

М.Т. Тулеков * 

*старший преподаватель, горный инженер
Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати
Тараз, Казахстан*

Д.Д. Арыстан 

*магистр горной инженерии, главный геомеханик
Рудник «Жолымбет» АК «Алтыналмас»
Тараз, Казахстан*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНОГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АКБАКАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (НТС-2, ВОСТОЧНЫЙ АКБАКАЙ)

***Аннотация.** В данной научной статье приводится технологическое решение в виде подземного отвалообразования в очистном пространстве для жильных месторождений с системой разработки с подэтажным обрушением и торцевым выпуском руды, на примере участка «НТС – 2 Восточный Акбакай» месторождения «Акбакай», с экономическим обоснованием предлагаемой технологической схемы.*

***Ключевые слова:** отвалообразование, Акбакай, наклон транспортных съездов, транспортирование пород.*

Введение. Добыча полезных ископаемых осуществляется открытыми и подземными способами. Известно также, что в условиях добычи руды - породы, добываемые в карьере, сохраняются в отвалах, а при добыче руды под землей руда и пустые породы, перевозятся на поверхность и накапливаются в отвалах и рудных складах. Данный процесс занимает сорока процентную долю добычи полезных ископаемых в технологии. В данной работе рассматривается возможность внедрения сухой закладки - пустыми породами, возникающих при проходке горно – нарезных и горно – капитальных выработок, при подземной разработке участка НТС – 2 Восточный Акбакай» месторождения Акбакай», с системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды. Следует отметить, что вскрытие данного участка производилось наклонно – транспортным съездом с дневной поверхности, на данный момент участок законсервирован, однако планируется его дальнейшая разработка, откатку руды планируется вести по НТС самосвалами МТ–

7/МТ - 2010. С учетом вышеизложенного имеется тенденция возникновения той же проблемы что и при разработке месторождений открытым способом, а именно снижение производительности с учетом увеличения плеча откатки. Если же окупаемость откатки руды до дневной поверхности обоснована, откатка пустых пород возникающих в результате проходки выработок равна порожняковому подъему и спуску. Внедрение же данной системы подземного отвалообразования в условиях данного участка позволит частично решить возникающую проблему и достичь следующих результатов: снижение себестоимости добычи руды, улучшение экологической ситуации в регионе (путем уменьшения площади, занимаемой отвалами), уменьшения влияния на НДС массива и минимизации проседания земной поверхности.

Условия и методы исследований. Геологическая характеристика участка «НТС – 2 Восточный Акбакай». Участок НТС – 2 «Восточный Акбакай» был вскрыт и

разрабатывался с целью отработки одной из крупнейших жил месторождения «Акбакай» - «Пологая – 6». Как видно на Рисунке 1. 1 жила Пологая-6 простирается в восточном направлении, западном направлении и ограничивается жильной зоной Пологая – 1 и является ее продолжением, простираясь в восточном направлении постепенно жильная зона «Пологая – 6» выходит на дневную поверхность. Жильная зона «Пологая-6» является наиболее крупной на западном фланге и ограничивается жилой «Пологая-1, в восточном направлении жильная зона «Пологая-6» выходит на дневную поверхность.

Согласно историческим геолого-разведочным данным, в глубину жильная структура «Пологая – 6» залегает до 1000 – 1100 метров от земной поверхности.

Зона «Пологая-6» представлена неравномерно минерализованной зоной смятых, передробленных пород. Общее простирание зоны субширотное с не большими отклонениями и к юго-востоку. Отмечаются локальные отклонения простирания зоны от общего направления в пределах 10-20°. Падение зоны северное под углом 40-55°. Морфология рудного тела весьма сложная – она характеризуется изменчивой мощностью в пределах 0,5-10 м, частым чередованием раздувов и пережимов, ветвящимся строением.



Рис. 1. Схема расположения рудных жил месторождения «Акбакай»

Общее количество жильного кварца внутри зоны небольшое, он образует

маломощные линзы и прожилки, протяженность которых не превышает 15-20м.

Среднее содержание золота в руде колеблется от 1,0г/т до 11г/т.

Плотность руды составляет 2,68 т/м³, плотность вмещающих пород составляет 2,73т/м³, коэффициент разрыхления колеблется в пределах 1,6.

Как и по всему месторождению руда по зоне Пологая – 6 не склонна к самовозгоранию и слеживанию. Однако простиранием в восточном направлении имеет морфологическую особенность к постепенному окислению в результате обнажения.

В результате проведенных опытов на физико-механические свойства керна и проб по данному участку были получены результаты коэффициента σ в крепости по шкале М.М. Протодяконова составляют: кварцевых руд – 16-18, березитов – 11-14, даеклампрофиров – 11-12, гранодиоритов – 14-16.

По показателю абразивности породы и руды относятся к классу средне абразивных (по классификации Л.И. Барона и А.В. Кузнецова) [1].

Результаты исследования. Разработка участка подземных горных работ «НТС – 2 (Вост. Акбакай)» с внутренним подземным отвалом образованием в очистном пространстве. При расчете полной себестоимости добычи руды немаловажное значение имеют расходы на транспортировку горной массы. Следует учитывать - расходы транспортировки при самоходном оборудовании применимым и к породам.

Ознакомится с планом участка подземных горных работ «НТС – 2 (Вост. Акбакай)» возможно на рисунке 1.2, согласно данному плану горных работ была составлена таблица 1.1 – зависимость времени на транспортировку горной массы в зависимости от горизонта разработки месторождения [2].

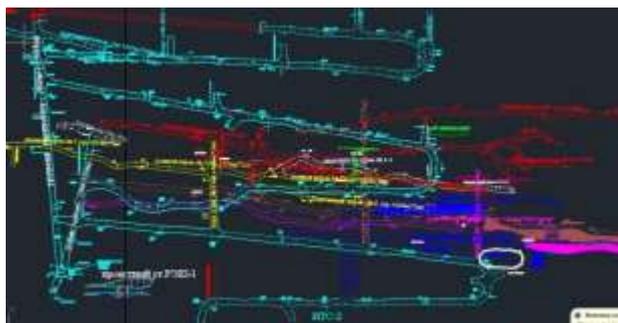


Рис. 2. План участка подземных горных работ «НТС – 2Вост. Акбакай»

Расчеты были произведены с учетом рекомендаций от поставщиков, согласно техническим характеристикам самосвалов типа МТ - 7: скорость груженого самовала не должна превышать более 12 км/ч, скорость порожнякового достигать на прямых участках до 29 км/ч, однако с учетом спуска и путей торможения рекомендуемая скорость при уклоне в 7% - 22 км/ч.

Таблица 1.

Параметры на транспортировку горной массы автосамосвалами МТ – 2010 - со средним расходом 34,7 л/мотто час

Горизонт УПГР	Расстояние от горизонта до дневной поверхности, м	Среднее время транспортировки руды до дневной поверхности, мин	Среднее время порожнякового спуска, мин	Объем откатанной горной массы за смену,
100	802	4	2,25	465/1260
180	1241	6,5	3,5	400/1080
260	1726	9	5	265/720

Как можно заметить в таблице 1 с увеличением глубины отработки наблюдается тенденция на уменьшение объема откатываемой горной массы, с учетом данной проблемы, и особенностей отработки рудника «НТС – 2 (Вост. Акбакай)» предлагается следующее решение. В связи с применением систем разработки с поэтажным обрушением с торцевым выпуском руды, в результате

добычи полезного ископаемого образуется незаполненные открытые полости в недрах земли – очистное пространство. По этой причине предлагается внедрение внутреннего подземного отвалообразования для горной массы, обрабатываемой в ходе проходки горно – капитальных выработок.

Данное решение позволит снизить расходы на транспортировку пустых пород, соответственно в связи с уменьшением длины транспортировки – увеличит производительность автосамосвалов, также заполнение пустот горной массы позволит уменьшить влияние напряжений очистного пространства на НДС массива в целом.

В следствии опасности нахождения персонала, техники и ведения горных работ в целом в очистном пространстве, а также запрета - согласно техники безопасности, предлагается следующая схема, заполнение очистного пространства с вышележащего поэтажного штрека в наступающем порядке до груди – забоя выработки – очистного пространства, при этом стоит учитывать, чтобы погрузочно – доставочная машина работающая на заполнение пустого пространства имело меньшее давление в шинах. В соответствии с данной технологической схемой ведение добычных работ – отбойки рудника для организации отвала следует производить в восходящем порядке, что позволит сократить дистанцию транспортировки пустых пород. Со схемой отвалообразования возможно ознакомиться на Рисунке 1.1.

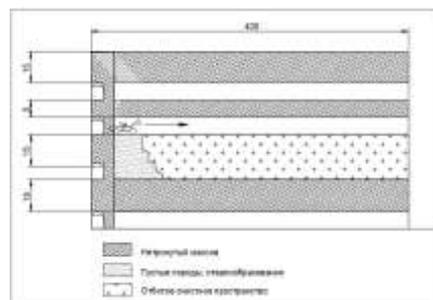


Рисунок 3 – Технологическая схема подземного отвалообразования одного фланга месторождения

Актуальность подземного отвалообразования в условиях Акбакайского месторождения
(НТС-2, Восточный Акбакай)

Однако у предложенного решения имеются недостатки, несмотря на то что подземное отвалообразования представляет по своей сути сухую закладку, в следствии кусковатости горной массы, в сравнении с дробленным закладочным материалом имеет еще больший коэффициент усадки, что в последствии не позволит организовать движение транспорта и производство работ на заложенной горной массе в очистном пространстве. В следствии этого имеется необходимость оставления руды вышележащего горизонта, при проектировании горизонта – отвала, следует учесть содержание полезного ископаемого в руде вышележащего горизонта.

Возвращаясь к проектированию горизонта – отвала, был произведен анализ геологоразведочного бурения, позволяющий определить среднее содержание в руде. В следствии приостановления горно – проходческих работ рудника на уровне горизонта 260, с учетом расположения по координатам в плане в программе AutoCAD, были изучены результаты геолого – разведочного бурения по скважинам АКВ_PL_34, АКВ_PL_36, АКВ_PL_38. Напоминаем что, производство добычных работ приостановлено на горизонте 100 подэтажным штреком №6 имеющим отметку от горизонта 100 +32м. Соответственно с учетом вышеизложенного, а также учетом были изучены данные бурения соответствующих горизонтам 140 – 260. Увеличивая масштаб проб в каждые 10 метров – при этом производя расчет среднего содержания в этих 10 метрах был предложен в качестве отвалообразующего горизонта, был предложен подэтажный штрек №11. С данными геолого – разведочного бурения возможно ознакомиться в таблице 2.

Таблица 2

Данные по содержаниям золота в руде
скважин геологоразведочного бурения
АКВ_PL_34, АКВ_PL_36, АКВ_PL_38

Горизонты	Содержание золота по скважинам, г/т		
	АКВ_PL_34	АКВ_PL_36	АКВ_PL_38
140 - 150	4	4,3	3,8
150 - 160	5	6,2	3,2
160 - 170	4,1	3,7	3,9
170 - 180	9,3	8,1	11,1
180 - 190	4,7	3,9	5,9
190 - 200	11	8,9	3,2
200 - 210	2,9	2,1	2,2
210 - 220	1,4	1,9	1,3
220 - 230	6	4,3	5,5
230 - 240	3,5	4,1	3,9
240 - 250	4,1	3,7	4,2
250 - 260	8	6,2	5,7

Если обратимся к данным таблицы 2 возможно установить, что условно среднее содержание по горизонту 200 – 210 и 210 – 220 соответственно равным – 2,4 г/т и 1,5 г/т. Соответственно потери руды составят с учетом попутной добычи при проходке подэтажного штрека на горизонте 215 по 14 400 грамм по одному флангу. Чтобы не допустить таких потерь предлагается пройти дополнительный подэтажный штрек между подэтажами 10 – 9 на горизонте 210, тем самым оставив в целиках половину небогатой руды горизонта 210 – 220. Соответственно под подэтажным штреком №9 будет пройден еще один подэтаж, и высота между данными подэтажами составит 10 метров. В данном случаете удастся сохранить 14 кг золота по одному флангу.

В будущем при проектировании нижележащих горизонтов с использованием внутреннего подземного отвалообразования возможно организовать подземный цех по подготовке полноценного закладочного материала, для извлечения полного объема руды.

В заключении при разработке подземных рудников, разрабатываемых горными выработками без наличия стволов данное технологическое решение при системах разработки с подэтажным обрушением с торцевым выпуском руды, имеет целесообразность к применению.

Потенциально данное технологическое решение возможно к применению на месторождения представленных несколькими рудными телами, при относительном удалении горно – проходческих работ от стволов рудника. Также применение внутреннего отвалообразования имеет экологическое обоснование при данном технологическом решении, нет необходимости отведения площадей под отвал. Заполнение пустот пустыми породами также положительно повлияет на НДС массива. Расчеты для экономического обоснования по рентабельности данного технологического решения приведены в следующей главе .

Обсуждение научных результатов.

Экономическая эффективность внутреннего подземного отвалообразования в условиях подземного рудника «НТС – 2 (Вост. Акбакай)». При организации подземного отвала в очистном пространстве с системами разработки поэтажного обрушения с торцевым выпуском руды следует учитывать несколько факторов, главным из которых является оставление руды в виде целика, т.е. потери руды, в частности, горизонта 210 – 220.

Следует отметить, что при горизонте 210 – 220 по длине падения жилы 5.4 метра жилы будут отработаны при попутной добыче при проходке подэтажа на горизонте 215, тем самым с учетом содержания золота в руде данного участка потери составят 4 кг, вместо полных потерь 18400 г, при оставлении в качестве целика горизонтов 200 – 210 и 210 – 220 вместе взятых. Соответственно при курсе золота на Лондонской бирже в 25036 тенге за грамм на 23.05.2022 число потерянный доход для данного участка будет составлять 100.144.000 тенгет [3].

При подсчете объема очистного пространства одного фланга, длиной 400 м, длиной по падению одного подэтажа 15 м, при средней мощности жилы 1,2 метра и планового разубоживании 25%, с учетом коэффициента заполнения 0,92, аналогичного коэффициенту заполнения кузовов самосвалов,

объем породы способный заполнить очистное пространство составит:

$$V_0 = \frac{L \cdot l \cdot m}{K_{\text{зал}}} = \frac{400 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 0,92}{0,25} = 26496 \text{ м}^3 \quad (1)$$

С учетом плотности вмещающих пород, в среднем, составляющем 2,73 т/ , общий объемный вес способный заполнить очистное пространство составит 72334 тонны.

Капитальными горными выработками при отработке участка подземных горных работ зоны Пологая - 6 являются квершлага и ТУ с типовыми сечения 12 и 16 соответственно. Следует учитывать что КИШ в условиях месторождения «Акбакай» равен 0,95, при проектной длине шпуров 3 м. Объем проходки при одном цикле при вышеизложенных условиях , для квершлага и транспортного уклона соответственно:

$$V_{\text{кв}} = S \cdot l \cdot \text{КИШ} = 12 \cdot 3 \cdot 0,95 = 34,2 \text{ м}^3 \quad (2)$$

$$V_{\text{ту}} = 16 \cdot 3 \cdot 0,95 = 45,6 \text{ м}^3 \quad (3)$$

С учетом плотности вмещающих пород, в среднем составляющем 2,73 т/ , общий объемный вес, образующийся при проходке квершлага и транспортного уклона, составит 94 и 125 тонн соответственно. С учетом коэффициента заполнения кузова подземного автосамосвала 0,92, и учетом грузоподъемности 20 тонн для откатки объема горных пород, образовавшихся в результате одного цикла проходки квершлага и транспортного уклона необходимо следующее количество рейсов:

$$n_{\text{кв}} = \frac{Q_{\text{кв}} \cdot K_{\text{зал}}}{20} = \frac{94 \cdot 0,92}{20} = 5 \text{ рейсов} \quad (4)$$

$$n_{\text{ту}} = \frac{Q_{\text{ту}} \cdot K_{\text{зал}}}{20} = \frac{125 \cdot 0,92}{20} = 7 \text{ рейсов} \quad (5)$$

Возвращаясь к данным таблицы 1, а именно учитывая время на откатку руды на дневную поверхность с горизонта 260, а также время порожнякового спуска можно получить результат что для откатки пород, образовавшейся в результате одного цикла

необходимо 1,2 часа для квершлага, и 1,63 часа для транспортного цикла.

В той же мере если проанализировать расстояния от забоя – проходки транспортного уклона горизонта 260 до горизонта 215 где предлагается организовать подземное отвалообразование, длина откатки будет составлять 60 метров.

С учетом скорости движения груженого автосамосвала равным 3,33 м/с, и порожнякового 6 м/с, преодоление 100 метров пути составит 0,5 минуты или 0,008 часа груженого самосвала, около 20 секунд на спуск порожнякового. Из этого следует что за каждую минуту на подъем груженого самосвала приходится 200 метров, а на каждый спуск 300 метров порожнякового самосвала. В результате вышеизложенного каждые 587 метров углубления ТУ с горизонта 260 сокращают на 1 количество рейсов, выполняемое в час.

Для обоснования рентабельности подземного отвалообразования следует учесть время цикла загрузки погрузочно-доставочной машиной ScooptramST3, объемом ковша 3 Данное время цикла в среднем составляет 40 секунд, соответственно для заполнения полного кузова автосамосвала требуется 4,5 минуты, добавляя к этому время на транспортировку и разгрузку в среднем, составляющую 30 секунд, мы получаем полное время транспортировки с горизонта 260 до горизонта 215 на подземный отвал – 6 минут (формула 6).

$$T = \left(\frac{V_{см}}{V_{ков.дм}} * K_{зап} * t_{цикл.дм} \right) + \frac{l}{V_{гр}}, \quad (6)$$

Где: – объем кузова самосвала;
– объема ковша доставочной машины;
– коэффициент заполнения;
время цикла доставочной машины;
длина предполагаемого плеча откатки;
– скорость груженого самосвала на подъем.

Таким образом, полное время необходимое для откатки всей горной массы, образовавшейся в результате проходки квершлага и транспортного уклона, до подземного отвала составит 30 и 40 минут соответственно. Тогда как для откатки пустых пород на дневную поверхность необходимо 92 и 128 минут соответственно, для проходки квершлага и транспортного уклона (формула 7).

$$T_{п} = T * n_{ту} + \left(\frac{l}{V_{пор}} * (n_{ту} - 1) \right), \quad (7)$$

Из этого следует, что при сравнении плеча откатки до дневной поверхности и до подземного отвала, для получения аналогичного результата по скорости отгрузки горной массы для откатки до дневной поверхности необходимо увеличить количество автосамосвалов в три раза что приведет к увеличению потребления топлива, а также к необходимости покупке дополнительного парка техники. При достижении глубины отработки до горизонта 400 количество рейсов возможных для откатки руды уменьшится на 2 – 3 рейса. Соответственно для сохранения исходной производительности имеется необходимость увеличения количества автосамосвалов на откатке породы на одну единицу каждое углубление горизонтов на 140 исходя из формул (6-7).

Минимальная стоимость MinetruckMT – 2010 на 10.03.2023 равна – около 240 млн. тенге. Теряя в целиках оставленного подэтажа длиной падения 5 метров с содержанием 1,6 г/т – 102 млн. тенге.

Вышеизложенное увеличения парка техники в виде покупки дополнительного самосвала также негативно скажется на потребление дизельного топлива, экономия с топлива на откатку пустых пород, с учетом среднего расхода топлива в 36 л/час, согласно техническим характеристикам техники, ориентировочно составит 19680 тг для одного самосвала, тогда как с учетом работы подземного самосвала в 9 часов в смену, будет сэкономлено 177120 тенге.

Заключение. Таким образом в данной научной статье с учетом особенностей вскрытия и разработки участка НТС – 2 Восточный Акбакай, а также с учетом геологической характеристики участка месторождения, рассматривается вариант подземного отвалообразования, по сути своей являющейся сухой закладкой. Несмотря на ряд особенностей и технических моментов, на которые необходимо обратить внимание в случае практического применения, в виде:

фракции пород для заполнения и оптимизации буровзрывных работ при проходке, для данной фракции; бурения более детальной геологоразведочной сети и т.п., считается что с экономической точки зрения, с учетом капитальных и эксплуатационных затрат, а также с экологической точки зрения, данная технологическая схема обоснована и рекомендована к применению.

Список литературы

1. Тюпин, В.Н. Взрывные и геомеханические процессы в трещиноватых напряженных горных массивах: монография [Текст] / В.Н. Тюпин. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017.–192 с.
2. Шевченко, В.Г., Слащев, А.И. Обоснование параметров и разработка информационной системы безопасности ведения подземных горных работ с учетом геомеханических факторов [Текст] / В.Г.Шевченко, А.И.Слащев // Геотехническая механика. Выпуски сборника научных трудов. - 2016.
3. Мамсуров, Л.А., Панфилов, Е.И., Рафиенко, Д.И. Научные основы совершенствования технологии разработки жильных месторождений [Текст] / Л.А.Мамсуров, Е.И. Панфилов, Д.И. Рафинко // Изд-во Наука, Москва. - 1974.-187с.

Материал поступил в редакцию 17.11.23

М.Т. Тулеков - *М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан*
Д.Д. Арыстан - *«Жолымбет» кен орны, «Алтыналмас» АҚ, Тараз, Қазақстан*

АҚБАҚАЙ КЕН ОРНЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖЕРАСТЫ ҮЙІНДІЛЕРІНІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ (НТС-2, ШЫҒЫС АҚБАҚАЙ)

Аңдатпа. Ғылыми жұмыста 2017 жылдан бастап «НТС-2 (Шығыс Ақбақай)» жерасты тау-кен өндіру учаскесінің жаңаруына арналған кен орнын өндірудің тиімді технологиясын әзірлеу мәселелері қарастырылған. Қолда бар әзірлеу жүйелерін талдау арқылы тиімді әзірлеу жүйесін таңдау негізделді, оның ішінде салыстырмалы талдау үшін қолайлы технологияларды пайдалана отырып есептеулер жүргізілді. Өлсіреген учаскелердегі кенді нақты сұйылтуға қатысты мәселелер бойынша шешімдер анықталды және ұсынылды – ашық аймақтармен бұрғылау және жару жұмыстарының массивтің ҚҚС әсерінен тәуелділігі анықталды, кенді бөлшектеудің неғұрлым тиімді технологиясы әзірленді және негізделді. «НТС – 2 (Шығыс. Ақбақай)» шахтасының ерекшелігіне байланысты тау-кен массасын тасымалдаудың тиімді технологиясы, атап айтқанда жерасты төгіндісін ұйымдастыру негізделді.

Тірек сөздер: үйінді қалыптастыру, Ақбақай, көліктік көлбеу, тау жыныстарын тасымалдау.

M. T. Tulekov - *M. Kh. Dulaty Taraz regional university Taraz, Kazakhstan*

D. D. Arystan - *Zholymbet field, Altynalmas JSC Taraz, Kazakhstan*

RELEVANCE OF UNDERGROUND DUMPS IN THE CONDITIONS OF THE AKBAKAI FIELD (NTS-2, EAST AKBAKAI)

Abstract. The scientific work considers the development of an effective technology for field production for the modernization of the underground mining site "NTS-2 (East Akbakay)" since 2017. By analyzing the existing development systems, the choice of an effective development system was justified, including calculations using technologies suitable for comparative analysis. Solutions have been identified and proposed on issues related to the actual dilution of ore at weakened sites –the dependence of drilling and blasting operations with open areas on the influence of VAT on the Massif has been established, a more effective ECT technology for dismantling ore has been developed and substantiated. "NTS - 2 East. Due to the specifics of the mine "Akbakai", an effective technology for transporting ore mass, in particular, the organization of underground discharges was substantiated.

Key words: pile formation, Akbakai, transport slope, Rock Transportation.

References

1. Tyupin, V.N. Explosive and geomechanical processes in fractured stressed mountain massifs: monograph / V.N. Tyupin. – Belgorod: Publishing house "Belgorod" NRU "BelGU", 2017.-192 p.
2. Shevchenko, V.G., Slashchev, A.I. Substantiation of parameters and development of an information security system for conducting underground mining operations taking into account geomechanical factors. Geotechnical Mechanics "Issues of the collection of scientific papers, 2016.
3. Mamsurov, L.A., Panfilov, E.I., Rafiyenko, D.I. Scientific foundations of improving the technology of development of vein deposits. Nauka Publishing House, Moscow, 1974.-187 p.

Ссылка на статью: Тулеков, М.Т. Актуальность подземного отвалообразования в условиях Акбакайского месторождения [Текст] / М.Т. Тулеков, Д.Д. Арыстан // Вестник Dulaty University – 2024. - №2. – Б. 255-262 <https://doi.org/10.55956/YFKQ3456>