

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ РУДЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ СИСТЕМАМИ РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

Г.С. Курчин,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований факторов, влияющих на величину потерь и разубоживания при добыче полезных ископаемых. Установлено, что на уровень потерь и разубоживания руды при добыче оказывает влияние большое число факторов, часть из которых непостоянны в пространстве и времени. Показано, что всех факторы можно разделить на управляемые и неуправляемые. В основу разделения факторов были положены природа их возникновения и возможность субъективного воздействия на них. Проведена оценка влияния каждого фактора на уровень эксплуатационных потерь и разубоживания полезного ископаемого. Представлена предложенная автором систематизация этих факторов. Результаты исследования могут быть использованы научным сообществом при исследовании процессов формирования потерь и разубоживания при добыче и разработке методик расчета нормативных величин потерь и разубоживания.

Ключевые слова: потери и разубоживание, факторы, систематизация, добыча, алмазосодержащие руды, мощность, угол падения, геологический контакт.

SYSTEMATIZATION OF FACTORS AFFECTING THE AMOUNT OF LOSSES AND DILUTION OF ORE DURING UNDERGROUND MINING BY DEVELOPMENT SYSTEMS WITH THE LAYING OF THE DEVELOPED SPACE

G.S. Kurchin,
Siberian Federal University, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, Krasnoyarsk, Russia

Abstract: The article presents the results of studies of factors affecting the amount of losses and dilution during mining. It has been established that the level of ore loss and dilution during mining is influenced by a large number of factors, some of which are unstable in space and time. It is shown that all factors can be divided into controlled and unmanaged. The separation of factors was based on the nature of their occurrence and the possibility of subjective influence on them. The impact of each factor on the level of operational losses and dilution of the mineral has been assessed. The systematization of these factors proposed by the author is presented. The results of the study can be used by the scientific community in the study of the processes of formation of losses and dilution during mining and the development of methods for calculating the standard values of losses and dilution.

Keywords: losses and dilution, factors, systematization, extraction, diamond ore, ore body capacity, angle of incidence, geological contact.

В настоящее время горнодобывающая отрасль является драйвером развития северных территорий. Например, в структуре валового регионального продукта (ВРП) Республики Саха (Якутия) за 2022 г. добыча полезных ископаемых составляла порядка 59 % [1]. В обозримом будущем минерально-сырьевой комплекс Республики будет оставаться определяющим для социально-экономического развития Сибирского и Дальневосточного федеральных округов Российской Федерации.

При этом вопросы рационального недропользования становятся все более актуальными для горной промышленности из-за объективного ухудшения горнотехнических и горно-геологических условий разработки месторождений, таких как обеднение рудной базы, увеличение глубины веде-

ния горных работ и, как следствие, рост издержек производства. Поскольку в обозримом будущем современное общество не сможет обойтись без потребления значительного количества полезных ископаемых, то становится невозможным эффективное освоение месторождений без постоянного совершенствования применяемых геотехнологий.

Любое совершенствование возможно только при всестороннем анализе сложившейся мировой практики, потому что без ясного понимания прошлого опыта невозможно разработать рациональные новации. Например, мировая практика отработки алмазосодержащих месторождений показывает, что при переходе от открытой разработки к подземной в большинстве случаев предприятия выбирают сравнительно недорогие и производительные системы с принудительным

обрушением и массовым самообрушением для подземной добычи. Однако эти системы разработки не могут обеспечить высокие показатели извлечения. Так, разубоживание достигает 25-27 %, а потери руды варьируются в пределах 15-20 % и более.

Для исключения данных недостатков и учитывая сложные горно-геологические условия отработки алмазосодержащих руд, на подземных рудниках АК «АЛРОСА» впервые были применены системы разработки с механизированной отбойкой и закладкой выработанного пространства, а также с комбинированной отбойкой и закладкой. Использование таких систем разработки позволяет рационально использовать недра, обеспечивать безопасность ведения работ и высокие показатели извлечения из недр.

Важно отметить, что при выборе той или иной геотехнологии необходимо комплексно оценивать эффективность её применения. Кроме проработки традиционных для подземной добычи вопросов следует учитывать требования рационального недропользования, в частности обоснованность величин потерь и разубоживания руды при добыче.

Цель исследования: систематизация факторов, влияющих на величину потерь и разубоживания руды при подземной добыче системами разработки с закладкой выработанного пространства.

Методология

Представленная работа основана на глубоком анализе актуальной научно-технической информации в виде научных работ, статистических сборников, информационно-аналитических порталов и исследований предшественников.

Результаты и обсуждение

Общеизвестно, что на уровень потерь и разубоживания руды при добыче оказывает влияние большое число факторов, часть из которых непостоянны в пространстве и времени. Проведенные автором исследования позволили систематизировать все факторы и выделить из них наиболее значимые (рис. 1). Все факторы, оказывающие влияние на количественные и качественные потери при подземной добыче полезных ископаемых были разделены на неуправляемые и управляемые. К неуправляемым относятся факторы внешней среды. Управляемые — это факторы, на которые в процессе добычи можно в той или иной степени влиять для изменения показателей полноты и качества извлечения полезного ископаемого.

Горнотехнические и технологические факторы определяют возможность и эффективность извлечения и переработки выявленных запасов с использованием известных технологий и наличных технических средств. К этим управляемым факторам относятся системы разработки, способы отбойки и выпуска горной массы, способы зачистки полезного ископаемого в отбитом виде:

- ✧ **Система разработки.** Выбранная система подземной разработки должна учитывать весь комплекс геологических и горнотехнических условий отработки месторождения и обеспечивать полноту отработки запасов недр с соблюдением всех требований безопасности ведения горных работ, а также отвечать всем требованиям экологической безопасности. Например, в условиях АК «АЛРОСА» впервые в мировой истории были использованы геотехнологии, являющиеся совмещением во времени и пространстве слоевой системы

с комбайновой отработкой запасов и камерной выемки с отбойкой руды буровзрывным способом;

- ✧ **Технологический процесс отбойки полезного ископаемого** характеризует эффективность дробления горной массы и качество оформления выработанного пространства. От последнего напрямую зависят показатели извлечения из недр. Например, взрывные работы существенно влияют на несущую способность целиков, качество их оформления, появление неровностей боков целиков, и поэтому являются одним из ключевых факторов, определяющих величину потерь в целиках. А в системах с обрушением качество ведения буровзрывных работ предопределяет не только величину потерь и разубоживания, но и эффективность всей системы, поскольку качество дробления напрямую влияет на эффективность процесса выпуска. Качество ведения БВР предопределяет величину извилистости бока камеры, которая в свою очередь оказывает влияние на формирование технологической неровности бока (зоны стохастичности). Параметры зоны стохастичности оказывают влияние как на взаимосвязанные величины потерь полезного ископаемого и разубоживание закладкой, так и на величины обособленных потерь в плintусах у боков выработок;

- ✧ **Способ доставки отбитой горной массы и зачистки почвы,** а также параметры оборудования, задействованного на доставке, оказывают влияние на условия формирования и величину потерь руды в отбитом виде на почве выработок и разубоживания руды породой с почвы выработок, а также этих потерь на поверхности выработанного пространства и разубоживания руды породой в связи с воздействием оборудования на окружающий массив, величина которого определяется параметрами доставочного оборудования и длительностью его воздействия.

Экономические и экологические факторы. Влияние этих факторов на нормативную величину количественных и качественных потерь при добыче высоко, поскольку изменение каждого из них может как существенно увеличить рентабельность горного производства, так и снизить ее.

Поскольку все расчёты экономической эффективности в горном деле производятся с использованием действующих цен и котировок, следовательно, и экономически обоснованные нормативы потерь и разубоживания полезного ископаемого при добыче находятся в прямой зависимости от их уровня и будут различны в разные периоды времени при прочих равных условиях:

- ✧ **Валовая ценность 1 тонны балансовых запасов** определяется мировой конъюнктурой на тот или иной вид продукции горнодобывающего или горно-металлургического производства. Этот фактор может повлиять от геополитической и экономической обстановки в стране или в мире;
- ✧ **Полные затраты, отнесенные на 1 т балансовых запасов полезного ископаемого** зависят от эффективности выбранной технологии добычи, производительности труда рабочих, стоимости оборудования и т.д. Себестоимости добычи, транспортировки, обогащения и (при наличии) металлургического передела устанавливаются по соответствующим калькуляциям;

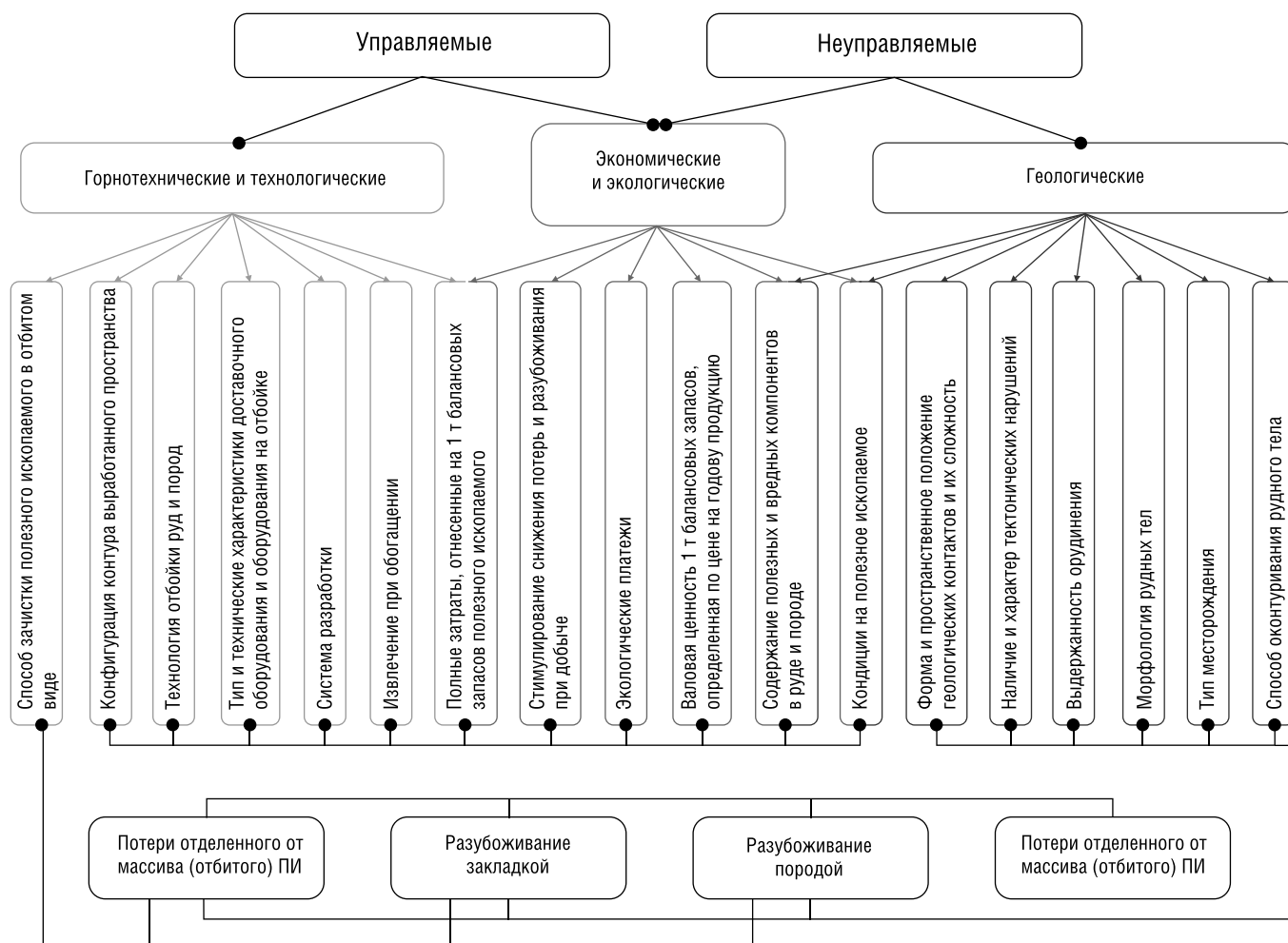


Рис. 1. Систематизация факторов, влияющих на формирование эксплуатационных потерь и разубоживание полезного ископаемого / Fig. 1. Systematization of factors affecting the formation of operational losses and dilution of minerals

- ✧ *Стимулирование снижения потерь и разубоживания при добыче* — фактор, определяемый политикой предприятия, региона или государства;
- ✧ *Экологические платежи* — сумма ресурсных налогов, экологических штрафов и капитальных вложений природоохранного назначения.

Кроме вышеизложенного необходимо учитывать, что увеличение разубоживания приводит росту себестоимости товарной продукции, а это снижает прибыль от её реализации. При необходимости получения планируемого количества продукции предприятие увеличивает объёмы добычи руды, что в свою очередь приводит к сокращению сроков отработки месторождения и необходимости вовлечения в эксплуатацию новых месторождений, залегающих, как правило, в более сложных условиях и труднодоступных местах. Еще одним негативным последствием разубоживания является необходимость постоянного увеличения площадей, занимаемых под отходы горного производства — хвостохранилища. Возрастает техногенная нагрузка на район действия горно-перерабатывающих предприятий, что неизбежно ведет к росту экологических платежей, а значит и существенному увеличению себестоимости.

Следовательно, с позиции нормирования потерь и разубоживания себестоимость, с одной стороны, является экономическим фактором, влияющим на их величину, а с дру-

гой, величина себестоимости зависит от величин потерь и разубоживания. При этом снижение себестоимости позволяет корректировать рациональный уровень нормативных величин потерь и разубоживания.

Уровень показателей извлечения из недр подвержен влиянию не одного отдельного, а многих факторов, и его колебания могут происходить в результате их взаимодействия.

Геологические факторы оказывают воздействие на все последующие количественные и качественные показатели добычи полезного ископаемого. Главными геологическими факторами, влияющими на уровень потерь и разубоживания, являются:

- ✧ Тип месторождений является неуправляемым фактором и влияет на выбор способа отработки, технологии разведки и освоения месторождений;
- ✧ Кондиции для подсчета запасов по каждому месторождению устанавливают технико-экономическими расчетами. Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их отработки, обеспечивающих наиболее полное и комплексное использование недр на рациональной экономической основе с учётом экологических последствий эксплуатации;

- ✧ *Морфология рудных тел* определяет качественный состав добытой горной массы. Для месторождений твердых полезных ископаемых характерны три морфологических типа залежей: изометричные, плоские и вытянутые по одному направлению (трубки). Кроме того, существует взаимосвязь между алмазонасностью кимберлитовых трубок и их морфологическими особенностями. Продуктивность отложений кратерных частей трубок обычно коррелирует с долей кимберлитового материала в составе слагающих их туфогенно-осадочных пород [2];
- ✧ *Угол падения залежи* предопределяет выбор системы разработки и последовательность ведения очистных работ, способы и технику на погрузке и доставке. От данного неуправляемого фактора зависят не только выбор геотехнологии освоения месторождения и тип применяемой техники, но и методики определения оптимальных значений количественных и качественных потерь;
- ✧ *Мощность рудного тела* оказывает доминирующее влияние на выбор системы разработки, способа выемки и применяемого оборудования. Наименьшие потери и разубоживание достигаются, когда мощность залежи больше минимально допустимой ширины или высоты очистного пространства. Например, при разработке маломощных жил вовлекаются в добычу большие объёмы вмещающих пород. Значительная часть руд редких, благородных и цветных металлов (вольфрам, молибден, золото, олово и др.) залегает в виде весьма тонких жил мощностью от долей сантиметра до 0,4-0,5 м. При такой мощности жил для создания рабочей ширины забоя приходится прихватывать часть вмещающих пород, нередко значительно превышающих мощность самой жилы. Это приводит к высокому уровню разубоживания руды (до 60-80 %);
- ✧ *Глубина залегания месторождения*, главным образом, определяет способы отработки, отдельные элементы системы разработки, метод поддержания выработанного пространства, производительность труда рабочих и механизмов, а также уровень качественных и количественных потерь полезного ископаемого. Специфической особенностью большинства месторождений является ухудшение горно-геологических условий с увеличением глубины разработки: усложняется вещественный состав руд, ухудшаются физические и механические свойства руд и вмещающих пород, повышается удароопасность пород;
- ✧ *Способ оконтуривания рудных тел* при подсчёте запасов, формирующий количество запасов полезного ископаемого и величину разубоживания руды. Оконтуривание залежи может осуществляться по естественным границам, или по условному контуру, внутри которого полезное ископаемое соответствует условиям по мощности, содержанию полезных и вредных компонентов, или по границе разведанности месторождения (контур той или иной категории запасов) [3]. На практике встречаются почти двукратные отклонения объёмов руды из-за ошибок геометризации. Такая проблема может иметь весьма негативные последствия для горнорудного производства. Зачастую приводит

к росту разубоживания. Улучшение качества оконтуривания промышленных руд позволит объективно устанавливать количество запасов полезного ископаемого и величину разубоживания руды;

- ✧ *Содержание и количество полезных и вредных компонентов*. Эти параметры определяют извлекаемую ценность каждого из добываемых полезных компонентов, цену полезных компонентов, а, следовательно, и показатели извлечения их при добыче, обогащении и металлургической переработке. Извлекаемая ценность добытого полезного ископаемого тем выше, чем больше содержание и количество полезных компонентов, их ценность и показатели извлечения. Опыт отработки кимберлитовых трубок «Айхал», «Мир» и «Интернациональная» показала, что практически по всем месторождениям предполагаемые запасы и содержание алмазов в них были значительно занижены. Так, выявленный суммарный объём алмазов по трубкам «Мир» и «Интернациональная» превысил оценочные данные почти в 3 раза. Это объясняется крайне неравномерным распределением кристаллов и отсутствием какой-либо закономерности их пространственного расположения в кимберлитовых трубках. С другой стороны, например, для нерудных полезных ископаемых содержание оказывает решающее влияние на показатели отработки. В случаях, когда качество товарного сырья (если оно отвечает требованиям потребителя) не влияет на его реализационную стоимость, товарное сырьё можно разубоживать до максимума при обеспечении в нем требуемого содержания вредных примесей и полезных компонентов. При несоблюдении названных требований товарное сырьё теряет потребительскую ценность, и вся партия попадает в потери;
- ✧ *Выдержанность оруденения*. Применительно к месторождениям алмазов более корректно оперировать термином «алмазонасность» и учитывать, как она меняется в границах кимберлитовых тел [2].

Распределение полезных компонентов в рудном массиве оказывает опосредованное влияние на величину потерь при добыче, поэтому оно должно быть учтено при технико-экономическом сравнении вариантов отработки приконтактных зон. Чем выше концентрация полезного ископаемого, тем выше ценность балансовых запасов и тем ниже должны быть потери при добыче. Изменчивость алмазонасности должна учитываться на стадии принятия решения о последовательности отработки запасов, что позволит регулировать величины потери и разубоживание при добыче алмазосодержащих руд [4-9].

- ✧ *Форма и пространственное положение геологических контактов, их сложность*, характеризующие параметры приконтактной зоны, которая предопределяет сложность всей залежи. В процессе добычи полезного ископаемого его потери — количественные и качественные — возникают преимущественно в приконтактной зоне, которую образуют контуры геологической поверхности рудной залежи и технологической поверхности забоя [10].

В качестве приконтактной определяют зону вокруг рудного тела, которая имеет технологически пограничную поверхность, разделяющую геологически разубоженную руд-

ную массу и чистую руду, и вторую поверхность, разделяющую ее массу и поверхность бетонной закладки или вмещающих пород [11].

Приконтактная зона — это геометрически и технологически сложный участок месторождения, количественный и качественный состав которого формируется из руды и породы (или закладки), перемешиваемых по мере процесса добычи. При этом приконтактной зоне залежи присущи динамичность и комплексное природно-технологическое формирование, что существенно осложняет ее обработку. Именно приконтактная зона является основным источником формирования потерь и разубоживания руды, что непосредственно ведет к снижению полноты и качества отработки месторождения [12, 13].

Сложность всей залежи во многом характеризуется тем, какую сложность имеет приконтактная зона. На основании геолого-геометрических параметров, характеризующих сложность залегания залежей, а также размещения внутрирудных и рудных мощностей, производится горно-геометрические оценки сложности.

С точки зрения формирования потерь и разубоживания в приконтактной зоне необходимо выделять, так называемую зону контактной неопределенности. Это участок горного массива в приконтактной зоне, ограниченный возможными положениями технологических поверхностей, образуемых в массиве при ведении горных работ, одно из которых соответствует максимальным потерям при отсутствии разубоживания, а другое — наибольшему разубоживанию при отсутствии потерь [10, 13-15].

При обработке месторождений подземным способом образуются следующие виды зон контактной неопределенности: с боков, с кровли, на торцах и с почвы выработок. Условия залегания полезного ископаемого диктуют наличие определенного вида данных зон.

- Тектоническая нарушенность. Данный фактор существенно усложняет процесс добычи, вызывает серьезные трудности при производстве горных работ и дополнительные потери и разубоживание полезного ископаемого. Это объясняется тем, что в условиях тектонических нарушений в массиве горных пород размеры целиков должны быть значительными, что существенно повышает потери [16].

Исследования А.Ф. Дубинного [17] показали, что влияние тектонической нарушенности залежи на полноту и качество извлечения полезных ископаемых из недр в той или иной мере распространено на всех месторождениях. При этом смещения рудных блоков относительно друг друга создают дополнительные контакты руды с вмещающими породами. Сопоставимые по размерам с контактами в почве и кровле залежи, они представляют собой дополнительные места образования потерь и разубоживания руд. Величины потерь и разубоживания руды, обусловленные тектонической нарушенностью залежи, составляют соответственно 32-43 % и 39-49 % от общих. Е. И. Панфилов [18] предложил отдельно выделять в группе эксплуатационных потерь «класс потерь в целиках у геологических нарушений». Автор указывает, что само наличие дополнительных контактов с вмеща-

ющими породами по смесителям дизъюнктивов влечет за собой увеличение потерь и разубоживание руды. Кроме того, этими же исследованиями установлено, что отработка запасов зон контактов выработками большего сечения (как и выработкой, расположенной под более острым углом) повышает потери и разубоживание, приходящиеся на единицу площади контакта, что, в свою очередь, требует не только проводить оценку физического усложнения залежи, но и учитывать различие технологических условий отработки запасов зон нарушений.

Опыт отработки угольных месторождений показывает, что значительное влияние на величину потерь у тектонических нарушений оказывают амплитуда смещения, угол падения сместителя дизъюнктива и его положение относительно пласта, а также его протяженность [19-21]. Таким образом, можно утверждать, что тектоническая нарушенность существенно влияет на уровень количественных и качественных потерь полезных ископаемых при добыче и требует своего учёта в каждом конкретном случае.

Заключение

В разработанной автором систематизации все факторы, оказывающие влияние на формирование потерь и разубоживания руды при добыче полезных ископаемых, объединены в группы: управляемые и неуправляемые. Поскольку влияние человека на неуправляемые факторы невозможно, то необходимо всесторонне изучить их и учитывать при проектировании горных работ для минимизации негативного воздействия на величину потерь и разубоживания руды при добыче. Наибольший научный интерес вызывает группа управляемых факторов, которые необходимо адаптировать к современным условиям добычи руды. Это позволит существенно повысить уровень эффективности использования недр.

Выводы

1. В статье приведены результаты исследований факторов, оказывающих влияние на формирование количественных и качественных потерь при подземной добыче алмазосодержащих руд.

2. Показано, что все факторы можно разделить на управляемые и неуправляемые. К неуправляемым относятся природные факторы, такие как содержание вредных примесей и полезных компонентов, морфология рудных тел и прочие. Управляемые — это факторы, на которые в процессе добычи можно в той или иной степени влиять для изменения показателей полноты и качества извлечения полезного ископаемого. В большей степени это обоснование системы разработки, оптимизация её параметров, выбор необходимого оборудования для всех процессов добычи и переработки руды, оптимизация затрат. Проведена оценка влияния каждого фактора на уровни количественных и качественных потерь и систематизация этих факторов исходя из природы их возникновения и возможности субъективного воздействия на них.

3. Результаты исследования могут быть использованы при исследовании процессов формирования потерь и разубоживания при добыче и разработке методик расчета нормативных величин потерь и разубоживания. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономические показатели региона. - URL: <https://investyakutia.ru/about/economic-indicators-of-the-region/> (дата обращения: 02.10.2023). - Текст: электронный.
2. Компьютерное моделирование при разведке и оптимизации разработки месторождений алмазов / В.Ф. Колганов, И.Ф. Бондаренко, А.Ю. Давыденко, П.В. Васильев. - Новосибирск: Наука, 2008. - 262 с.
3. Букринский, В.А. Геометрия недр: Учебник для вузов / В.А. Букринский. - Москва: Горная книга, 2012. - 546 с. - ISBN 5-7418-0191-9.
4. Федеренко, П.И. Горно-геометрическая и квалиметрическая оценка полноты и качества извлечения запасов полезных ископаемых при недропользовании / П.И. Федеренко, А.В. Переметчик // Разработка рудных месторождений. - 2010. - Вып. 93. - С. 1-6.
5. Харьков, А.Д. История алмаза / А.Д. Харьков, Н.Н. Зинчук, В.М. Зуев. - Москва: Недра, 1997. - 601 с.
6. Зинчук, Н.Н. Особенности использования типовых моделей кимберлитовых трубок при поисках алмазов / Н.Н. Зинчук // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. - 2011. - № 1. - С. 133-144.
7. Bardet, M.G. Geologie due diamond / M.G. Bardet. - ParisP, 1973. - (Mem. Ber. Rech. Geol. Miniere; Vol. 83.).
8. Hawthorne, I.B. Model of Kimberlite pipe / I.B. Hawthorne // Phys. Chem. Earth. - 1975. - № 9. - P. 1-10.
9. Diamondiferous peridotite xenoliths from the Argyle (AKI) lamproite pipe, Western Australia / Jaques A.L., O'Neill H. St.C., Smith C.B., Moon I., Chapell B.W. // Contrib. Mineral. and Petrol. - 1990. - Vol. 104, Iss. 3. - P. 255-276.
10. Курчин, Г.С. К вопросу о нормировании потерь и разубоживания на контактах при подземной отработке месторождений / Г.С. Курчин // Маркшейдерский вестник. - 2015. - № 4 (107). - С. 19-23.
11. Мечиков, О.С. Метод управления потерями и разубоживанием руд при отработке сложноструктурных приконтактных зон / О.С. Мечиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 4. - С. 229-234.
12. Нуржумин, Е.К. Геолого-технологическая сложность отработки приконтактных участков залежей и способы ее оценки / Е.К. Нуржумин, А. Курманкожаев. - URL: <http://www.repository.enu.kz:8080/handle/123456789/2261> (дата обращения: 07.06.2021). - Текст: электронный.
13. Отраслевая инструкция по определению, нормированию и учёту потерь и разубоживания руды и песков на рудниках и приисках Министерства цветной металлургии СССР. - Москва, 1975. - 127 с.
14. Холодняков, Д.Г. Обоснование рационального уровня потерь и засорения полезного ископаемого при открытой разработке крутопадающих месторождений : дис. ... канд. техн. наук / Холодняков Денис Генрихович - Москва: СПГГИ им. Г.В. Плеханова, 2000. - 135 с.
15. Влияние формы геологического контакта на величину потерь при отработке приконтактных зон / С.А. Вохмин, А.А. Кытманов, Г.С. Курчин [и др.] // Записки горного института. - 2017. - Т. 223. - С. 37-43.
16. Закусин, Г.А. Повышение эффективности разработки наклонных залежей средней мощности железорудных месторождений : 05.15.02: дис. ... канд. техн. наук / Закусин Геннадий Александрович. - Свердловск, 1984. - 177 с.
17. Дубинный, А.Ф. Повышение полноты и качества извлечения руд из тектонически нарушенных залежей (на примере рудника «Октябрьский» НГМК): 05.15.02: дис. ... канд. техн. наук / Дубинный А. Ф. - Новосибирск, 1989. - 177 с.
18. Панфилов, Е.И. О развитии методологии определения и оценки полноты и качества разработки месторождений твердых полезных ископаемых (основные положения) / Е.И. Панфилов // Рациональное освоение недр. - 2010. - № 2. - С. 7-16.
19. Миронов, К.В. Справочник геолога-угольщика / К.В. Миронов. - Москва: Недра, 1982. - 311 с.
20. Гарина, Е.А. Предпосылки к созданию методики нормирования потерь угля при отработке пластов в зонах тектонических нарушений / Е.А. Гарина, В.В. Битюков // Вестник КузГТУ. - 2015. - № 4 (110). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-k-sozdaniyu-metodiki-normirovaniya-poter-uglya-pri-otrabotke-plastov-v-zonah-tektonicheskikh-narusheniy> (дата обращения: 07.06.2021). - Текст: электронный.
21. Писаренко, М.В. Прогнозная оценка потерь вблизи тектонических нарушений / М.В. Писаренко // Маркшейдерия и недропользование. - 2011. - № 6. - С. 17-18.

REFERENCES

1. Economic indicators of the region. - URL: <https://investyakutia.ru/about/economic-indicators-of-the-region/> (accessed: 02.10.2023). - Text: electronic.
2. Computer modeling in the exploration and optimization of the development of diamond deposits / V.F. Kolganov, I.F. Bondarenko, A.Yu. Davydenko, P.V. Vasiliev. - Novosibirsk: Nauka, 2008. - 262 p. +
3. Bukrinsky, V.A. Geometry of the subsoil : Textbook for universities / V.A. Bukrinsky. - Moscow : Gornaya kniga, 2012. - 546 p. - ISBN 5-7418-0191-9.
4. Federenko, P.I. Mining-geometric and qualimetric assessment of completeness and quality of extraction of mineral reserves in subsurface use / P.I. Federenko, A.V. Peremetchik // Development of ore deposits. - 2010. - Issue 93. - pp. 1-6.
5. Kharkiv, A.D. History of diamond / A.D. Kharkiv, N.N. Zinchuk, V.M. Zuev. - Moscow : Nedra, 1997. - 601 p.
6. Zinchuk, N.N. Features of the use of standard models of kimberlite pipes in the search for diamonds / N.N. Zinchuk // Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology. - 2011. - No. 1. - pp. 133-144.
7. Bardet, M.G. Geologie due diamond / M.G. Bardet. - RagisR, 1973. - (Mem. Ber. Rech. Geol. Miniere ; Vol. 83.).
8. Hawthorne, I.B. Model of Kimberlite pipe / I.B. Hawthorne // Phys. Chem. Earth. - 1975. - № 9. - P. 1-10.
9. Diamondiferous peridotite xenoliths from the Argyle (AKI) lamproite pipe, Western Australia / Jaques A.L., O'Neill H.St.C., Smith C.B., Moon I., Chapell B.W. // Contrib. Mineral. and Petrol. - 1990. - Vol. 104, Iss. 3. - P. 255-276.
10. Kurchin, G.S. On the issue of rationing losses and dilution at contacts during underground mining of deposits / G.S. Kurchin // Surveying Bulletin. - 2015. - № 4 (107). - P. 19-23.
11. Mechikov, O.S. Method of managing losses and dilution of ores during the development of complex-structured contact zones / O.S. Mechikov // Mining information and analytical bulletin. - 2007. - No. 4. - pp. 229-234.

12. Nurzhumin, E.K. Geological and technological complexity of working out of contour areas of deposits and methods of its assessment / E.K. Nurzhumin, A. Kurmankozhaev. - URL: <http://www.repository.enu.kz:8080/handle/123456789/2261> (accessed: 06/07/2021). - Text : electronic.
13. Industry instruction on the definition, rationing and accounting of losses and dilution of ore and sands at mines and mines of the Ministry of Non-Ferrous Metallurgy of the USSR. - Moscow, 1975. - 127 p.
14. Kholodnyakov, D.G. Substantiation of the rational level of losses and clogging of minerals during open-pit mining of steep-falling deposits : dis. ... Candidate of Technical Sciences / Denis Genrikhovich Kholodnyakov - Moscow: Plekhanov SPGGI, 2000- - 135 p.
15. The influence of the form of geological contact on the magnitude of losses during the development of contact zones / S.A. Vokhmin, A.A. Kytmanov, G. S. Kurchin [et al.] // Notes of the Mining Institute. - 2017. - Vol. 223. - pp. 37-43.
16. Zakusin, G.A. Improving the efficiency of the development of inclined deposits of medium capacity of iron ore deposits : 05.15.02: dis. ... Candidate of Technical Sciences / Zakusin Gennady Alexandrovich. - Sverdlovsk, 1984. - 177 p.
17. Dubinny, A.F. Improving the completeness and quality of ore extraction from tectonically disturbed deposits (on the example of the Oktyabrsky mine of NMMC): 05.15.02: dis. ... Candidate of Technical Sciences / Dubinny A. F. - Novosibirsk, 1989. - 177 p.
18. Panfilov, E.I. On the development of the methodology for determining and evaluating the completeness and quality of the development of deposits of solid minerals (basic provisions) / E.I. Panfilov // Rational development of the subsoil. - 2010. - No. 2. - C. 7-16.
19. Mironov, K.V. Handbook of a coal miner geologist / K.V. Mironov. - Moscow: Nedra, 1982. - 311 p.
20. Garina, E.A. Prerequisites for the creation of a methodology for rationing coal losses during mining of formations in zones of tectonic disturbances / E.A. Garina, V.V. Bityukov // Bulletin of KuzSTU. - 2015. - № 4 (110). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-k-sozdaniyu-metodiki-normirovaniya-poter-uglya-pri-otrabotke-plastov-v-zonah-tektonicheskikh-narusheniy> (accessed: 06/07/2021). - Text: electronic.
21. Pisarenko, M.V. Predictive assessment of losses near tectonic disturbances / M.V. Pisarenko // Surveying and subsoil use. - 2011. - No. 6. - pp. 17-18.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Курчин Георгий Сергеевич:
кандидат технических наук,
доцент,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
г. Красноярск, Россия,
e-mail: kurchings@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kurchin Georgiy Sergeevich:
Ph.D. in Engineering,
Associate Professor,
Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russia.
e-mail: kurchings@mail.ru



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет Инженерная академия специальность Геология

Целью обучения является подготовка квалифицированных специалистов в области геологии, способных разрабатывать инновационные методы решения производственных задач в области поиска и разведки месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых.

Во время обучения студенты получают знания, формируют навыки и умения в области анализа современного состояния и актуальных проблем геологической науки, поиска и изучения геологической, геофизической, геохимической информации и космических снимков, применения методов комплексных геолого-геофизических исследований, создания трехмерных геологических моделей, приобретают опыт самостоятельной научно-исследовательской, прикладной и педагогической работы.

Задачи обучения направлены на привитие навыков ориентирования в аналоговых и цифровых геологических данных, формирование представлений о назначении инновационных методов геолого-геофизических исследований и обработки информации, развитие навыков применения инновационных методов прогноза месторождений полезных ископаемых и ориентирования в специализированных программах при эффективном использовании их возможностей.

Контакты : 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. Приемная комиссия (Граждане РФ) +7 (495) 433-95-88, +7 (495) 787-38-27 доп.: 1214. E-mail: priem@rudn.ru. КОНТАКТ-ЦЕНТР: +7 (499) 936-87-87. E-mail: information@rudn.ru



WWW.N-GN.RU