 2909 | 3695 | 3090 | | | | |
| | Пробег | 75,6 | 59,7 | 62,2 | 63,9 | 51,2 | | | | |
| 3 (юг) | Производительность | 3698 | 3462 | 3745 | 2932 | 1579 | 4365 | 2946 | | |
| | Пробег | 51,8 | 71,4 | 91,4 | 58,6 | 80 | 58,2 | 61 | | |
| 4 (центр) | Производительность | 2426 | 2274 | 2218 | 2317 | 2277 | 1518 | 1366 | 1140 | 877 |
| | Пробег | 57,6 | 56,2 | 55,3 | 57,9 | 55,2 | 71,7 | 84,6 | 66,4 | 63,3 |
| 5 (север) | Производительность | 4605 | 3763 | 3133 | 3244 | 2432 | | 3740 | | |
| | Пробег | 62,5 | 53,4 | 64,4 | 90,1 | 66,4 | | 59,8 | | |
| 6 (Мютенбай) | Производительность | 3999 | 3033 | 2925 | 4250 | 2766 | 3212 | 3403 | | |
| | Пробег | 44,5 | 53,3 | 65,7 | 51,9 | 54,7 | 64,9 | 56,6 | | |
| 7 (восток-восток) | Производительность | 0 | 0 | 0 | 0 | 4181 | 2605 | 1988 | | |
| | Пробег | 0 | 0 | 0 | 0 | 63,6 | 60,9 | 62,9 | | |
| Итого | Производительность | 4082 | 3301 | 3079 | 3460 | 2990 | 2036 | 1752 | 1140 | 1082 |
| | Пробег | 347,4 | 350,4 | 402,1 | 384,9 | 440,9 | 255,7 | 325 | 66,4 | 125,6 |

ки при разносе бортов (зона 6) выполнен на основе погоризонтных планов отработки совмещенного карьера «Мурунтау–Мютенбай» (рис. 3).

Объемы транспортирования руды и породы в период с 2020 по 2051 г. рассчитывали по зонам и горизонтам отработки по этапам через 4 года. На рис. 4 приведена скорректированная транспортная схема на период 2020–2033 гг.

При превышении отметки обрабатываемого горизонта над уровнем расположения КНК и ЦПТ горная масса перемещается на поверхность, и далее – в соответствии с усредненными значениями длины участков транспортирования на поверхности, м, которые приведены ниже.

| | |
|--|------|
| До отвалов (среднее значение запад и восток) | 908 |
| До ЗПК | 588 |
| До ВПК-3 | 1205 |
| Склады (№ 7 и запад), сорт 0,6–1 | 748 |
| Завезд на КНК в карьере | 166 |
| До отвалов карьера «Мютенбай» | 766 |
| Завезд на гор. +405 (L _{ср.ЦПТ}) по ЦПТ-порода | 411 |

Средние расстояния транспортирования с рабочих горизонтов по зонам и этапам (годам) в соответствии со схемой транспорта приведены в табл. 1.

Время рейса самосвала при расстоянии транспортирования $L_{тр} : T_p = t_{погр} + t_{дв} + t_{разгр} + t_{доп}$, мин, где $t_{погр}$ – продолжительность экскаваторной погрузки самосвала, $t_{погр} = n_k t_c$; $n_k =$

$= V_a / (E_k \gamma K_a)$ – число ковшей, разгружаемых в кузов самосвала; t_c – продолжительность цикла, с; $t_{дв}$ – время движения самосвала в обоих направлениях между конечными пунктами; $t_{разгр}$ – время разгрузки самосвала, равное 1 мин [2, 3]; $t_{доп}$ – время на маневры и ожидания за рейс при расстоянии транспортирования, $t_{доп} = 2$ мин; число рейсов автомобиля в смену: $n_p = T_{см} k_{см} / T_p$, где $T_{см}$ – продолжительность смены; $k_{см}$ – коэффициент использования сменного времени, $k_{см} = 0,8$.

В укрупненных расчетах параметр $t_{дв}$ определяли с учетом ограничения скорости $v_{гр}$ [2] до 15 км/ч при движении груженых автомобилей по временным дорогам в забое и $v_{пор}$ до 30 км/ч – при

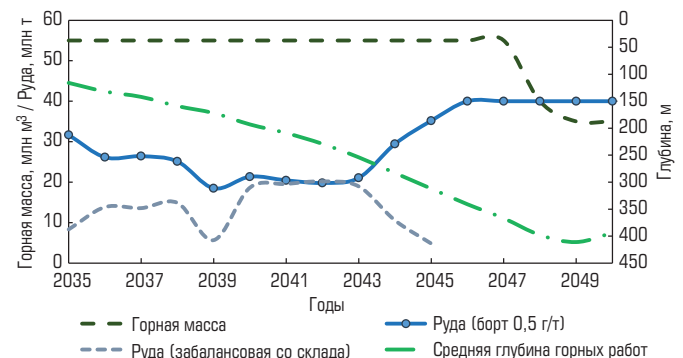


Рис. 8. График отработки (товарная руда) карьера по бортовому содержанию золота 0,5 г/т с двумя ограничениями расчета предельного контура по поверхности

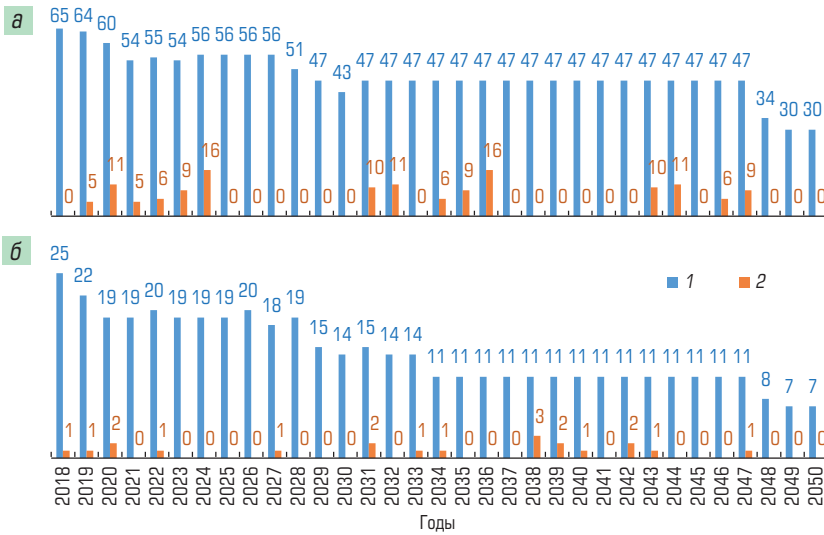


Рис. 9. Расчетное (1) и приобретаемое (2) количество карьерных самосвалов БЕЛАЗ-75303 (а) и экскаваторов ЭКГ-18 (б)

на зависимость расчетной годовой производительности автомобилей на 1-м этапе переходного периода от IV к V очереди на период, или с 2020 по 2034 г. (с 1-го по 32-й этап).

$$P = 23,14T^2 - 354,38T + 4393,93$$

при $0 \leq T \leq 13$;

$$P = 6,5432T^2 - 431,8581T + 8186,3598$$

при $14 \leq T \leq 32$.

Расчет парка автотранспорта и экскаваторов

Календарный график построен на основе сочетания двух графиков, в которых введены ограничения: отработка запасов месторождений Мурунтау–Мютенбай с четырьмя ограничениями расчета предельного контура по поверхности в районе КНК-270, ЦПТ, ППК-1 и шахты М с 2020 до 2033 г. (см. рис. 3); с двумя ограничениями в районе ППК-1, Шахты М с 2034 до 2050 г. (рис. 8).

Следует отметить, что в переходный период, связанный с возрастанием объема вскрышных пород, будет наблюдаться недостача балансовой руды до требуемого объема (40 млн т), в связи с чем потребуются вовлечение в переработку запасов забалансовых руд со складов и из текущей добычи.

С учетом ВНТП 35-86 (п. 14.7) рассчитана средняя годовая производительность автомобилей по маркам на 1-й год эксплуатации по усредненным данным календарного графика отработки, средней глубины горных работ 200 м и среднем расстоянии транспортирования 3 км, составившая для автомобилей БЕЛАЗ-75131 грузоподъемностью 136 т – 2700 тыс. т в год, БЕЛАЗ-75307 грузоподъемностью 220 т – 4000 тыс. т в год, БЕЛАЗ-75303 грузоподъемностью 200 т – 3800 тыс. т в год.

Для расчета парка погрузочного оборудования определена расчетная производительность действующих на предприятии экскаваторов ЭКГ-10 – 1,98 млн м³ в год; ЭКГ-15 – 2,41 млн м³ в год и перспективного ЭКГ-18 – 3,89 млн м³/год. Данные расчета количества карьерных самосвалов БЕЛАЗ-75303 и экскаваторов ЭКГ-18 с учетом замены действующего оборудования приведены на рис. 9.

Заключение

Таким образом, расчеты количества карьерных самосвалов и экскаваторов, выполненные с достаточной достоверностью и многофакторной оценкой, позволяют планировать перемещение руды и вскрышных пород с учетом действующих конвейерных линий ЦПТ из объединенного карьера «Мурунтау–Мютенбай» на период до 2030 г. При этом учтено, что с 2029 по 2040 г. на западном борту карьера начнет действовать наклонный ствол с конвейерным транспортом в направлении ГМЗ-2, а на восточном направлении будет осуществлен демонтаж КНК-270 и ДПП-3500.

движении на спуске (порожняком) более 50 ‰ (уклон автодороги карьера – 80 ‰). Приняв $L_{тр} = L_{пор}$, рассчитали среднюю приведенную техническую скорость $v_{ср.т}$ (км/ч) и время движения $t_{дв}$:

$$v_{ср.т} = \frac{L_{тр} + L_{пор}}{t_{дв}} = \frac{2v_{гр}v_{пор}}{v_{гр} + v_{пор}} = 20.$$

Расстояние транспортирования $L_{тр}$ руды и породы по карьере до горизонтов расположения КНК, ЦПТ или поверхности при принятом уклоне автодороги 80 ‰ определяли с учетом приведенных выше усредненных значений длины участков транспортирования на поверхности и средних расстояний перемещения на горизонте (см. табл. 1).

Сменную производительность автомобиля, по которой определяли рабочий парк, определяли по формуле $Q_{см} = q_a k_q n_p$, где $q_a = V_a$ – грузоподъемность самосвала, т; k_q – коэффициент использования грузоподъемности для скальных руд и пород, равный 0,95 [3].

В расчете учитывали средневзвешенное значение глубины горных работ по годам отработки для определения коэффициента увеличения глубины K_H горных работ и продолжительность эксплуатации T_3 для определения коэффициента снижения производительности оборудования $K_{пр}$ по зависимости (см. рис. 2), а также число ДПП на ЦПТ (юго-восток) – варианты с двумя и тремя ДПП.

Также были определены средние расстояние транспортирования (км/смену); объем загрузки КНК и ЦПТ (%) и число автомобилей по зонам.

Изменение объемов горной массы, перевозимой из карьера, по расчетным этапам и средневзвешенное значение глубины горных работ показано на рис. 5. На рис. 6 приведены зависимости числа автомобилей БелАЗ-75303 грузоподъемностью 200 т от средневзвешенного значения глубины горных работ и рассчитанных расстояний транспортирования на первый год эксплуатации, а также на третий и шестой. На рис. 7 показана загрузка КНК и ЦПТ по зонам (гистограммы) и суммарная по годам.

Эксплуатационные характеристики автотранспорта

В табл. 2 приведены расчеты средней годовой производительности и годового пробега автомобилей, по которым постро-

При оценке количества горнотранспортного оборудования в переходный период развития карьера «Мурунтау–Мютенбай» от IV к V очереди за основу были приняты концептуальные положения проекта «Отработка карьера Мурунтау. V очередь» в 2015 г.

После разработки и утверждения технико-экономических обоснований (ТЭО) скорректированного проекта по карьере «Мурунтау» оценка количества горнотранспортного оборудования в переходный период развития карьера «Мурунтау–Мютенбай» от IV к V очереди будет уточнена с учетом рекомендаций ТЭО.

Библиографический список

1. Холикулова Ш. Б. История и будущее горной промышленности (на примере Навоийской области) // Молодой ученый. 2017. № 10. С. 359–361.
2. Fang N., Ji C., Crusoe G. E. Stability analysis of the sliding process of the west slope in Buzhaoba Open-Pit Mine // International Journal of Mining Science and Technology. 2016. Vol. 26. Iss. 5. P. 869–875.
3. Raupova O., Kamahara H., Goto N. Assessment of physical economy through economy-wide material flow analysis in developing Uzbekistan // Resources, Conservation and Recycling. 2014. Vol. 89. P. 76–85.
4. Braun T., Hennig A., Lottermoser B. G. The need for sustainable technology diffusion in mining: Achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry // Journal of Sustainable Mining. 2017. Vol. 16. Iss. 1. P. 24–30.
5. Nehring M., Knights P. F., Kizil M. S., Hay E. A comparison of strategic mine planning approaches for in-pit crushing and conveying, and truck/shovel systems // International Journal of Mining Science and Technology. 2018. Vol. 28. Iss. 2. P. 205–214.
6. de los Reyes J. A. Mining shareholder value: Institutional shareholders, transnational corporations and the geography of gold mining // Geoforum. 2017. Vol. 84. P. 251–264.

7. Фозилов Э. М. Особенности глубоких горизонтов золоторудных месторождений Нурата-Зарафшанского горнорудного района // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: сб. матер. II Всероссийской молодежной геологической конф. – Уфа, 2014. С. 104–113.
8. Шеметов П. А., Насиров У. Ф., Очиллов Ш. А. Анализ технологической схемы развития горных работ на карьере «Мурунтау» // Известия вузов. Горный журнал. 2015. № 1. С. 23–27.
9. Трубецкой К. Н., Жариков И. Ф., Шендеров А. И. Совершенствование циклично-поточной технологии при комплексном освоении месторождений // Маркшейдерия и недропользование. 2014. № 3. С. 22–31.
10. Чебан А. Ю. Добычный комплекс для открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 3. С. 8–11.
11. Йулдошев У. У. V очередь развития карьера «Мурунтау» Навоийского ГКМ // Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития: VIII Междунар. науч.-техн. конф. – Навои, 2015. С. 87–88.
12. Йулдошев У. У. Развитие глубокого карьера Мурунтау в новых границах V очереди // Горный вестник Узбекистана. 2016. № 1(64). С. 22–25. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 9, pp. 90–96
DOI: 10.17580/gzh.2018.09.15

Evaluation of mining and transport equipment fleet for phase IV–V transition at Muruntau–Myutenbai open pit mine

Information about authors

A. F. Ravshanov¹, Chief Engineer of the Central Mine Management
A. A. Silkin², Head of the Research Laboratory, Silkin.A.A@vnipt.ru
A. V. Seleznev², Head of Research Department

¹ Navoi Mining and Metallurgical Combinat, Navoi, Uzbekistan
² VNIPPromtehnologii, Moscow, Russia

Abstract

Developed in 2015, the long-term strategy for the Muruntau and Myutenbai deposits, with validation of quality standards and re-appraisal of the reserves in 2016, provides stage-wise advance of mining. The initial stage operations are to be carried out within the limits of phase IV (up to 2019). Then goes a transition period for completing extraction of phase IV reserves (2020–2028) and continuing expansion of the open pit mine within the limits governed by preservation of the available surface infrastructure and cyclical-and-continuous method conveyors (2020–2034) in order to ensure construction of an inclined shaft with conveyor lines from the northwest pit wall Muruntau to Hydrometallurgical Works 2 (2033–2039) and with regard to ultimate limits reached by the pit wall benches (by 2036–2037). Later on, between 2035 and 2050, mining will be implemented within the limits of phase V. Meanwhile the required mining and transport equipment is to be reliably estimated with regard to available conveyor systems involved in the cyclical-and-continuous technology. The calculations of the number of dump trucks and shovels, accomplished with sufficient accuracy and multi-factor analysis, allow planning overburden and ore haulage with respect to the operating conveyor lines of the cyclical-and-continuous technology at the joint Muruntau–Myutenbai open pit mine for a period up to 2040. It is also taken into account that starting from 2039–2040, the inclined conveying shaft towards Hydrometallurgical Works 2 will start operation on the western pit wall while the eastward high-angle conveyor (KNK-270) and the crushing-and-loading point (DPP-3500) will be dismantled.

Keywords: Muruntau–Myutenbai open pit mine, stage-wise mining advance, mining and transport equipment.

References

1. Kholikulova Sh. B. History and future of mining industry (in terms of the Navoi Region). *Young Scientist*. 2017. No. 10. pp. 359–361.
2. Fang N., Ji C., Crusoe G. E. Stability analysis of the sliding process of the west slope in Buzhaoba Open-Pit Mine. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2016. Vol. 26, Iss. 5. pp. 869–875.
3. Raupova O., Kamahara H., Goto N. Assessment of physical economy through economy-wide material flow analysis in developing Uzbekistan. *Resources, Conservation and Recycling*. 2014. Vol. 89. pp. 76–85.
4. Braun T., Hennig A., Lottermoser B. G. The need for sustainable technology diffusion in mining: Achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry. *Journal of Sustainable Mining*. 2017. Vol. 16, Iss. 1. pp. 24–30.
5. Nehring M., Knights P. F., Kizil M. S., Hay E. A comparison of strategic mine planning approaches for in-pit crushing and conveying, and truck/shovel systems. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2018. Vol. 28, Iss. 2. pp. 205–214.
6. de los Reyes J. A. Mining shareholder value: Institutional shareholders, transnational corporations and the geography of gold mining. *Geoforum*. 2017. Vol. 84. pp. 251–264.
7. Fozilov E. M. Features of deep horizons at gold deposits of the Nurata–Zarafshan ore province. *Geology, Geoecology and Resource Potential in the Ural and Adjacent Territory: II All-Russia Youth's Geological Conference Proceedings*. Ufa: DizinPoligrafServis, 2014. pp. 104–113.
8. Shemetov P. A., Nasirov U. F., Ochilov Sh. A. Analysis of the technological scheme of development of mining in “Muruntau” open pit. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal*. 2015. No. 1. pp. 23–27.
9. Trubetsky K. N., Zharikov I. F., Shenderov A. I. Cyclical-and-continuous method perfection at complex mastering of deposits. *Marksheideriya i nedropolzovanie*. 2014. No. 3. pp. 22–31.
10. Cheban A. Yu. Production complex for open-cast mining of solid minerals. *Mining Equipment and Electromechanics*. 2017. No. 3. pp. 8–11.
11. Iuldoshev U. U. Muruntau open pit mining phase V at the Navoi Mining and Metallurgical Combinat. *Mining and Metallurgy – Achievements, Problems and Current Development Trends: VIII International Scientific–Technical Conference Proceedings*. Navoi, 2015. pp. 87–88.
12. Iuldoshev U. U. Expansion of deep open pit mine Muruntau in new limits of phase V. *Gornyy vestnik Uzbekistana*. 2016. No. 1(64). pp. 22–25.