

**РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ
ОДНОЯРУСНЫХ ОТВАЛОВ ПРИ КОНВЕЙЕРНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Р. Ш. Наимова

Ташкентский государственный технический
университет имени И.А. Каримова.**Аннотация**

Открытые горные работы развиваются по пути увеличения объемов перемещаемой горной массы с образованием на земной поверхности отвалов вскрышных пород. Для уменьшения занимаемой площади предложено увеличить высоту конвейерных отвалов, отсыпаемых на неоднородном по несущей способности основании консольными отвалообразователями, отказавшись от сохранения устойчивости системы «Отвал - основание», перейдя к управляемому сдвигению пород в отвале, при сохранении устойчивости системы «Машина – отвал», обеспечив тем самым безопасность работы отвального оборудования. Такое решение реализуется при отсыпке отвальных заходок узкими полосами при параллельном развитии отвального фронта или переходом на его веерное развитие. В результате при формировании 2-х ярусного отвала комплекса ЦПТ общей высотой ~175÷180 м высота нижнего яруса была увеличена с ~60 м до 90 м.

Ключевые слова: карьер, конвейерный отвал, отвалообразование, устойчивость, ярус, высота отвала, безопасность работ, ширина заходки, деформация, свойства горных пород, угол естественного откоса.

Introduction**Abstract:**

When filling external dumps with cantilever dumpers, the constructively possible height of the lower tiers is not limited to the height of unloading, but depends on the load-bearing capacity of the deposited rocks and the base rocks. The complex of studies performed at the Muruntau quarry with conveyor transport in existing mining-geological and mining-technical conditions includes technological schemes of dump formation without gaps created with the help of various loading and transport equipment. These schemes do not require additional capital and operating costs, they can intensify dumping, increase its efficiency and ensure safe working conditions of the dump equipment when dumping dumps on a weak sandy-clay base. The essence of the method is that by increasing the height of the lower tier, which is poured directly on the ground surface, the time of idle runs is reduced and the number of movements of the dumper is reduced, which, accordingly, provides an increase in its annual productivity. Evaluation of the relationship between the characteristics of the deformation processes of the conveyor blade with the technology of its formation showed that the dumping with one wide dump insert (the width of the insert is equal to the step of moving the dump conveyor 68-84 m), characterized by the fact that as long as the slope of the dump is loaded, the intensity of its shrinkage does not exceed 1-5 mm/day. During the period of dumping the cone on the slope of

the previous setting, the shrinkage rate increases sharply and reaches 200-250 mm/day, while the height of the blade tier is the same in both cases and is 50 m according to the project. Therefore, the option with a fan movement of the dump conveyor is more preferable, since the distance of transportation in this case is reduced by 400 m. This leads to a reduction in energy consumption by 0.12 kWh / m³ (≈ 1.4 million kWh / year), which is essential for the enterprise. As a result, the proposed technology of high dump dumping ensures the safety of the dump equipment.

Keywords: Quarry, dump, dump formation, stability, tier, height of the dump, safety of work, width of the landing, deformation, properties of rocks, angle of natural slope.

Открытые горные работы развиваются по пути увеличения размеров карьеров и объемов перемещаемой горной массы. При этом на земной поверхности из вскрышных пород формируют многоярусные отвалы, в которых высота каждого яруса определяется безопасностью работы отвального оборудования. С этой точки зрения конвейерные отвалы карьера Мурунтау с крупногабаритным отвальным оборудованием (отвалообразователи ОШС 4500/125 и конвейеры с шириной ленты 2 м) можно рассматривать как сложное сооружение, эксплуатируемое в условиях неопределенности, связанной с особенностями инженерно-геологических условий их формирования.

Конвейерные отвалы карьера Мурунтау занимают площадь более 4 км² при длине отвального фронта 2,2 км. Угол падения земной поверхности в направлении подвигания отвального фронта работ - $\sim 1^\circ$.

Изучение инженерно-геологических условий показало, что на глубину до 30 м основание отвалов представлено разнообразными породами с различными инженерно-геологическими характеристиками (выветрелые сланцы различного состава, суглинки, пестро-цветные и коричнево-красные глины, пески глинистые). При этом участки с высокой и низкой несущей способностью чередуются.

По характеру контакта породы основания разделены на:

-- устойчивый (коричнево-красные глины, твердые - сцепление $C=0,124$ МПа, угол внутреннего трения $\varphi=21^\circ$);

- ослабленный (суглинок дресвяный, загипсованный - $C=0,047$ МПа, $\varphi=26^\circ$);

- слабый (зеленые глины, суглинок просадочный - $C=0,021$ МПа, $\varphi=27^\circ$).

Ширина участков со слабым контактом – от 100÷150 м до 400 м. Следует отметить, что положение таких участков может быть неизвестно, поэтому в ряде случаев формирование отвалов большой ($>0,8\div 1,0$ км) протяженности происходит в условиях неопределенности. В таких условиях главный фактор повышения безопасности отвалообразования – соответствие высоты нижнего яруса переменной несущей способности основания.

Опыт отсыпки внешних отвалов и анализ научных разработок в этой области свидетельствует о том, что существуют целый ряд технологических схем отвалообразования, направленных на повышение устойчивости и емкости отвалов [1-10]. Среди них: разработка конструктивных параметров с учетом прочностных свойств

отвального массива, улучшение прочностных свойств отвального массива при слоевой укладке разнопрочных пород в один отвал, применение рациональной формы отвала в плане, сезонная отсыпка пород и др. Тем не менее, в этой области существуют еще нереализованные резервы повышения эффективности и безопасности отвалообразования, в частности, при конвейерном транспорте, интерес к которому с предусматриваемым внедрением циклично-поточной технологии (ЦПТ) на крупных рудных месторождениях в последнее время повысился.

В первом техническом проекте разработки месторождения Мурунтау с использованием ЦПТ безопасность работы отвального оборудования обеспечивалась отсыпкой конвейерного отвала на предварительно сформированный автомобильный отвал (расстояние перевозки 5 км, объем $4,5 \div 5,0$ млн.м³/год). Однако этот вариант реализован не был, а для обоснования высоты яруса были рассмотрены три характерных варианта его возможной деформации [11-14]:

- сдвиг по сильному контакту (прочное основание);
- сдвиг по ослабленному контакту (наличие слабого слоя на глубине 4 м);
- сдвиг по слабому контакту (наличие слабого слоя на глубине 12 м);

Анализ полученных результатов показывает, что предельная высота отвала при угле его откоса 36° составляет на устойчивом основании 170 м, на ослабленном - 122 м и на слабом - 69 м [12].

Предпосылками для проведения эксперимента послужил опыт формирования конвейерных отвалов в режиме управляемого сдвижения песчано-глинистых пород при открытой разработке пластового месторождения Учкудук [12]. Высота внешних и внутренних отвалов в этом случае в 2÷4 раза превышала предельно допустимых значений.

Для опытных работ в условиях карьера Мурунтау был выбран участок с ослабленными контактами пород на глубине 4 и 20 м и определена высота отвала (90 м), при превышении которой прогнозировался его переход в режим управляемого сдвижения пород [13]. Процесс деформации отвала и пород основания отслеживался с помощью наблюдательной станции, включающей две профильные линии из 16 маркшейдерских реперов и три тросовых репера на верхней площадке отвала и два профиля из 10 инклинометрических скважин в его основании. Отвал отсыпался в два этапа: сначала на высоту 90 м с увеличением до 110 м через 3 месяца.

Анализ результатов наблюдений показал, что деформации отвала связаны, в основном, с уплотнением отсыпанных пород под действием сил гравитации. Скорость усадки спланированного отвала составляет 2-4 мм/сутки. При этом начало отсыпки пород на откос предыдущей заходки сопровождалось интенсивной (0,5 м/сутки) усадкой приоткосной зоны (~15 м), затухающей в течение 2÷3 суток.

На основе полученных результатов были сделаны следующие выводы:

- подтвердилось возможность формирования из скальных пород конвейерных отвалов высотой 100 м при наличии слабого контакта в основании отвала;
- вероятность образования оползневого тела сохраняется;

- исследования по определению параметров потенциального оползневого тела и безопасных условий работы отвального оборудования следует продолжить.

Накопленный опыт позволил в качестве главного направления повышения эффективности отвальных работ принять увеличение вместимости отвалов за счет формирования высоких ярусов отвалов, что потребовало разработки научно-технических основ такого отвалообразования, базирующихся на концепции обеспечения безопасности выполняемых работ. Главным элементом такой концепции является иерархически построенная структура, в которой устойчивость отвала в целом определяется устойчивостью системы «Отвал - основание», а безопасность работы отвального оборудования – устойчивостью системы «Машина – отвал» [12]. Указанный подход к обеспечению безопасности отвалообразования способствует правильному пониманию значения устойчивости отвала на разных иерархических уровнях организации работ, позволяет в ряде случаев отказаться от сохранения устойчивости первой системы, перейдя к управляемому сдвигению пород в отвале, но сохранив устойчивость второй системы, обеспечив тем самым безопасность работы оборудования. Конвейерные отвалы, отсыпаемые консольными отвалообразователями, наилучшим образом соответствуют такой концепции, поскольку оборудование может размещаться на значительном расстоянии от верхней бровки отвала (рис.1) с возможностью его изменения во время работы. Для обоснования такого расстояния и его поддержания в заданных пределах были проведены исследования, включающие [12]:

- изучение динамики деформационных процессов поверхности отвалов во времени и пространстве с оценкой их влияния на безопасность отвального оборудования;

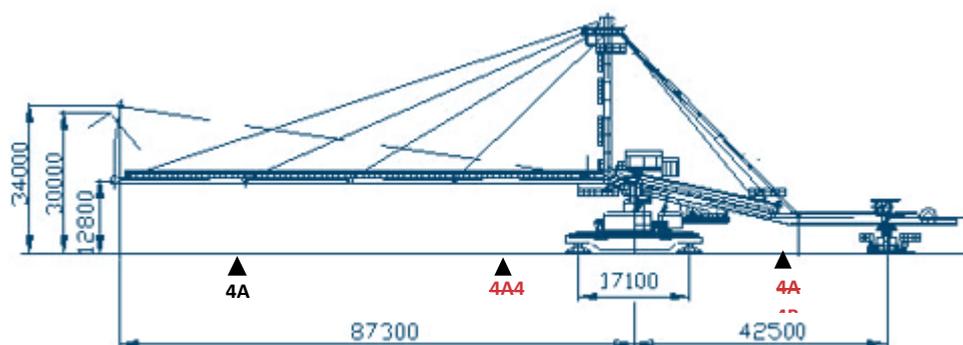


Рис.1. Технологические размеры отвалообразователя ОШС 4500/125 и схема расположения реперов наблюдательной станции: 4А, 4Б и 4В на расстоянии от оси отвального конвейера 80 ÷100 (3 репера), 40÷60 (3 репера) и 10 ÷12 м (1 репер) соответственно.

- обоснование технологических параметров работы отвального оборудования при отсыпке консольным отвалообразователем отвала с высотой яруса ~100 м.

Исследования были проведены на конвейерном отвале со средней проектной высотой 52 м, отсыпаемым консольным отвалообразователем ОШС 4500/125 на основание с переменной несущей способностью пород. Динамика деформационных процессов

изучалась на двух наблюдательных станциях (расстояние между станциями 500 м), включающих по 7 рабочих реперов, заложенных поперек отвальной заходки (рис.1). Наблюдения велись в течение четырех месяцев.

Анализ полученных результатов показал, что за время наблюдений осадка отвала у отвального конвейера не превысила 0,20 м, на расстоянии 40 м от оси конвейера трассе перемещения отвалообразователя – 0,30 м, а на расстоянии 60 м от верхней бровки спланированного отвала составила от 0,70 до 1,20 м.

Таблица. Усадка отвала на разном расстоянии от оси отвального конвейера (через 90 дней после планировки отвала).

Показатели	Значение						
	4В	4Б			4А		
Группа реперов наблюдательной станции							
Расстояние от оси конвейера, м	10,5	38,5	48,0	57,5	76,0	84,5	94,0
Усадка, м	0,12	0,18	0,40	0,67	1,30	1,75	2,35

На рис.2 представлены прогнозные графики зависимости усадки отвала разной высоты от расстояния до оси отвального конвейера с выделением области критических усадок, связанных с трещинообразованием.

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением высоты яруса отвала с 60 м до 90 м и 120 м опасные для отвалообразователя трещины образуются на расстояниях, соответственно, 49, 42 и 32 м от отвального конвейера. Поскольку отвалообразователь всегда должен находиться за пределами опасной зоны, то с увеличением высоты отвала зона его безопасной работы уменьшается, приближаясь к отвальному конвейеру.

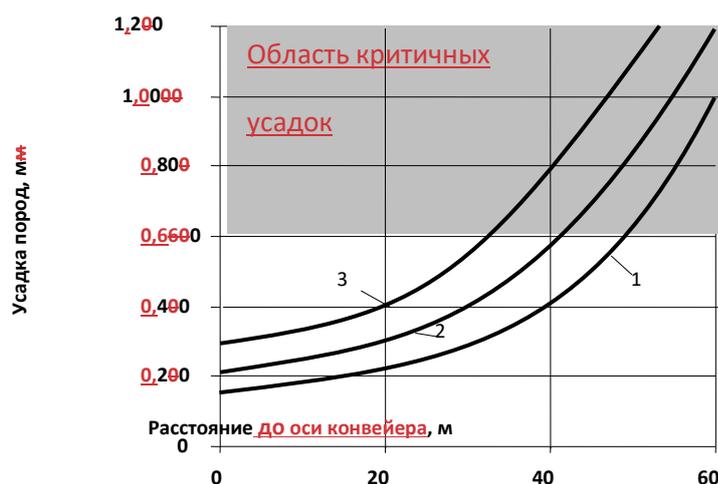


Рис. 2. Зависимость критической усадки пород в отвале от расстояния до оси конвейера при высоте яруса 60 м (1), 90 м (2) и 120 м (3).

После передвижки отвального конвейера на отвале высотой $90 \div 100$ м отвалообразователь может находиться от отвального конвейера на расстоянии не более $25 \div 30$ м, располагаясь к нему под углом (рис. 3), и отсыпать породы полосой такой же ширины. И только после отсыпки этой полосы он может быть отодвинут от конвейера, поскольку в результате ее отсыпки из первого положения формируется новая граница отвального яруса, расположенная на $25 \div 30$ м дальше от отвального конвейера. Следовательно, на такое же расстояние отодвигается и зона опасного трещинообразования.

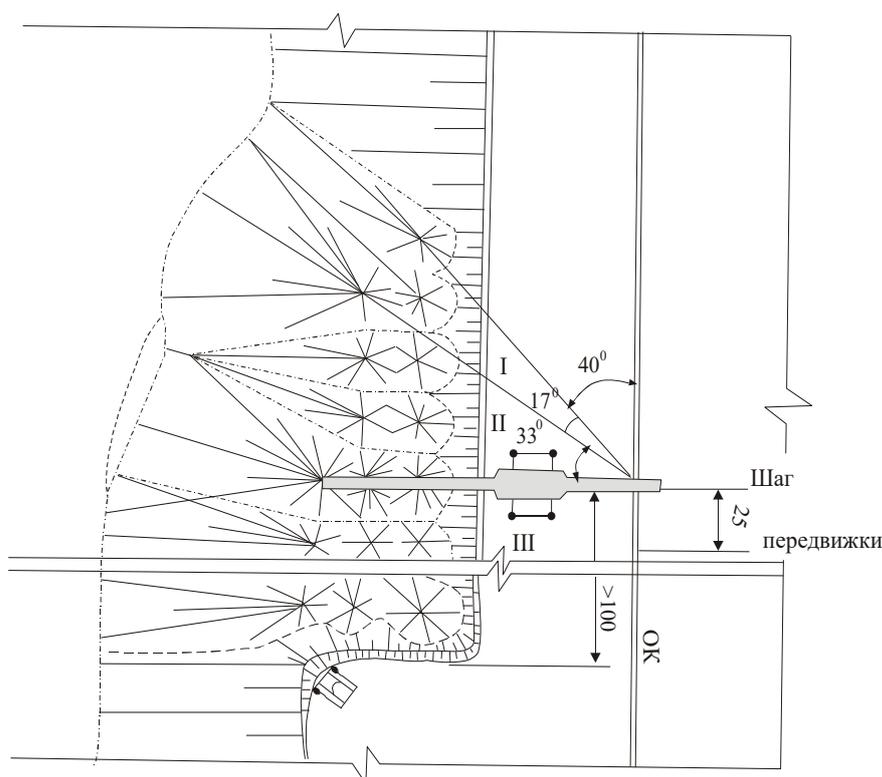


Рис. 3. Схема перемещения отвалообразователя при отсыпке нижнего яруса отвала узкими полосами.

Отвальная заходка шириной $90 \div 100$ м может отсыпаться в $2 \div 3$ приема при размещении отвалообразователя к отвальному конвейеру сначала под углом 40° , затем $57 \div 60^\circ$ или сразу 90° .

До начала отсыпки новой заходки скорость вертикального смещения реперов у верхней бровки отвала составила $1,5 \div 2,5$ мм/сутки, в середине заходки и у отвального конвейера – $1,0 \div 1,5$ мм/сутки. Такая незначительная скорость усадки отвала объясняется тем, что в рассматриваемый период времени откос отвального яруса находился в свободном состоянии.

Отсыпка первой узкой полосы заходки на откос отвала высотой ~ 60 м сопровождалась резким ростом интенсивности деформационных процессов, которая за 20 суток составила по реперам: 4А - 80 мм/сутки (1,43 м), 4Б - 14 мм/сутки (0,26 м) и 4В - $2 \div 3$ мм/сутки (0,05 м). При этом граница зоны развития ступенчатых трещин с высота

ступени до 0,25 м проходила в 20÷30 м от отвального конвейера. Такие трещины с раскрытием до 0,08 м, не представляющие опасности для отвалообразователя, ликвидировались до его перемещения на новое место работы.

Увеличении глубины карьера Мурунтау с 480 до 600 м сопровождается ростом на 400 млн. м³ объема вскрышных пород, требующих размещения во внешних отвалах [11,14,15,16], что обуславливает потребность в дополнительном земельном отводе при увеличении расстояния транспортирования пород. В связи с этим результаты проведенных исследований были использованы при подготовке технологических решений по формированию отвалов без таких отрицательных последствий, что имеет существенное значение для ЦПТ, эффективно используемой в карьере. При этом возникает вопрос формирования не только высоких ярусов, но и высоких многоярусных конвейерных отвалов.

Конвейерному транспорту характерно применение прямолинейного фронта развития отвальных работ, длина которого в карьере Мурунтау превышает 2 км. В такой ситуации эффективность отвалообразования зависит от технологических схем формирования отвалов, различающихся затратами времени на передвижку отвальных конвейеров, маневры отвалообразователя, обход мертвых зон, работу в тупиках и другие операции. Доля таких непроизводительных, но технологически необходимых затрат времени зависит от ширины заходки и высоты яруса отвала и при существующих схемах значительна [12,13].

Наличие ослабленных участков основания обусловило необходимость разработки технологических схем отвалообразования, гарантирующих безопасность крупногабаритного отвального оборудования на высоких отвалах с любым основанием. В основу разработки таких схем была положена идея создания условий для опережающего образования локальных деформаций, что достигается доведением отвала на локальном участке до критической высоты. Для этого на верхнюю часть откоса отвала консольным отвалообразователем из первого положения (см. пояснения к рис.3) отсыпают дестабилизирующий конус породы, создавая дополнительную нагрузку на основание отвала. Если основание отвала устойчиво, то деформации отвала не происходит, а если ослаблено – то деформация будет иметь место.

В первом случае после отсыпки породы в конус 1-го ряда последовательно отсыпаются породы в конусы второго и, если необходимо, третьего ряда. Возможность такой отсыпки пород определяется линейными параметрами отвалообразователя.

Во втором случае, когда дестабилизирующий конус породы инициирует локальную деформацию отвала с образованием оползневого тела, отсыпку пород в конус продолжают до стабилизации оползня. При этом расчетная зона захвата оползня на верхней площадке прямолинейного отвала не превышает 30÷35 м, а оползневое тело создает своеобразный контрфорс, обеспечивая устойчивость отвала в целом. После стабилизации оползня на полученную боковую поверхность отвала последовательно отсыпают следующие ряды конусов породы, которые продолжают формировать оползневое тело, выполняя роль опережающих призм упора. Безопасность отвального оборудования в этом случае обеспечивается.

Другим технологическим решением формирования высоких отвалов на слабом основании является переход от параллельного к веерному развитию отвалов с соответствующим изменением схемы передвижек отвального конвейера. При выборе такого варианта кроме высоты ярусов отвала и несущей способности основания следует учитывать также емкость отвальной заходки, продолжительность одной передвижки отвального конвейера, энергетические затраты на транспортирование.

При веерных передвижках отвального конвейера отвалообразователь начинает отсыпку заходки из самого безопасного положения – от концевого барабана конвейера. В этом случае при его перемещении в сторону приводной станции под острым углом к отвальному конвейеру обеспечивает опережающую отсыпку дестабилизирующего конуса пород в верхней части откоса отвала. В результате образуется либо упорная призма, либо формируется оползневое тело, которое после стабилизации выполняет роль такой призмы. Результат – гарантия безопасных условий работы отвального оборудования.

На основе выполненных исследований задача выбора рациональной схемы формирования конвейерных отвалов в карьере Мурунтау была решена для комплекса ЦПТ, поточная часть которого состояла из двух конвейерных линий с шириной ленты 2,0 м и двух отвалообразователей ОШС 4500/125 общей производительностью 25,6 млн.м³ (66,0 млн.т) горной массы в год.

Отвал комплекса ЦПТ общей высотой ~175÷180 м состоит из двух ярусов, формируемых отвалообразователями при работе с нижней и верхней отсыпкой пород. Высота 1-го яруса отвала составляет ~115 м, из которых ~90 м приходится на нижнюю и ~28 м на верхнюю отсыпку пород, а высота 2-го яруса - ~60 м, из которых ~35 м с нижней и ~28 м с верхней отсыпкой пород. При этом 1-ый ярус отвала отсыпается параллельными, а 2-ой – веерными заходками (рис.4). Полученные результаты подтвердили правильность решений по формированию конвейерных отвалов на слабом и неоднородном по устойчивости основании.



Рис. 4.Схемы развития отвалов карьера Мурунтау: 1, 2 – прямолинейная и веерная при конвейерном транспорте; 3 – криволинейная при автомобильном транспорте.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать выводы о том, что при конвейерном транспорте:

- устойчивость отвалов, отсыпаемых консольными отвалообразователями на неоднородном по несущей способности основании, следует рассматривать на иерархически взаимосвязанных уровнях: верхнем, на котором устойчивость отвала в целом определяется устойчивостью системы «Отвал - основание», и нижним, на котором безопасность работы отвального оборудования обеспечивается устойчивостью системы «Машина – отвал»;
- в ряде случаев целесообразно отказаться от сохранения устойчивости системы «Отвал - основание», перейдя к управляемому сдвигению пород в отвале, но сохранив устойчивость системы «Машина – отвал», обеспечив тем самым безопасность работы оборудования;
- устойчивость системы «Отвал - основание» проверяется опережающей породной пригрузкой верхней части откоса отвала, дестабилизирующей его при слабом основании, а устойчивость системы «Машина – отвал» - размещением отвального оборудования за пределами зоны опасных деформаций, которая устанавливается предварительными геомеханическими исследованиями;
- технические решения, обеспечивающие опережающую породную пригрузку верхней части откоса при параллельном развитии отвала, предусматривают отсыпку параллельных заходок узкими полосами либо переход на веерное перемещение фронта отвальных работ;
- результаты исследований деформационных процессов конвейерных отвалов карьера Мурунтау, отсыпаемых на неоднородном по несущей способности основании, позволили сделать вывод о том, что деформациями отвалов можно управлять, а предложенные технологические решения обеспечивают безопасность работы отвального оборудования при увеличении высоты нижнего яруса отвалов по сравнению с проектными значениями в 1,5÷1,8 раза (с 50÷60 м до 90 м).

Заключение

В техническом проекте разработки месторождения Мурунтау высота отвалов на неоднородном основании определялась в расчете на «худший» вариант по минимальной несущей способности, что значительно уменьшало их приемную способность. После проведенных исследований для увеличения высоты отвала было обосновано решение, предусматривающее отказ от сохранения устойчивости системы «Отвал - основание», перейдя к управляемому сдвигению пород в отвале, при сохранении устойчивости системы «Машина – отвал», обеспечив тем самым безопасность работы отвального оборудования. Такое решение реализуется при отсыпке отвальных заходок узкими полосами при параллельном развитии отвального фронта или переходом на его веерное развитие. В результате при формировании 2-х ярусного отвала комплекса ЦПТ общей высотой ~175÷180 м высота нижнего яруса была увеличена с ~60 м до 90 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров Н.А. и др. Опыт обеспечения устойчивости уступов, бортов и отвалов карьера Мурунтау // М.: Горный журнал, 1992.- №2.- С. 35-38.
2. Левенсон С.Я., Гендлина Л.И., Морозов А.В., Усольцев В.М. Условия эффективного использования вибрационной техники на автомобильных отвалах // Горный информационно-аналитический бюллетень -2011. - №5. – С. 230-235.
3. Еремин Г.М. Обоснование выбора эффективной технологии отвалообразования на карьерах без обрушения отвалов с учетом экологических требований // Горный информационно-аналитический бюллетень -2015. - №5. – С. 44-50.
4. Еремин Г.М. Обоснование принципов и методологии совершенствования технологии отвалообразования на горных склонах // Горный информационно-аналитический бюллетень -2010. - №9. – С. 167-171.
5. Suleman, H. A. and Baffoe, P. E. “Selecting Sites for Mine Waste Dumps Using GIS Techniques at Goldfields, Damang Mine” // Ghana Mining Journal – 2017. -Vol. 17, No. 1, pp. 9 - 17.
6. Huang Lei, Zhang Peng, Hu Yigang, Zhao Yang. Vegetation succession and soil infiltration characteristics under different aged refuse dumps at the Heidaigou opencast coal mine // Global Ecology and Conservation. – 2015. – № 4. – P. 255–263
7. Arshi An. Reclamation of coalmine overburden dump through environmental friendly method // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2017. – № 24. – P. 371–378
8. Попов В.Н. и др. Формирование высоких устойчивых отвалов на слабом основании // Открытая добыча полезных ископаемых: Тез. докл. 6-й Национальной конференции с международным участием. Болгария. Несберг, 2001.
9. Попов С.В. Разработка методов обеспечения устойчивости высоких отвалов на слабом основании. – М.: Автореф.дис...канд. техн. наук. –2003.- 22 с.
10. Попов В.Н., Шпаков П.С. Управление устойчивостью карьерных откосов. Москва: «Горная книга», 2007. – С.490-500.
11. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2007. – 696 с.
12. Наимова Р.Ш. Разработка технологии формирования высоких одноярусных отвалов при переменной несущей способности основания: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Навоий:, 2005.- 116 с.
13. Клименко А.И. и др. Управляемое сдвигание пород при отсыпке автомобильного отвала // Навоий: Горный вестник Узбекистана, 2000.- №1.- С. 24-29.
14. Раимжанов Б.Р., Раимов С.С., Наимова Р.Ш. Исследование напряженного состояния прибортового массива при нагружении откоса отвалом // Навоий: Горный вестник Узбекистана. – 2018. - №1. - С. 22-25.
15. Снитка Н.П., Наимова Р.Ш. Направления комплексного использования техногенных ресурсов при открытой разработке месторождения Мурунтау // М.: Горный журнал, 2018. - №9. – С.57-61.

16. Снитка Н.П., Наимова Р.Ш., Равшанов А.Ф. Совершенствование методов управления техногенными ресурсами при открытой разработке месторождений. – Ташкент : ФАН, 2018. – 252 с.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Наимова Рано Шукуровна¹ – докт. техн. наук, профессор

e-mail: nrano-67@rambler.ru,

Ташкентский государственный технический университет имени И.А. Каримова

AUTHORS

Naimova Rano Shukurovna¹ DSc, professor.

e-mail nrano-67@rambler.ru

Tashkent state technical university named Islam Karimov

REFERENCES

1. Fedorov N.A. i dr. Opit obespecheniya ustoychivosti ustupov, bortov i otvalov karera Muruntau // M.: Gorniy jurnal, 1992. - №2.- P. 35-38.
2. Levenson S.YA., Gendlina L.I., Morozov A.V., Usolsev V.M. Usloviya effektivnogo ispolzovaniya vibratsionnoy texniki na avtomobilnix otvalax // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten -2011. - №5. – S. 230-235.
3. Eremin G.M. Obosnovanie vibora effektivnoy texnologii otvaloobrazovaniya na karerax bez obrusheniya otvalov s uchetom ekologicheskix trebovaniy // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten -2015. - №5. – S. 44-50.
4. Eremin G.M. Obosnovanie principov i metodolgoii sovershenstvovaniya texnologii otvaloobrazovaniya na gornix sklonax // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten -2010. - №9. – S. 167-171.
5. Suleman, H. A. and Baffoe, P. E. “Selecting Sites for Mine Waste Dumps Using GIS Techniques at Goldfields, Damang Mine” // Ghana Mining Journal – 2017. -Vol. 17, No. 1, pp. 9 - 17.
6. Huang Lei, Zhang Peng, Hu Yigang, Zhao Yang. Vegetation succession and soil infiltration characteristics under different aged refuse dumps at the Heidaigou opencast coal mine // Global Ecology and Conservation. – 2015. – № 4. – P. 255–263
7. Arshi An. Reclamation of coalmine overburden dump through en vironmental friendly method // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2017. – № 24. – P. 371–378
8. Popov V.N. i dr. Formirovanie visokih ustoychivih otvalov na slabom osnovanii // Otkrytaya dobytcha poleznykh iskopaemykh: Tez. dokl. 6-y Natsionalnoy konferensii s mejdunarodnim uchastiem. Bolgariya. Nesberg 2001.
9. Popov S.V. Razrabotka metodov obespecheniya ustoychivosti visokih otvalov na slabom osnovanii. – M.: Avtoref.dis...kand. texn. nauk –2003.- 22 p.
10. Popov V.N., Shpakov P.S. Upravlenie ustoychivostyu karernih otkosov. M.: «Gornaya kniga», 2007. – P.490-500.

11. Kucherskiy N.I. Sovremennie texnologii pri osvoenii korennix mestorojdeniy zolota. – M.: Izd. dom «Ruda i metalli», 2007. – 696 p.
12. Naimova R.Sh. Razrabotka texnologii formirovaniya visokih odnoyarusnich otvalov s peremennoy nesushey sposobnostyu osnovaniya: Diss. na soisk. uch. st. kand. techn. nauk. – Navoiy. 2005.-116 c.
13. Klimenko A.I. i dr. Upravlyaemoe sdvijenie porod pri otsipke avtomobilnogo otvala // Navoiy: Gorniy vestnik Uzbekistana, 2000. - №1.- P. 24-29.
14. Raimjanov B.R., Raimov S.S., Naimova R.Sh. Issledovanie napryajennogo sostoyaniya pribortovogo massiva pri nagrujenii otkosa otvalov // Navoiy: Gorniy vestnik Uzbekistana. – 2018. - №1. P. 22-25.
15. Snitka N.P., Naimova R.Sh. Napravleniya kompleksnogo ispolzovaniya texnogennih resursov pri otkritoy razrabotke mestorojdeniya Muruntau // M.: Gorniy jurnal, 2018. - №9. - P.57-61.
16. Snitka N.P., Naimova R.Sh., Ravshanov A.F. Sovershenstvovanie metodov upravleniya texnogennimi resursami pri otkritoy razrabotke mestorojdeniy. – Tashkent : FAN, 2018. – 252 s.