

УДК 622.795

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСРЕДНЕНИЯ РУД НА ОБОСНОВАНИЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ НА ГОРНЫХ РАБОТАХ

Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева, С.В. Турсбеков

Показана важность усреднения руды на обоснование подготовленности запасов полезных ископаемых, формирование стабильного содержания полезных компонентов в добытой руде и качества рудного потока, поступающего на обогатительную фабрику. Рассмотрены различные технологические операции и организационные мероприятия по обеспечению рационального содержания добытой руды, надежности систем разработки и технологических процессов по усреднению добываемого сырья. Приведен способ забойного усреднения минерального сырья на подземных горных работах, учитывающий объемы и содержание добываемого полезного ископаемого по выемочным единицам при панельно-столбовой системе разработки.

Ключевые слова: усреднение; подготовленность запасов; качество руды; карьер; рудник; забой.

ТОО ИШТЕРИНДЕ ЗАПАСТАРДЫН ДАЯРДЫГЫН НЕГИЗДӨӨГӨ КЕНДИ ОРТО ҮЛГҮГӨ КЕЛТИРҮҮНҮН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИН ИЗИЛДӨӨ

Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева, С.В. Турсбеков

Бул макалада пайдалуу кендердин запастарынын даярдыгын негиздөөгө, казылып алынган кендеги пайдалуу компоненттердин стабилдүү камтылышына жана кен чыккан жерди иштетүүдө фабрикага келип түшкөн кен агымынын сапатына кенди орто үлгүгө келтирүүнүн тийгизген таасири каралды. Казылып алынган кендин натыйжалуулугун, иштеп чыгуу системасынын жана казылып алынган чийки затты орто үлгүгө келтирүү боюнча технологиялык процесстердин ишенимдүүлүгүн камсыз кылуу боюнча ар кандай технологиялык операциялар жана уюштуруу иш-чаралары каралды. Панелдик-түркүктүк иштетүү системасында казылып жаткан пайдалуу кен байлыктын жердин оюгунун бирдиктери боюнча көлөмүн жана маңызын эске алган жер алдындагы тоо иштеринде минералдык чийки затты орто үлгүгө келтирүү ыкмасы көрсөтүлдү.

Түйүндүү сөздөр: орто үлгүгө келтирүү; запастардын даяр болуусу; кендин сапаты; кен казуучу жер; кендин иштелип жаткан орду.

STUDYING THE INFLUENCE OF THE ORE AVERAGING ON THE JUSTIFICATION OF THE PREPAREDNESS OF RESERVES IN MINING

T. Kalybekov, K.B. Rysbekov, S.T. Soltabayeva, S.V. Tursbekov

The importance of ore averaging is shown to substantiate the readiness of mineral reserves, the formation of a stable content of useful components in the mined ore and the quality of the ore flow entering the concentration plant. Various technological operations and organizational measures to ensure the rational content of mined ore, the reliability of development systems and technological processes for averaging the extracted raw materials are considered. A method of downhole averaging of mineral raw materials in underground mining operations, taking into account the volume and content of minerals extracted by excavation units with a panel-pillar system of development.

Keywords: averaging; preparedness of reserves; ore quality; quarry; mine; face.

При разработке месторождений полезных ископаемых доставка руды, однородной по составу, на обогатительную фабрику, повышет технологические показатели обогащения в случае

строгого выдерживания подобранного режима обогатительного передела. Для усреднения руд при добыче требуется детальное изучение вещественного состава рудной массы и установление

ее пространственного расположения по отдельным горизонтам и блокам эксплуатируемого месторождения. Для рационального усреднения качества полезных ископаемых следует проводить технологические и организационные мероприятия по обеспечению требуемого постоянства качества добываемых руд и первичной переработки. Для этого необходимо управлять качеством добываемых руд с целью формирования стабильного содержания полезных компонентов в добываемой рудной массе и качества рудного потока, поступающего на обогатительную фабрику. Достижению этой цели способствует надежное выделение в разрабатываемой залежи отдельных технологических сортов руд и обеспечение их добычи в соответствии с принятым режимом горных работ. Для этого необходимо принимать во внимание следующие условия: изучение возможности применения селективной добычи минерального сырья; комплексное использование всех сортов добываемых руд; своевременное обеспечение требований мер по охране недр при освоении месторождения.

Процесс усреднения качества минерального сырья начинается с перспективного и текущего планирования горных работ, оперативного управления добычей полезного ископаемого. Управляющими воздействиями на кондицию добываемой руды в стадии формирования требуемого качества служат более глубокое изучение технологических результатов усреднения руд на руднике. Наиболее существенным способом повышения качества рудной массы является вынесение части обогатительных процессов в разрабатываемое пространство месторождения. Способы управления качеством руды при разработке подразделяются на: горно-технологические, организационные и экономические. Горно-технологические способы усреднения руд осуществляются путем совершенствования производственных процессов очистных работ и включением в технологическую схему добычи дополнительных операций. Организационное управление выполняется в результате определения порядка выемки полезного ископаемого, доставки, транспорта, режима загрузки и выгрузки аккумулирующих емкостей и дополнительной регламентации горных работ. Экономическое управление основано на изучении влияния качества рудного сырья на экономику предприятия

в соответствии с производственными возможностями рудника.

Под усреднением понимают комплекс технологических операций и организационных мероприятий по доведению до однородного состояния сырья с существующими требованиями обогащения в определенных объемах путем механического воздействия на разнородную рудную массу. Относительно высокая стабильность показателей усреднения качества может быть достигнута за счет организации гибкого управления добычными забоями и транспортом в течение суток и смен. Высокая степень однородности состава руды может быть достигнута путем отдельной выемки качественно разнородных участков забоев, поддержания резервных участков с разными качественными характеристиками руды. В связи с этим, изучение влияния усреднения руд на обоснование подготовленности запасов однородного состава при разработке месторождений минерального сырья довольно актуальная задача в процессе ведения горных работ.

В практике работы современных рудников селективная разработка применяется крайне редко и лишь в отдельных случаях для выемки уникально богатых и ценных участков залежей [1]. В этих условиях с повсеместным объединением активных запасов недр и тенденцией увеличения мощности горного оборудования и горно-технологических параметров разработки, необходимо изучить современные технические и горно-технологические пути решения проблемы обеспечения качества руд при их добыче. Содержание добытой руды становится важнейшим фактором дальнейшего эффективного развития рудоперерабатывающих производств. Поэтому поиск оптимальных решений по обеспечению качества рудо-минерального сырья имеет важнейшее научно-инженерное, экономическое и экологическое значение.

Существующие способы усреднения руд объединяют в четыре большие группы: внутри-карьерное усреднение руд; усреднение на складах дробленой и недробленой руды; усреднение в бункерах обогатительных фабрик; комбинированные способы усреднения [2]. Чтобы обеспечить стабильное содержание в суточных и сменных объемах добычи, регулируют нагрузки на добычные забои и соответственно распределяют

транспорт. При среднем содержании полезного компонента в карьере больше планового, в обменно-усреднительный штабель поступает состав с рудой из самого богатого забоя, затем состав загружается рудой из второго штабеля с плановым содержанием и направляется на обогатительную фабрику. Если среднее содержание полезного компонента в карьере меньше планового, в штабель направляется самая бедная руда, а из сформированного на обогатительную фабрику отгружается руда с плановым содержанием.

Одним из важных параметров эффективной работы горнодобывающего предприятия является стабильность качества руды, поступающей с карьера или рудника на переработку [3]. Усреднение качества включает в себя как технологические мероприятия горного производства, обеспечивающие благоприятные условия для смешивания и усреднения качества в процессе добычи, так и организационно-управляющие действия. При планировании в соответствии с плановыми объемами и качеством полезных ископаемых устанавливают направление развития горных работ на конкретных участках и блоках месторождения, подлежащих отработке в планируемые календарные сроки. На этапе оперативного управления регулируется нагрузка на забой в зависимости от достигнутого объема и качества полезных ископаемых в участковых и общерудничных грузопотоках, а также фактического качества руды в действующих забоях.

Существующий подход установления единых постоянных значений нормативов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов, не отвечает современным требованиям и не учитывает влияния ряда производственных факторов: вероятностного характера ведения горных работ, структуры и взаимосвязи работ в блоке, отказов при производстве работ. Поддержание предприятиями постоянных нормативов практически невозможно ввиду высокой степени динамичности горного производства [4]. Иногда запасы любой степени подготовленности вводятся в разработку целыми этажами, горизонтами и блоками, значительно превышающими установленные нормативы подготовленности к выемке. В этой связи для каждого конкретного горного предприятия должны устанавливаться нормативы минимальной обеспеченности под-

готовленными запасами, их следует рассчитывать с учетом надежности систем разработки и технологических процессов по усреднению добываемой руды, применяемой на руднике.

Технология открытой добычи многосортных руд сложного состава предусматривает формирование и стабилизацию качества рудной массы на основе оптимального планирования развития горных работ в карьере и повышения геологических данных достоверности запасов [5]. Разработанная геолого-информационная база была положена в основу предлагаемой технологии добычи многосортных руд в режиме усреднения качества. Основное отличие этой технологии от традиционной, состоит в увязке процесса усреднения с развитием горных работ в карьере. Для этой цели предлагается методика оптимизации направления развития горных работ с использованием в качестве оптимизационного критерия интегрального показателя качества руды с использованием идеи динамического программирования. На основании экспериментальных исследований сортового усреднения качества было установлено, что смешивание однотипных руд не приводит к ухудшению показателей качества их смеси.

Применяемые в настоящее время на рудниках ПО “Жезказганцветмет” ядерно-геофизические технологии опробования руд создают предпосылки для внедрения на шахтах новейших научных разработок по управлению усреднением качества добываемых руд [6, 7]. Управляемое регулирование отгрузки руды из рудоспусков в вагонетки на откаточных горизонтах шахт по методу компьютерного моделирования, реализуют стохастические модели заполнения рудоспусков порциями руды и выпуска руды из рудоспусков в вагонетки ВГ-10 или ВГ-12 (содержания Cu, Pb и Zn по данным последнего рентгенорадиометрического опробования забоя, из которого доставлена руда). Компьютерное моделирование позволяет прогнозировать качество выгружаемой из рудоспуска руды, как в каждую вагонетку, так и в каждый состав вагонеток. Внедрение рентгенорадиометрических технологий на шахтах позволит поднять геологическое обслуживание горнодобывочных работ на более высокий уровень и значительно повысить эффективность добычного процесса в целом, создаст предпосылки для внедрения в горное производство

комплексной многофункциональной системы рудоподготовки, базирующейся на самых современных научных и аппаратурных разработках в области ядерно-геофизических технологий.

Производительность отдельных добычных единиц при разработке группы карьеров следует планировать с учетом обеспечения получения планируемого содержания усредняемого компонента в общегрупповом потоке за определенный интервал времени [8]. При планировании горных работ с учетом усреднения качества руды необходимо стремиться к выделению участков месторождения, относительно однородных в качественном отношении. На комплексах, работающих в режиме усреднения качества, формирование общего потока руды группы карьеров осуществляется путем объединения рудопотоков, поступающих из добычных забоев с различным содержанием усредняемого компонента. Такое объединение рудопотоков необходимо осуществлять в пропорциях, обеспечивающих поступление на перерабатывающие предприятия сырья стабильного качества, в сменных или суточных объемах добычи руд, с незначительными отклонениями от технологических требований.

На первой стадии управления качеством руды в процессе подземной добычи выполняется планирование горных работ с обеспечением среднего регламентированного содержания металла в годовом, квартальном и месячном объемах добычи [9, 10]. Для этой цели устанавливаются конкретные объекты разработки и объемы выемки с определением основных технических и технологических средств горных работ и способов управления качеством. При оперативном планировании и управлении горно-добычными работами, одновременно с формированием требуемого уровня качества руды, минимизируются отклонения текущих показателей от средней регламентированной величины.

Оперативное управление и контроль за соблюдением качественных характеристик поставляемого потребителям минерального сырья сокращают размах колебаний средних значений содержания металлов [11]. Стабилизация качества и повышение однородности содержания в рудном сырье повышает извлечение полезных компонентов при переработке, что положитель-

но сказывается на общей экономической эффективности сквозного извлечения металлов из руды в недрах до готовой продукции. Это повышает эффективность отработки месторождений многокомпонентных руд за счет внедрения современных средств и способов управления качеством руд при подземной добыче.

Показатель сложности природного залегания позволяет получить количественную оценку трудности для обеспечения качества добытой руды при отработке рудных месторождений подземным способом [12]. Повышение показателя сложности с 0,017 до 0,027 увеличивает уровень дестабилизации состава добытой руды с 0,11 до 0,2 почти в два раза, что в дальнейшем может повлиять на технологические показатели обогащения. Высокие значения природной изменчивости показателей качества бедных руд являются основной причиной явления сегрегации, которая приводит к нестабильности состава добытых руд, что приводит к необходимости применения глубоких технологий повышения качества вкрапленных руд.

Оптимальные нормативы готовых к выемке, подготовленных и вскрытых запасов обуславливают наличие в карьере нормативного числа добычных единиц, необходимых для достижения установленной производительности и усреднения качественного состава добываемого сырья [13]. Использование нормативов подготовленности запасов руды предусматривает улучшение условий внутрикарьерного усреднения за счет установления рационального числа добычных единиц, обеспечивает достижение установленной производительности и требований к усреднению руды, позволяет снизить колебания качественного состава добываемого сырья и повышает экономическую эффективность отработки месторождения.

Формирование добываемых руд определенного качества является сложным процессом, зависящим от целого ряда факторов, связанных не только с природными свойствами руд, но и с технологией выемки рудных тел, которая является самым важным этапом формирования товарных руд, поступающих на переработку [14]. Для этого требуется решать задачи усреднения руды на стадии проектирования, определения рационального уровня и способов обеспечения стабилизации качества выдаваемой продукции

рудника с учетом требований для последующей переработки сырья.

Равномерное вовлечение к разработке выемочных единиц с определением требуемого качественного состава минерального сырья является действенным способом обеспечения качества добытой рудной массы при ведении горных работ [15–18]. Стабилизация качества в процессе добычи руды способствует рациональному освоению запасов рудника и повышению эффективности функционирования горно-обогатительного комплекса. Управление качеством руды следует начинать с текущего планирования горных работ и продолжать по всей горно-технологической цепи добычи, то есть следует осуществлять опробование рудного тела и отбитой руды по каждому забою, складу и рудопотоками на поверхности. При стабилизации качества товарной руды и частичной ликвидации отставания вскрышных работ, обеспечивается плановая добыча различных сортов руды на каждом разрабатываемом горизонте по мере углубки карьера.

В период эксплуатации месторождений регулирование качества руды предусматривает прогнозирование готовых к выемке запасов и оперативной информации о качественном состоянии рудной массы на любом этапе ее транспортирования к обогатительной фабрике. При ведении подземных горных работ процесс стабилизации качества добытого сырья начинается с анализа содержания руд в выемочных единицах и планов распределения полезных компонентов в них. В задачу маркшейдерской службы рудника входит расчет соотношения объемов руды, например, поступающей из действующих четырех выемочных единиц, а для определения ее среднего содержания используется метод определения средневзвешенного значения добываемой руды по формуле:

$$C_{\tau} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + C_4 V_4}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4},$$

где C_{τ} – содержание полезного компонента в товарной руде; C_1, C_2, C_3, C_4 – средние содержания полезного компонента в действующих забоях; V_1, V_2, V_3, V_4 – объемы руды в забоях.

Горные предприятия заранее знают требования потребителя к качеству товарной руды и общее ее количество, которое должно поступить на

фабрику, поэтому определяют объем руды, которая извлекается из каждого действующего забоя, и ее качество. Для успешного планирования забойного усреднения руды на подземных горных работах необходимо иметь данные о качестве запасов готовых к выемке панелей или блоков, либо резервные объемы складированной руды в пределах рудничной площадки. Для подземного рудника авторами предложен способ забойного усреднения рудного сырья, например, при панельно-столбовой системе разработки месторождения, суть которого заключается в следующем. При одновременно находящихся в работе выемочных единицах содержание руды в панелях составляет: $C_1 = 1,11$ г/т, $C_2 = 1,22$ г/т, $C_3 = 1,06$ г/т и $C_4 = 1,45$ г/т. Плановая суточная добыча руды по панелям составляет: $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 1000$ т/сутки. Для планирования добычи руды определяется средневзвешенное значение содержания добываемой руды по руднику: $C_{\text{ср}} = 1,21$ г/т. После этого устанавливаются отклонения от среднего содержания имеющегося полезного ископаемого в процентах, по разрабатываемым панелям $P_1 = 0,917$ %, $P_2 = 1,008$ %, $P_3 = 0,876$ %, $P_4 = 0,834$ %. Далее с учетом приведенных отклонений обосновывается усредненный суточный объем добычи руды по каждой панели: $V_1 = 1090$ т, $V_2 = 992$ т, $V_3 = 1142$ т, $V_4 = 1199$ т. Незначительное увеличение объема добычи руды в отдельных панелях связано с усреднением содержания полезного ископаемого непосредственно при производстве подземных горных работ. Расчеты показывают, что объем добычи по первой, третьей и четвертой панели превышает ранее запланированный объем из-за низкого или высокого качества руды в них и для обеспечения плановой величины содержания добываемой руды по руднику. Предлагаемое забойное усреднение добываемого сырья по панелям показано на рисунке 1.

Своевременное обоснование плановых объемов добычи минерального сырья по панелям с учетом содержания добываемых руд способствует безусловному выполнению производственного плана предприятия при ритмичной работе добычи полезных ископаемых. Таким образом, рекомендуемый способ забойного усреднения руд может использоваться на любом конкретном руднике с учетом планируемого объема и содержания добываемой руды на подземных

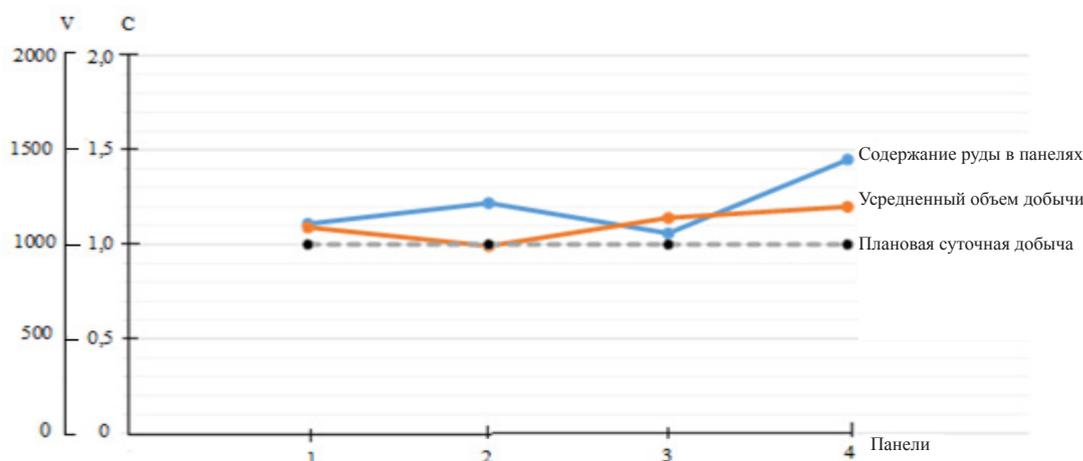


Рисунок 1 – Забойное усреднение содержание руды на подземных горных работах

горных работах. Внедрение предлагаемого метода усреднения в период производства горных работ обеспечивает равномерное качество добытого минерального сырья, поступающего на обоганительную фабрику.

Выводы. Обеспечение внутренней однородности состава добытой рудной массы в горных выработках или на поверхности рудника, контроль показателей качества руды, отправляемой потребителям, являются составной частью управления качеством полезного ископаемого. Нормативы минимальной обеспеченности подготовленными запасами и их расчет с учетом надежности систем разработки и технологических процессов по усреднению добываемой руды, применяемой на руднике, способствуют устойчивому выполнению производственной задачи горного предприятия. Осуществление стабилизации качества руды требует установления порядка отработки группы залежей, рационального планирования отработки эксплуатационных участков и оперативного управления объемами добычи из отдельных блоков в соответствии с подготовленностью запасов руд. Воздействие геологических, горнотехнических, технологических и организационных факторов являются случайными величинами, поэтому они иногда приводят к колебаниям качества содержания добываемых руд и производительности каждого единичного рудопотока. При панельно-столбовой системе разработки предложен способ забойного усреднения минерального сырья, учитывающий объемы и содержание добываемой

руды по выемочным единицам. Обеспечение стабилизации качества добываемой продукции рудника с учетом требований для последующей переработки сырья, то есть способы усреднения руд, должны решаться на стадии проектирования разработки месторождения и планирования горных работ с целью улучшения технико-экономических показателей предприятия.

Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618

Литература

1. Кожиев Х.Х. Рудничные системы управления качеством минерального сырья / Х.Х. Кожиев, Г.Г. Ломоносов. М.: Изд-во Моск. госуд. горного ун-та, 2008. 292 с.
2. Морозова Е.Л. Рациональное использование и охрана природных ресурсов: учеб. пособие / Е.Л. Морозова, Ю.В. Ромашкин, В.Н. Морозов. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 190 с.
3. Варламова С.А. Об усреднении состава руды на промежуточном складе / С.А. Варламова, А.В. Затонский // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2013. № 9/10. С. 12–18. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/a7815bec-4c00-4050-b9b0-f443f5850a31>.
4. Подкуйко Н.В. Актуализация нормирования запасов полезных ископаемых по степени подготовленности к выемке на рудниках ГМК “Норильский никель” / Н.В. Подкуйко, П.В. Симонин, С.А. Вохмин, Е.В. Зайцева // Горный журнал.

2015. № 6. С. 51–54. URL: http://rudmet.net/media/articles/Article_MJ_06_15_pp.51-54.pdf.
5. *Кумыков В.Х.* Система управления качеством при добыче многосортных руд / В.Х. Кумыков, А.Т. Акылбаева // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Геология. Горное дело, металлургия. 2010. № 4 (50). С. 34–38.
 6. *Ефименко С.А.* О возможности реализации многофункциональной рентгенорадиометрической системы рудоподготовки для шахт ПО “Жезказганцветмет” / С.А. Ефименко, О.С. Ефименко, В.С. Портнов, Р.К. Камаров, Ж.З. Толеубекова, Г.К. Макишев. URL: <https://cyberleninka.ru/.../o-vozmozhnosti-realizatsii-nog-ofunktsionalnoy-rentgenor>.
 7. *Абдыкенов О.Б.* Вариант комплексной многофункциональной системы рудоподготовки на базе ядерно-геофизических технологий / О.Б. Абдыкенов, Н.Е. Сыздыков, С.А. Ефименко // Проблемы недропользования: матер. IV всерос. молодежной научн.-практ. конф. / ИГД РАН. Екатеринбург: УРО РАН, 2010. С. 11–19.
 8. *Иванов В.В.* Оптимизация календарного плана для группы карьеров в составе единой горнотехнической системы / В.В. Иванов // Проблемы недропользования: матер. IV всерос. молодежной научн.-практ. конф. / ИГД РАН. Екатеринбург: УРО РАН, 2010. С. 100–106.
 9. *Кожиев Х.Х.* Способы управления качеством руд при подземной добыче / Х.Х. Кожиев, Г.Н. Хураева. URL: <https://cyberleninka.ru/.../sposoby-upravleniya-kachestvom-rud-pri-podzemnoy-doby>.
 10. *Кожиев Х.Х.* Классификация способов управления качеством руд при подземной добыче / Х.Х. Кожиев. URL: http://www.giab-online.ru/files/data/2005/8/2a_kozhiev.pdf.
 11. *Макаров В.А.* Динамическая система управления качеством минерального сырья / В.А. Макаров, Е.Г. Малиновский, И.И. Кацер, Г.С. Курчин, А.В. Ефимов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2016. 9(1). С. 126–132.
 12. *Туртыгина Н.А.* Влияние сложности залегания месторождения бедных медно-никелевых руд на качество горных работ / Н.А. Туртыгина, К.А. Калашников, И.Г. Павин // Научный вестник Норильского индустр. ин-та. 2016. № 16. С. 19–21.
 13. *Фомин С.И.* Определение количества добычных единиц, обеспечивающих достижение установленной производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению руды / С.И. Фомин, В.А. Шевелев, М.А. Маринин. URL: <https://cyberleninka.ru/.../opredelenie-kolichestva-dobychnyh-edinit-obes-pechivayus>.
 14. *Пшенников В.А.* Изучение процесса усреднения руд при разработке урановых месторождений / В.А. Пшенников. URL: http://www.giab-online.ru/files/Data/2006/11/Pshennikov_3st_kom.pdf.
 15. *Калыбеков Т.* Влияние неравномерности производства горных работ и подготовленности запасов на качественный состав руды / Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева, Г.Б. Жаркимбаева // Труды XIV межд. научн.-практ. конф. “Современная европейская наука – 2018”. 30.06 – 07.07.2018, Science and Education Ltd (Англия). № 8. С. 47–52.
 16. *Калыбеков Т.* Влияние подготовленности запасов полезных ископаемых на стабилизацию добычи руды при подземной разработке месторождений / Т. Калыбеков, М.А. Муртазаев, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева // Горный журнал Казахстана. 2018. № 5. С. 25–29.
 17. *Битимбаев М.Ж.* Управление нормативами вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов и качеством руд на подземных горных работах / М.Ж. Битимбаев, Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева // Горный журнал Казахстана. 2018. № 7. С. 16–21.
 18. *Kalybekov T.* Control of reserves readiness and quality characteristics of ore in open pit mining / T. Kalybekov, R. Yunussov, K.B. Rysbekov, S.T. Soltabayeva // The 25th World Mining Congress 2018. Proceedings. Open-Pit Minings. Astana, 2018. Kazakhstan. P. 220–226.