

Оценка вместимости дражных выработок для размещения эфельных отвалов при разработке глубоких и техногенных россыпей

Тальгамер Б. Л.¹, Мурзин Н. В.^{1*}, Снетков В. И.¹

¹ Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

*e-mail: murzinnv@istu.edu

Реферат

Введение. При дражной разработке глубоких и техногенных россыпей довольно часто имеет место подэфеливание кормы драги. Одной из причин подэфеливания является уменьшение вместимости дражной выработки в месте укладки отвалов из-за обрушения бортов разреза, что не учитывается известными методиками расчета.

Цель работы. Оценка степени сокращения вместимости выработанного пространства дражных разрезов для складирования эфелей в зависимости от горнотехнических условий драгирования.

Методология. Прогнозирование вместимости дражной выработки для складирования эфелей должно осуществляться с учетом естественного откосообразования бортов разреза за период подвигания драги на расстояние, равное удалению эфельных колод от забоя. Степень сокращения приемной способности нижней части дражной выработки должна устанавливаться с учетом выполаживания бортов разреза, которое зависит от состава пород (степени их связности), мощности рыхлых отложений, ширины забоя и рабочих параметров драги.

Результаты. По итогам графоаналитических расчетов установлено, что приемная способность нижней части дражной выработки за счет обрушения бортов разреза с увеличением мощности рыхлых отложений с 10 до 34 м для наиболее выгодной ширины забоя 380-литровой драги сокращается от 3 до 10 %, что может привести к существенному усилению подэфеливания кормы драги.

Выводы. На глубоких и техногенных россыпях при расчете параметров эфельного отвала в существующие методики рекомендуется вводить поправку, учитывающую сокращение вместимости нижней части выработанного пространства из-за обрушения бортов разреза.

Ключевые слова: эфельные отвалы; выработанное пространство; устойчивость откосов; отвалообразование; драгирование; дражные работы.

Введение. При дражной разработке россыпей довольно часто имеет место подэфеливание кормы драги. При этом, по приведенным в проектной документации данным расчетов, длина кормовых колод и другие конструктивные параметры драги должны обеспечивать нормальные условия ее маневрирования в технологическом водоеме. Основной причиной несоответствия фактических параметров эфельного отвала и расчетных значений является повышенный (относительно геологических данных) выход пород эфельной фракции. Кроме того, как показывает практика, подэфеливание усиливается на сужениях дражного полигона, где наблюдается небольшая ширина дражного хода. Вместе с тем при проверке соответствия конструктивных размеров драги горнотехническим условиям залегания запасов рекомендуется выполнять расчет для максимальных значений параметров россыпи [1]. Вместимость выработки для размещения эфельных отвалов в

проектной документации проверяется также для максимальной глубины и ширины полигона. При разработке более узких участков россыпей вместимость дражной выработки резко сокращается, а выход хвостов при драгировании расширяющегося полигона существенно вырастает. С учетом удаления места складирования эфелей от забоя драги на расстояние около 60 м (для 250-литровой драги) или около 90 м (для 380-литровой драги) площадь сечения выработки в местах выемки песков и отсыпки эфелей может различаться на 15–20 % [2]. Соответственно и вместимость выработки для размещения эфельного отвала должна оцениваться на сужениях полигона с учетом необходимости складирования объемов пород, драгируемых на более широком, а в ряде случаев и более глубоком участке дражного хода.

И наконец, еще одной причиной подэфеливания кормы драги при разработке глубоких россыпей является уменьшение вместимости дражной выработки за счет обрушения бортов разреза.

Прогнозирование состояния бортов дражного разреза в месте укладки эфелей. В дражных разрезах встречается два вида откосов забоя и бортов – искусственного оформления и естественного формирования (откосы предельного естественного равновесия) [3].

Искусственные откосы характеризуются обеспеченной устойчивостью поверхности. Устойчивая форма придается им в процессе обработки поверхности режущими кромками черпаков. Такие откосы имеют место при неглубоком драгировании в достаточно устойчивых породах, когда «крутизна» откосов не выходит за пределы контуров предельного естественного равновесия. В забоях с искусственными откосами создаются благоприятные условия для послонного ритмичного черпания пород.

Под *откосом предельного естественного равновесия* понимается такое его состояние, при котором породы обнаженной поверхности находятся в условиях предельной устойчивости. Практически такой откос получается тогда, когда при подработке пород у его основания вышележащая часть откоса формируется под воздействием естественных факторов (самосползания, обрушения). В дражных разрезах естественное откосообразование развивается с увеличением высоты забоя и уменьшением связности пород (рис. 1). В условиях естественного формирования откосов процесс черпания пород изменяется, что приводит к ряду отрицательных последствий.

Несмотря на распространенность дражного способа разработки россыпей во всем мире [4–6], изучение вопросов образования и устойчивости откосов дражных выработок всегда шло с заметным отставанием от исследований уступов и бортов карьеров. Длительное время в технической литературе и при проектировании эти процессы рассматривались применительно к мелкому драгированию (до 10–12 м) в простых условиях или по аналогии, причем допускались большие упрощения в формах откосов. Считалось, что забойные и бортовые дражные откосы всегда имеют очертания, которые соответствуют рабочим движениям черпаковой рамы, а дражная выработка, соответственно, имеет четкие и постоянные как верхние, так и приплотиковые границы. С учетом этих основных предпосылок производилось проектирование разработки новых дражных, в том числе и первых глубоких полигонов.

В ходе детального изучения геометрических параметров глубоких дражных разрезов И. И. Пацевым [1, 7] выявлены закономерности фактического формирования забойных, бортовых и отвальных откосов. Определены степень и про-

должительность обрушений уступов в зависимости от горногеологических факторов и параметров драги, изучено влияние разноса бортов разреза на величину потерь песков в межходовых целиках и разубоживание песков. Для экспериментальных наблюдений применена обоснованная методика маркшейдерских измерений, включающая звукоэхолокационную съемку подводных объектов. Дrajные откосы в отличие от откосов на карьерах по разработке рудных и нерудных месторождений всегда ограничены поверхностями обрушения, вследствие чего они имеют в верхней части более крутые углы наклона, фактические откосы глубоких

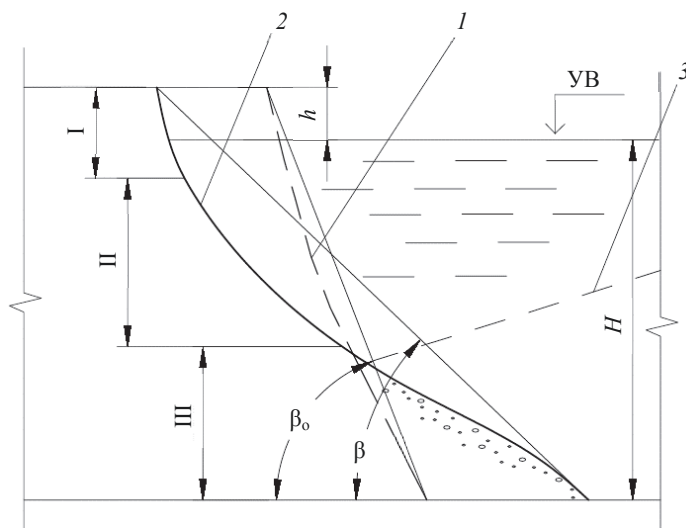


Рисунок 1. Первоначальный, искусственно сформированный – 1 и естественный – 2 профили борта дражного разреза и прогнозный контур эфельного отвала – 3: I – верхняя зона (угол откоса 85°–90°); II – средняя зона (угол откоса 58°–60°); III – нижняя (подотвальная) зона (угол откоса 32°–33°, угол откоса пород в целике близок к искусственно сформированному драгой); h – высота надводного борта, м; H – глубина подводного разреза, м; β_0 , β – угол откоса борта искусственного и естественного формирования соответственно

Figure 1. Initial, artificially formed – 1 and natural – 2 profiles of the dredging pit wall and the predicted contour of the dredging tailings dump – 3: I – the upper zone (85°–90° slope angle); II – the middle zone (58°–60° slope angle); III – the lower (underdump) zone (32°–33° slope angle, rock slope angle in the pillar is close to that artificially formed by the dredge); h – freeboard height, m; H – the depth of the underwater pit, m; β_0 , β – slope angle of artificially and naturally formed walls, respectively

дражных разрезов имеют близкую к вертикальной надводную часть и вогнутую, выполаживающуюся книзу поверхность, скрытую под водой. Многократные натурные съемки обрушений откосов позволили определить методом обратных расчетов основные физико-механические характеристики пород, слагающих уступ.

По результатам исследований И. И. Пацев отмечал, что угол бортовых откосов зависит не только от мощности россыпи, длины и положения черпаковой рамы, но в значительной степени и от угла поворота драги. Результаты расчетов показывают, что драги глубокого черпания производят заоткоску забоя и бортов под более крутыми углами наклона. Пределы изменения угла забойного откоса в за-

висимости от глубины черпания и высоты надводного борта для драг глубокого черпания ОМ-430, ОМ-431 составляют 59° – 78° [7]. Это положение обусловлено относительно большой длиной черпаковой рамы драг глубокого черпания. Величина угла откоса в забое α_0 при данных конструктивных размерах драги уменьшается по мере увеличения мощности обрабатываемой россыпи.

Угол бортового откоса, формируемого драгой, определяется из выражения:

$$\beta_0 = \arctg \frac{H + h}{a \cdot \sin \varphi},$$

где H – подводная глубина разреза, м; h – высота надводного борта, м; a – величина зашагивания, м; φ – угол поворота драги от осевой линии, град.

Угол бортовых откосов β_0 заметно увеличивается при уменьшении угла φ . При выемке косым забоем и при поворотах хода, когда $\varphi_{\text{л}} \neq \varphi_{\text{п}}$, углы откосов правого и левого бортов неодинаковы. Угол откоса борта, к которому смещен ход драги, более крутой, чем угол противоположного борта.

Эти закономерности откосообразования проявляются в более или менее чистом виде при мелком драгировании и на россыпях, сложенных хорошо связанными породами (например, на Урале).

В условиях большинства россыпей, верхние горизонты которых сложены рыхлыми породами I и II категории, а также при разработке техногенных отложений, которые все чаще вовлекаются в отработку [8–11], откосы разреза, формируемые драгой глубокого черпания, неустойчивы. Вследствие этого происходят обрушение верхней части уступов и изменение положения контуров дражного разреза. Верхняя бровка забоя и бортов перемещается по направлению от драги, а нижняя закрывается обрушающимися породами. При этом зубчатые выступы верхней бровки бортов исчезают, поверхность откосов выравнивается. Фактические откосы глубоких дражных разрезов имеют близкую к вертикальной надводную часть и вогнутую, выполаживающуюся к низу поверхность, скрытую под водой.

Результаты многолетних исследований сотрудников Иркутского национально-исследовательского технического университета (ИрНИТУ) [1, 3, 7, 12] показали, что разница между фактическим и расчетным положением откосов значительна. Фактические углы наклона забоя в среднем на 11° – 25° , а средние углы наклона бортовых откосов на 26° – 30° меньше расчетных, а со временем уменьшаются в еще большей степени. Так, через три недели после формирования борта разница достигла 32° – 35° . Несовпадение верхней бровки забоя с расчетными контурами разреза составило при этом 5,4–11,4 м и 14,0 м для бортов. Максимальное расхождение верхних контуров борта за 22 дня составило 20,1 м [7].

Фактические углы откосов определены также по профилям на плане изоглубин звукоэхолокационной съемки дражного разреза.

На рис. 2 представлен обобщенный график значений углов бортовых и забойных откосов по результатам многочисленных маркшейдерских наблюдений на дражных полигонах Ленских россыпей [7]. График отражает величину углов в период первоначального образования откосов и не учитывает последующих изменений от действия гидрогеологических и других причин. При этом 380-литровые драги глубокого черпания в период наблюдений работали с углами поворота $\varphi = 35^{\circ}$ – 45° и величиной подшагивания $a = 3$ – 5 м.

Исследования показывают, что процесс самообрушения дражных откосов на целиковых отложениях начинается при глубине драгирования около 8 м, а при разработке техногенных россыпей уже при $H > 5$ м. Наблюдения за формированием откосов глубоких разрезов позволили выявить основные закономерности их обрушения. Самообрушение откосов начинается с момента, когда глубина драгирования превысит предельную для данных пород высоту устойчивых откосов. Степень обрушений зависит от прочности пород, слагающих уступ, глубины черпания и высоты надводного борта, а также от крутизны заоткоски уступа драгой, гидрогеологических условий и времени формирования.

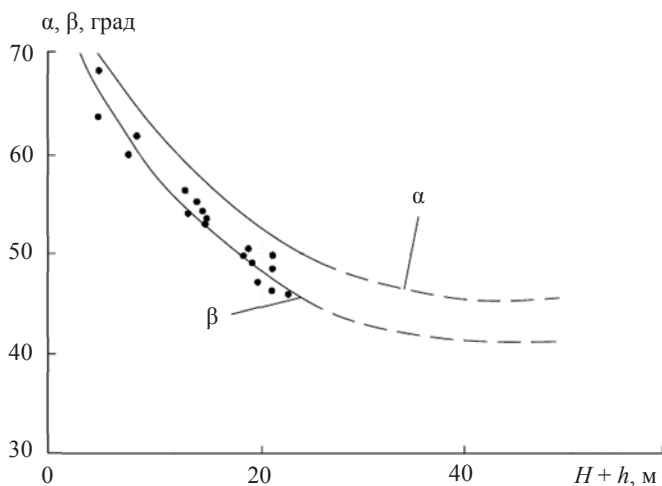


Рисунок 2. Зависимости углов откосов β и забоя α дражных разрезов от мощности дражируемых отложений ($H+h$) [7]
Figure 2. Dependences of slope angles β and face α of dredging pits on the thickness of dredged deposits ($H+h$) [7]

Борта разреза при отработке россыпи прямым забоем с одинаковой их подсыпкой отвалами остаются открытыми в течение периода перемещения драги на расстояние, примерно равное полной ее длине. Для драг ОМ-431 это расстояние составляет не менее 104 м. При одном подшагивании в сутки и средней его величине 3,5 м период до подсыпки бортов отвалами при непрерывной работе драги составляет примерно 1 мес.

Заметное изменение положения верхней бровки разреза происходит за 7–11 дней, а иногда и больше. С течением времени обрушения постепенно затухают. За декадный период, равный периоду замеров объема работы драги, угол борта уменьшается на $3^{\circ}30'–5^{\circ}$, а контур разреза на поверхности полигона расширяется в каждую сторону на 3–4 м [7].

По высоте откосы разделяются на три зоны: верхнюю (надводную), среднюю и нижнюю.

В *надводной зоне* откосы в целике россыпи (за исключением участков в бортах долины, сложенных породами, значительно отличающимися по составу и свойствам) имеют угол около $85^{\circ}–90^{\circ}$ при высоте зоны, достигающей 6–8 м. Вертикальная поверхность верхней зоны в основном представляет собой поверхность отрыва пород при обрушении (рис. 1).

В ходе исследований собраны результаты многократных определений углов наклона средней и нижней зоны по профилям. Промеры по профилям производились ежегодно на разных полигонах. Также произведены статистическая обработка результатов и обоснование методики промеров.

Таблица 1. Высота подсыпки бортов эфельными отвалами в зависимости от мощности продуктивных отложений и $K_{эф}$ для забоя наиболее выгодной ширины драги 380 л

Table 1. The height of walls dumping by dredging tailings dumps depending on the thickness of productive deposits and of the dredging tailings capacity $K_{эф}$ for a face of the most favorable dredge width of 380 l

Мощность россыпи, м	Высота надводного борта, м	Высота подсыпки бортов эфелями, м				
		Эфельность песков $K_{эф}$				
		0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
16	2	5,1	5,8	6,5	7,2	7,9
20	2	7,6	8,6	9,6	10,6	11,6
24	2	10,0	11,2	12,4	13,6	14,8
30	4	13,7	15,1	16,8	18,2	19,4
34	4	16,1	17,6	19,4	21,1	22,9

В *средней зоне* поверхность откоса располагается под углом, среднее значение которого равно $59^{\circ}30'$. Высота средней зоны неодинакова. В забое при непрерывной работе драги, систематически выбирающей обрушающиеся породы, средняя зона занимает 0,8–0,9 подводной высоты откоса. В бортах средняя зона откосов, начиная с момента образования последних, несколько меньше, чем в забое, и в течение первой декады доходит до 0,45–0,60 подводной высоты откоса. Пригруженный у основания навалами такой откос находится в устойчивом состоянии. Обрушение бортовых откосов (особенно откосов с небольшой подсыпкой отвалами) впоследствии приводит к дальнейшему уменьшению средней зоны, и через 1–2 дражных сезона (в зависимости от интенсивности гидрогеологических факторов) поверхность откоса полностью покрывается породами из обрушений, т. е. средняя зона исчезает.

В *нижней зоне* массив закрыт навалами пород. Скатывающиеся вниз при обрушении верхней и средней зон породы располагаются под углом, средняя величина которого 32° – 33° . Этот угол является углом естественного откоса пород в воде. Объем навала по сравнению с объемом блока обрушения увеличивается пропорционально коэффициенту разрыхления данных пород.

Таким образом, по результатам замеров, общий угол откоса в забое драги при $H = 20$ – 23 м составляет в среднем 50° – 52° , в бортах до подсыпки их отвалом – 45° – 48° .

В ряде случаев при низкой связности рыхлых отложений и при повторной разработке россыпей углы откосов бортов уменьшаются до 40° – 42° [12].

Оценка влияния обрушения бортов на приемную способность эфельных отвалов. В методиках расчета параметров эфельных отвалов, предложенных С. М. Шороховым [13], В. Г. Лешковым [14, 15], И. М. Ялганцом [16], их параметры устанавливаются исходя из первоначальной ширины забоя драг по дну и углах откоса бортов разреза, сформированных драгой, т. е. процесс обрушения бортов дражных разрезов не учитывается.

Для оценки влияния объемов обрушения бортов на снижение вместимости эфельных отвалов авторами проведены графоаналитические расчеты их параметров в зависимости от рабочих размеров драги ОМ-431, условий драгирования и характеристики россыпи. Результаты расчетов представлены на рис. 3.

Из результатов расчетов и графоаналитических построений следует, что вместимость выработки существенно снижается при драгировании узких забоев. По мере расширения забоев растет продолжительность их отработки с одновременным увеличением объемов пород, обрушающихся с бортов в период между зашагиваниями. Для широких забоев принято, что около 50 % обрушившихся в бортах пород попадает в черпаки драги, а для забоев оптимальной ширины и менее – 30–20 % (рис. 3).

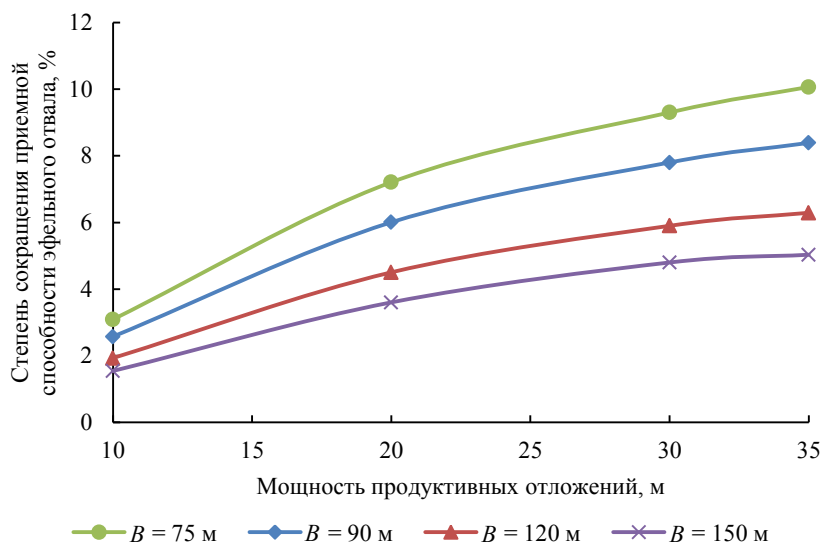


Рисунок 3. Зависимость степени сокращения вместимости выработанного пространства из-за обрушения бортов от мощности продуктивных отложений с эфельностью 60 % и B – ширины забоя драг ОМ-430, ОМ-431

Figure 3. Dependence of the degree of developed space capacity reduction due to the collapsed walls on the thickness of productive deposits with the dredging tailings capacity of 60% and B – the width of the face of the dredges ОМ-430, ОМ-431

Снижение вместимости дражных разрезов для размещения эфельных отвалов за счет обрушения бортов влечет кроме подэфеливания кормы понтона драги еще и увеличение высоты их подсыпки, что в свою очередь обуславливает рост потерь в межходовых целиках при одинарно-продольной и одинарно-поперечной системах разработки. За счет снижения вместимости дражных разрезов из-за обрушения бортов высота их подсыпки эфелями может увеличиться на 1,5–2,5 м, а площадь межходовых целиков возрасти в среднем в 1,2–1,8 раз с соответствующим увеличением потерь полезного ископаемого или его разубоживания.

Более существенно снижается вместимость дражных выработок на россыпях, имеющих высокий коэффициент эфельности песков $K_{эф}$, так как в таких условиях после выхода поверхности эфельных отвалов из-под воды начинается выполаживание их откосов (с 28° – 30° до 24° – 26°) с увеличением подсыпки бортов дражного разреза.

Для более обоснованной оценки высоты подсыпки бортов дражного разреза и степени сокращения вместимости выработок для размещения эфельных отвалов рекомендуется использовать графоаналитические расчеты по определению их параметров. При этом для прогнозирования возможности и степени подэфеливания кормы драги рекомендуется выполнять расчеты для более узких выработок, расширяющихся по мере дальнейшего подвигания драги.

Для определения параметров эфельного отвала и величины подсыпки бортов россыпи необходимо учитывать большое количество параметров, включая ширину и длину россыпи, эфельность песков и характер распределения эфелей по забою [2, 17, 18].

Предлагается следующий **порядок графоаналитических расчетов вместимости выработок и отвала.**

1. Осуществляется подбор створов вдоль дражного хода, которые характеризуются наименьшей вместимостью выработанного пространства (наиболее узкие и неглубокие участки).

2. Рассчитываются все рабочие параметры процессов выемки и отвалообразования исходя из конструктивных особенностей драги.

3. Производится построение поперечного профиля дражного разреза в выбранных створах с учетом выполаживания бортов в зависимости от их горнотехнической характеристики.

4. В выбранных створах с учетом проектного уровня воды в дражном разрезе и расчетной ширины рассеивания эфелей, а также рекомендуемого угла их откоса отстраиваются поперечные профили эфельных отвалов с максимально возможными параметрами.

5. Рассчитывается количество складываемых в данном створе эфелей с учетом параметров обрабатываемого забоя.

6. Производится сопоставление площади поперечного сечения отстроенных эфельных отвалов с необходимой площадью, рассчитанной в п. 5, с учетом коэффициента разрыхления эфелей.

7. По результатам сопоставления вместимости выработанного пространства и количества эфелей устанавливается их избыток и вероятность подэфеливания кормы драги.

При необходимости разрабатываются мероприятия по повышению вместимости дражной выработки (в том числе подъем уровня воды) или эфелеудалению (в том числе путем откачки эфелей через стакер).

Выводы. При драгировании мощных продуктивных отложений угол откоса бортов дражного разреза, формируемый черпающим аппаратом, составляет 68° – 72° , а затем по мере подвигания драги до створа отсыпки эфельных отвалов за счет обрушения уменьшается до 42° – 44° , в том числе в нижней части до 32° – 34° .

За счет обрушения бортов дражного разреза на глубоких россыпях вместимость дражной выработки для размещения эфельных отвалов сокращается на несколько процентов, и при драгировании забоев оптимальной ширины величина этого сокращения может достигать 6–8 %.

Прогнозирование вместимости дражной выработки и параметров эфельных отвалов рекомендуется осуществлять графоаналитическим методом с учетом разницы сечений забоя и выработки в месте складирования эфелей, а также процесса выполаживания бортов разреза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пацев И. И. Геометрия дражных отвалов // Известия вузов. Горный журнал. 1966. № 7. С. 30–37.
2. Мурзин Н. В., Тальгамер Б. Л. Совершенствование методов расчета параметров выемки и отвалообразования при драгировании техногенных запасов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2020. Т. 7. № 1. С. 110–116.
3. Кудряшов В. А., Радченко Л. М. Формирование предельно устойчивых откосов глубоких дражных разрезов // Труды ИШИ. Сер. Горная. 1971. Вып. 57. С. 34–36.
4. Grayson R., Baatar С.-Е. Large gold dredges – impacts in USA, Canada, Russia, Mongolia and China // World Placer Journal. 2010. Vol. 10. P. 1–20.
5. Cathcart R. B. Kra Canal (Thailand) excavation by nuclear-powered dredges // International Journal of Global Environmental Issues. 2008. Vol. 8. P. 248–255.
6. Thoburn J. T. The tin industry since the collapse of the International Tin Agreement // Resources Policy. 1994. Vol. 20(2). P. 125–133.
7. Пацев И. И. Глубокое драгирование Ленских россыпей. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1969. 76 с.
8. Muir A., Mitchell J., Flatman S., Sabbagha C. Retreatment of gold residues // Gold Ore Processing. 2016. Vol. 15. P. 709–728.
9. Wates J., Gotz A. Practical considerations in the hydro re-mining of gold tailings // Gold Ore Processing. 2016. Vol. 15. P. 729–738.
10. Betancur-Corredor B., Loaiza-Usuga J. C., Denich M., Borgmeister C. Gold mining as a potential driver of development in Colombia challenges and opportunities // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 199. P. 538–553.
11. Прокопьев С. А., Прокопьев Е. С., Кадесников И. В., Черимичкина Н. А. Актуальные способы отработки техногенных россыпных месторождений золота с технологией извлечения мелкого золота // Науки о земле и недропользование. 2020. Т. 43. № 4(73). С. 458–466.
12. Дудинский Ф. В., Тальгамер Б. Л. Обоснование устойчивости откосов уступов при разработке глубоких россыпей // Проблемы освоения минерально-сырьевой базы Восточной Сибири. 2004. Вып. 4. С. 36–42.
13. Шорохов С. М. Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений. М.: Недра, 1973. 795 с.
14. Лешков В. Г. Теория и практика разработки россыпей многочерпаковыми драгами. М.: Недра, 1980. 352 с.
15. Лешков В. Г. Разработка россыпных месторождений. М.: Горная книга, МГГУ, 2007. 906 с.
16. Ялтанец И. М. Гидромеханизированные и подводные горные работы. М.: Центр инновационных технологий, 2012. 717 с.
17. Кисляков В. Е., Цимбалюк Н. А., Деннер В. И. Разубоживание песков в забое эфельными отвалами при разработке россыпных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 1. С. 147–160.
18. Кисляков В. Е., Цимбалюк Н. А., Деннер В. И. Фракционирование хвостов эфельного отвала при дражной разработке россыпей // Маркшейдерия и недропользование. 2020. № 1(105). С. 51–54.

Поступила в редакцию 9 марта 2022 года

Сведения об авторах:

Тальгамер Борис Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Иркутского национального исследовательского технического университета. E-mail: talgamer@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0003-1201-2693>

Мурзин Николай Владимирович – аспирант, младший научный сотрудник Иркутского национального исследовательского технического университета. E-mail: murzinnv@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0002-6833-7860>

Снетков Вячеслав Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной геологии, геофизики и геоинформационных систем Иркутского национального исследовательского технического университета. E-mail: snetkov@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0002-9431-593X>

DOI: 10.21440/0536-1028-2022-3-44-54

Assessing the capacity of dredging excavations to place dredging tailings dumps in the course of deep and man-made placer mining

Boris L. Talgamer¹, Nikolai V. Murzin¹, Viacheslav I. Snetkov¹

¹ Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.

Abstract

Introduction. The dredge stern is often backed up by dredging tailings in the course of deep and man-made placers dredging. One of the reasons for that is the decreased capacity of dredging excavations at the dumping point caused by collapsed pit walls, which is not taken into account by known design methods.

Research objective is to evaluate the degree of the developed space capacity reduction at dredging pits for dredging tailings storage, depending on the dredging conditions.

Methods of research. Capacity prediction for a dredging excavation for dredging tailings storage should consider natural slope formation of open pit walls during the period of dredge advance to a distance equal to the distance of the poop decks from the face. The degree of reduction in dredging excavation lower part receiving capacity should be set based on pit walls flattening, which depends on rock composition (cohesiveness degree), loose deposits thickness, face width, and dredge working parameters.

Results. The results of graphic-analytical calculation revealed that dredging excavation lower part receiving capacity is reduced from 3 to 10% due to pit walls collapse as loose deposits thickness increases from 10 to 34 m for the most favorable face width of a 380-liter dredge, which may result in a significant increase in dredge stern backing up by dredging tailings.

Conclusions. At deep and man-made placers, when calculating the parameters of a dredging tailings dump, it is recommended to introduce an amendment into the existing methods, that considers the developed space lower part capacity reduction due to pit walls collapse.

Keywords: dredging tailings dumps; developed space; slope stability; dumping; dredging; drag work.

REFERENCES

1. Patsev I. I. The geometry of dredging dumps. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal.* 1966; 7: 30–37. (In Russ.)
2. Murzin N. V., Talgamer B. L. Improvement of methods for calculating dredging and dumping parameters during technogenic reserves dredging. *Fundamentalnye i prikladnye voprosy gornykh nauk = Fundamental and Applied Issues of Mining.* 2020; 7(1): 110–116. (In Russ.)
3. Kudriashov V. A., Radchenko L. M. Forming ultimate slopes in deep dredging open pits. *Trudy IPI. Ser. Gornaia = Proceedings of IPI. Mining.* 197; 57: 34–36. (In Russ.)
4. Grayson R., Baatar C.-E. Large gold dredges – impacts in USA, Canada, Russia, Mongolia and China. *World Placer Journal.* 2010; 10: 1–20.
5. Cathcart R. B. Kra Canal (Thailand) excavation by nuclear-powered dredges. *International Journal of Global Environmental Issues.* 2008; 8: 248–255.
6. Thoburn J. T. The tin industry since the collapse of the International Tin Agreement. *Resources Policy.* 1994; 20(2): 125–133.
7. Patsev I. I. *Deep dredging of Lena placers.* Irkutsk: Vost.-Sib. kn. izd-vo Publishing; 1969. (In Russ.)
8. Muir A., Mitchell J., Flatman S., Sabbagha C. Retreatment of gold residues. *Gold Ore Processing.* 2016; 15: 709–728.
9. Wates J., Gotz A. Practical considerations in the hydro re-mining of gold tailings. *Gold Ore Processing.* 2016; 15: 729–738.
10. Betancur-Corredor B., Loaiza-Usuga J. C., Denich M., Borgmeister C. Gold mining as a potential driver of development in Colombia challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production.* 2018; 199: 538–553.
11. Prokopiev S. A., Prokopiev E. S., Kadesnikov I. V., Cherimichkina N. A. Current methods of technogenic gold placer deposit mining with small size gold extraction technology. *Nauki o zemle i nedropolzovanie = Earth Sciences and Subsoil Use.* 2020; 43; 4(73): 458–466. (In Russ.)
12. Dudinskii F. V., Talgamer B. L. Rationale for bench slope stability in deep placers development. *Problemy osvoeniia mineralno-syrievoi bazy Vostochnoi Sibiri = The Problems of Eastern Siberia Mineral Resource Base Development.* 2004; 4: 36–42. (In Russ.)
13. Shorokhov S. M. *Technology and integrated mechanization of placer mining.* Moscow: Nedra Publishing; 1973. (In Russ.)
14. Leshkov V. G. *Theory and practice of placer mining by chain-bucket dredges.* Moscow: Nedra Publishing; 1980. (In Russ.)
15. Leshkov V. G. *Placer mining.* Moscow: Gornaia kniga Publishing; MSMU Publishing; 2007. (In Russ.)
16. Ialtanets I. M. *Hydraulic and deep-sea mining.* Moscow: Tsentr innovatsionnykh tekhnologii Publishing; 2012. (In Russ.)
17. Kisliakov V. E., Tsimbaliuk N. A., Denner V. I. Sand dilution in the face with tiled dumps during dredge development of alluvial deposits. *Izvestiia Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle = Proceedings of the Tula State University. Earth Sciences.* 2021; 1: 147–160. (In Russ.)
18. Kisliakov V. E., Tsimbaliuk N. A., Denner V. I. Distribution of the dredging tailings in the dredged mining of alluvial deposits. *Marksheideriia i nedropolzovanie = Mine Surveying and Subsurface Use.* 2020; 1(105): 51–54.

Information about the authors:

Boris L. Talgamer – DSc (Engineering), Professor, Head of the Department of Mining, Irkutsk National Research Technical University. E-mail: talgamer@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0003-1201-2693>

Nikolai V. Murzin – PhD student, junior researcher, Irkutsk National Research Technical University. E-mail: murzinnv@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0002-6833-7860>

Viacheslav I. Snetkov – DSc (Engineering), Professor, Head of the Department of Applied Geology, Geophysics and Information Systems, Irkutsk National Research Technical University. E-mail: snetkov@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0002-9431-593X>

Для цитирования: Тальгамер Б. Л., Мурзин Н. В., Снетков В. И. Оценка вместимости дражных выработок для размещения эфельных отвалов при разработке глубоких и техногенных россыпей // Известия вузов. Горный журнал. 2022. № 3. С. 44–54. DOI: 10.21440/0536-1028-2022-3-44-54

For citation: Talgamer B. L., Murzin N. V., Snetkov V. I. Assessing the capacity of dredging excavations to place dredging tailings dumps in the course of deep and man-made placer mining. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = Minerals and Mining Engineering*. 2022; 3: 44–54 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2022-3-44-54