

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РУДОПОТОКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РУД

Монография

Институт горного дела, геологии и геотехнологий



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Евгений Малиновский

**Интеллектуальная технология
мониторинга и управления
качеством рудопотоков
при добыче и переработке
многокомпонентных руд**

«СФУ»

2016

УДК 622.34
ББК 33.33

Малиновский Е. Г.

Интеллектуальная технология мониторинга и управления
качеством рудопотоков при добыче и переработке
многокомпонентных руд / Е. Г. Малиновский — «СФУ», 2016

Дана характеристика Норильской группы месторождений. Описано состояние горных технологий и рассмотрен уровень развития аппаратно-программных средств, показан алгоритм генерации типовых управленческих решений в зависимости от реально складывающейся производственной ситуации. Предназначена для студентов, аспирантов и научных работников в сфере горного дела, геологии и геотехнологий.

УДК 622.34
ББК 33.33

© Малиновский Е. Г., 2016
© СФУ, 2016

Содержание

Введение	5
1. Норильская группа месторождений	8
1.1. Краткая геологическая характеристика	8
1.2. Состояние горных работ и анализ схем формирования рудопотоков в системах: рудник – обогатительная фабрика	12
1.2.1. Схема рудопотоков горно-металлургического передела	12
1.2.2. Схема формирования рудопотока рудника на примере рудника «Таймырский»	14
Конец ознакомительного фрагмента.	22

**Макаров Владимир Александрович,
Малиновский Евгений Геннадьевич,
Кацер Игорь Иульянович, Курчин
Георгий Сергеевич, Ефимов
Александр Владимирович**
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ РУДОПОТОКОВ
ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РУД**

Введение

Создание динамической технологии управления и контроля качества добычи и переработки минерального сырья на основе моделирования месторождений и управления рудопотоками актуально для крупных горно-металлургических комбинатов, где на перерабатывающее производство поступает руда с нескольких рудников и встает проблема увязки всех звеньев технологического процесса от геологической модели месторождения, очистных забоев, рудных складов, транспортной системы до обогатительной фабрики и металлургического завода. Представительным объектом для реализации подобной системы является ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»» – одно из крупнейших горнорудных предприятий России и мира. Для данного комбината создание эффективной технологии управления рудопотоками особо важно, так как на его месторождениях ведется добыча и переработка многокомпонентных руд и существует необходимость выдерживать плановые показатели по целому ряду металлов.

Разработка интеллектуальной технологии мониторинга и управления качеством рудопотоков при добыче и переработке многокомпонентных руд предполагает решение следующих задач:

- создание цифровых геологических моделей месторождений, обеспечивающих основу для подготовки систем долгосрочного и оперативного планирования и контроля их разработки;
- разработку системы автоматизированного планирования горных работ и технологических решений, обеспечивающих заданные нормативы и показатели извлечения, а также количественные и качественные характеристики формируемых рудопотоков;
- разработку систем контроля качественных характеристик перемещаемой руды за счет применения технических средств оперативного измерения содержания компонентов, работающих в режиме постоянного мониторинга.

Актуальность разработки данной технологии определяется еще и тем, что в соответствии с мировыми тенденциями технического перевооружения подземных рудников на них, наряду с добычей, возлагаются функции первичной рудоподготовки, то есть доведения качества добытой руды до состояния, превышающего качество руды в отрабатываемых залежах. Эта задача решается путем внедрения в существующие горные технологии комплекса усреднительных

(смесительных) и сепарационных (разделительных) процессов и требует нового подхода к организации планирования и управления производством. Реализация данных мероприятий позволяет доводить качество добытой руды до уровня, превышающего исходное качество в балансовых запасах, что дает возможность повысить показатели извлечения полезных компонентов в готовый продукт и уменьшить непроизводительные расходы, а также существенно повысить конкурентоспособность горно-обоганительных предприятий на мировом рынке минерального сырья.

Создаваемые технологии управления качеством рудопотоков должны отвечать следующим условиям:

а) обеспечивать неразрывность управления качеством и объемом выпуска конечной продукции;

б) комплексно решать задачи управления по всему циклу формирования качества от проектирования горно-подготовительных работ до отгрузки товарных продуктов;

в) определять стандарты качества руды, как ключевой элемент управления горным производством.

В отечественной и зарубежной практике близкие технологии управления качеством продукции с определенной степенью полноты реализовались на ОАО «Карельский окатыш», на Навоийском горно-металлургическом комбинате (ГМК) в Узбекистане (компьютерные системы АС «РУДА» и САПР ГП по проекту INTEGRA GROUP (США) и ООО «Интегра Групп. РУ» (Россия), шведском руднике «Кируна» и др.

В Норильском рудном районе наиболее представительный объект, где весь комплекс поставленных задач проявляется во всем многообразии, – Талнахский рудный узел. Здесь десятки лет ведется отработка Талнахского и Октябрьского месторождений медно-никелевых руд, для которых совокупность сложных горно-геологических, горнотехнических и технологических условий в сочетании с крайне изменчивыми качественными характеристиками минерального сырья определяет круг научно-практических задач по управлению качеством товарной продукции.

Работы по комплексному решению проблем контроля качества руды начаты на предприятиях Норильска в 2007 году, где впервые предусматривалось создание системы инструментального контроля содержания полезных компонентов с помощью рудо-контролирующих станций в режиме реального времени. В июле 2008 года на Заполярном филиале ОАО «ГМК "Норильский никель"» сдана в эксплуатацию система контроля качества руды (СККР) из восьми рудо-контролирующих станций в контуре ГГУТОФ. За период эксплуатации системы с 2007 по 2016 год получен большой фактический материал, позволяющий определить перспективы использования результатов работы системы и ее дальнейшего внедрения. На сегодняшний день убедительно показано, что СККР может являться эффективным элементом технологии управления качеством рудопотока, позволяющим успешно решать локальную задачу по контролю качества отгружаемых на фабрику руд, поступающих с разных рудников. По результатам внедрения СККР, специалистами компании отмечена необходимость продолжения данных работ и в перспективе разработки «Комплексной системы (технологии) автоматизированного планирования горных работ, контроля качества рудопотока и принятия командных решений», обеспечивающих заданные объемы добываемой руды, нормативы и показатели извлечения. При этом должны определяться и контролироваться количественные и качественные характеристики формируемых рудопотоков, количество металла, добываемой и перерабатываемой рудной массы, объемы проходки, необходимые объемы закладки пустот и т. д.

Учитывая сложность проблемы, в 2016 году руководством компании ПАО «ГМК "Норильский никель"» и ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (СФУ) подписано соглашение о создании в СФУ научно-технологического центра «Лаборатории по разработке динамической системы управления и контроля качества добычи и перера-

ботки минерального сырья», цель которого – научно-методическое и кадровое обеспечение разработки и внедрения интеллектуальной технологии управления качеством рудопотоков при добыче и переработке руд ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»».

Первоначальными задачами центра определены:

- создание компьютерных геологических моделей месторождений, обеспечивающих основу для подготовки систем долгосрочного и оперативного планирования и контроля их разработки;
- сопровождение системы автоматизированного планирования горных работ и технологических решений, обеспечивающих заданные нормативы и показатели извлечения, а также количественные и качественные характеристики формируемых рудопотоков;
- сопровождение системы контроля качественных характеристик перемещаемой руды за счет применения технических средств оперативного измерения содержания компонентов, работающих в режиме постоянного мониторинга.

В перспективе разработанная и внедренная технология должна стать основой для совершенствования планирования, диспетчеризации сквозного мониторинга и аудита всего горно-обогатительного комплекса.

В монографии представлен аналитический обзор состояния проблемы управления качеством рудопотоков в ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»» и изложены основные принципы и подходы, которые будут предложены для программы работ компании и центра по созданию комплексной технологии управления рудопотоками.

Работа выполнена при поддержке специалистов горно-геологического профиля ЗФ ПАО «Горно-металлургической компании «Норильский никель»».

Материалы, положенные в основу работы, собраны авторским коллективом на протяжении последних пятнадцати лет. Авторы благодарят В.Н. Князева, А.И. Голованова и А.Б. Бородушкина за помощь в сборе и обработке материала для отдельных глав работы.

1. Норильская группа месторождений

1.1. Краткая геологическая характеристика

Норильская группа месторождений расположена в пределах Талнахского рудного узла, все медно-никелевые месторождения которого пространственно и генетически связаны с полнодифференцированными интрузивами базит-ультрабазитового состава. В геологическом строении Талнахского рудного узла принимает участие разнообразный комплекс отложений, характеризующий морские, континентальные и переходные между ними обстановки осадконакопления. В тектоническом плане район месторождения приурочен к краевой части Хараелахской мульды, которая составляет асимметричную брахисинклинальную структуру субширотного направления.

Промышленное значение имеют месторождения «Норильск-1», «Талнахское» и «Октябрьское».

Месторождение «Норильск-1» связано с одноименной дифференцированной интрузией, приуроченной к контакту угленосных терригенных пород пермо – карбона и триасовых эффузивных образований трапповой формации. В центральной части интрузия расщепляется на две ветви: западную и восточную.

Вкрапленные руды приурочены к нижним дифференциатам интрузии – оливиновым, пикритовым, такситовым и контактовым габбро-долеритам.

Верхняя часть пикритовых, а иногда и нижняя часть оливиновых, габбро-долеритов включают бедное вкрапленное оруденение с содержаниями сульфидов 3–5 %. В нижней части пикритовых, в такситовых и контактовых габбро-долеритах количество сульфидов достигает 12–16 %. Прожилковое оруденение встречается во всех разновидностях пород, но наиболее часто – в контактовых габбро-долеритах. Жилы и линзы сплошных сульфидных руд мощностью от 1–2 до 5–8 м распространены наиболее широко в нижней части интрузии и в породах нижнего экзоконтакта. К настоящему времени основная часть этих руд отработана.

Месторождение «Норильск-1» обрабатывается подземным способом – рудником «Заполярный» и карьером «Медвежий ручей».

Талнахское и Октябрьское месторождения пространственно и генетически связаны с Талнахским дифференцированным интрузивом.

Талнахское месторождение приурочено к Северо-восточной и Юго-западной ветвям Талнахского интрузива, которые залегают в отложениях тунгусской серии на западном и восточном крыльях Норильско-Хараелахского разлома. Северо-восточная часть Талнахского месторождения обрабатывается рудником «Комсомольский», южная – рудником «Маяк», северная – шахтой «Скалистая» рудника «Комсомольский».

Октябрьское месторождение приурочено к Северо-западной и Хараелахской ветвям, расположено в западном борту Норильско-Хараелахского разлома и залегает в отложениях девона. Западный участок Октябрьского месторождения обрабатывается рудником «Октябрьский», юго-восточный – рудником «Комсомольский», восточный – рудником «Таймырский».

Октябрьское месторождение приурочено к Северо-западной и Хараелахской ветвям Талнахского интрузива, расположено в западном борту Норильско-Хараелахского разлома и залегает в отложениях девона. Длина интрузии до 10 км, ширина 1–1,5 км, мощность до 200–250 м. Контуры залежей в плане повторяют в целом контуры интрузива и имеют пластообразную форму протяженностью 300–450 м. На отдельных участках месторождения руды образуют в разрезе серию линзовидных тел мощностью 5–10 м. Горизонтом локализации интрузива являются ангидритомергелевые породы нижнего и среднего девона.

Залежь «Северная-2» богатых руд представляет собой сложнопостроенную, падающую на северо-восток (азимут падения 45–60°) под углом 10–16° систему сплошных сульфидов с редкими разделяющими их прослоями габбро-долерита и полевошпатовых пород. Мощность залежи меняется от 1 до 18 м. Средняя мощность составляет 7 м.

Нарушенность богатых руд зависит от наличия тектонических нарушений, ксенолитов вмещающих пород и от текстурно-структурных особенностей руд. При заложении тектонических нарушений в крупнозернистых рудах мощность зоны оперяющих трещин даже при значительных амплитудах редко достигает 3–5 м. В связи с этим ненарушенные участки (участки средней нарушенности) установлены в нижней пачке при размерах тектонического блока более 5–10 м, в то время как в рудах верхней пачки ненарушенные участки появляются лишь при размерах тектонического блока более 40–60 м.

Нарушенность подстилающих метаморфизованных, перекрывающих метаморфизованных и интрузивных пород оценивается как сильная на 100 % на всех горизонтах. Трещиноватость и нарушенность сульфидных жил: 30 % – средняя, 70 % – сильная; ксенолитов: 50 % – средняя, 50 % – сильная.

Нижний контакт горизонта вкрапленного оруденения налегает на богатые руды и на отдельных участках отрывается от них до 7–10 м.

На месторождениях выделяются три промышленных типа медно-никелевых руд на глубинах от 950 до 1300 м: богатые (сплошные), вкрапленные и «медистые». В пределах залежи «Северная-2» присутствуют два промышленных типа медно-никелевых руд: богатые (сплошные) и вкрапленные. Наибольшую ценность представляют богатые руды.

Богатые руды Хараелахской залежи (основной) представляют собой плитообразное тело шириной до 1 км, имеющее протяженность в субширотном направлении до 1,7 км и полого (6–10°) погружаются в восточном направлении от 550 м до 1170 м. С запада, со стороны рудника «Октябрьский», залежь ограничена горным сбросом (рис. 1.1).

Запасы медистых руд сосредоточены в горизонте, кулисообразно продолжающем западную зону локализации богатых руд. Залежь имеет длину 1000 м, ширину 800 м. Глубина залегания 350 м, глубина распространения 1100 м при средней мощности 40–100 м. Морфология тел медистых руд определяется конфигурацией и пространственным положением блоков вмещающих пород и интрузивных инъекций.

«Медистые» руды представлены двумя горизонтами: МП-ОВ и МП-ОН. Руды горизонта МП-ОВ по своему составу преимущественно халькопирит-пирротиновые, распространены непосредственно в кровле богатых руд, иногда отделены от богатых руд прослоями пустых пород. Мощность горизонта изменяется от 1 до 10 м.

Горизонт МП-ОН по составу оруденения существенно пирротин-халькопиритовый и представлен двумя узкими рудными телами, мощностью 5–7 м, протягивающимися на южном и северном флангах на участках воздымания почвы богатых руд.

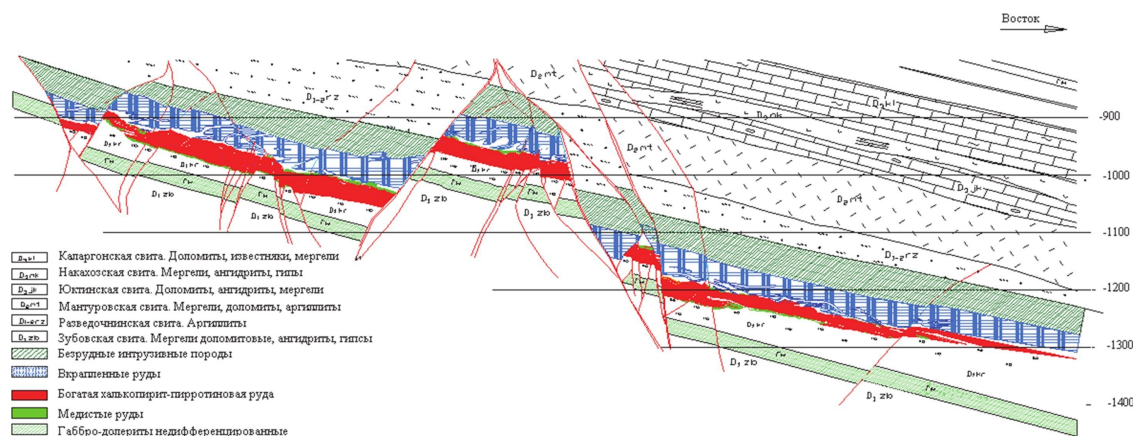


Рис. 1. Разрез по Харлаелахаской I рудной залежи

Залежь «Северная-2» имеет сложную конфигурацию при длине 2,15 км и ширине от 0,3 до 1,0 км. Глубина залегания рудных тел 1200–1400 м. Положение залежи четко контролирует плоскость контакта подошвы интрузива и вмещающих осадочных и метаморфических пород средне-девонской толщи. На флангах залежь расщепляется на отдельные прожилки и линзы. Мощности линз богатых руд достаточно устойчивы и изменяются от 1 до 23 м, составляя в среднем 7 м. Внутри залежи имеются безрудные ксенолиты и линзы вмещающих интрузивных пород мощностью до 3 м. Контакты сплошных руд с вмещающими породами обычно четкие, кроме отдельных случаев подошвы интрузива. Богатые руды залежи представлены двумя отчетливо выраженными пачками. Верхняя часть залежи (верхняя пачка), сложена рудами существенно пирротинового состава, мелкозернистыми, мелко-среднезернистыми, полигональными, с ксенолитами вмещающих пород (до 30–40 %). Для верхней пачки характерно содержание меди менее 3,0 % (иногда до 3,5 %) и наличие скачкообразного изменения содержания меди на границе пачек, содержание компонентов платиновой группы в 1,5–2,0 раза меньше, чем в нижней пачке. Нижняя пачка сложена рудами халькопирит-пирротинового состава среднезернистыми, крупнозернистыми, пегматоидными (гигантозернистыми), редко мелкозернистыми, с ксенолитами вмещающих пород (до 10–15 %). В нижней пачке содержание меди более 4,0 % (иногда более 3,5–4,0 %).

Вкрапленные руды прослеживаются по всей площади распространения рудного интрузива и локализуются в зоне нижнего эндоконтакта последнего. Ширина залежи по простиранию изменяется от 400 до 1200 м, длина по падению 800–1000 м. Глубина залегания 800 м, глубина распространения 1000 м. Вкрапленные руды образуют единый выдержанный горизонт, оторванный от почвы интрузива. Мощность горизонтов вкрапленных руд достигает 40 м. Главные рудоносные дифференциаты – такситовый и пикритовый горизонты. На некоторых участках отмечается балансовое оруденение в нижней приконтактной части оливиновых габбро-долеритов. Отмечаются интервалы пустых пород и забалансовых руд внутри горизонта, около 80 % которых приурочено к такситовым габбро-долеритам.

Состав вкрапленных руд халькопирит-пирротиновый, но часто отмечаются интервалы с пирротин-халькопиритовым оруденением, которые представлены и в плане, и в разрезе субвертикальными жилоподобными зонами как субмеридианального, так и субширотного простирания. Реже отмечаются зоны диагонального простирания, с которыми связано повышенное содержание драгоценных металлов и меди.

Наиболее распространенной минеральной разновидностью богатых руд являются пирротиновые руды. Главные минералы представлены пирротинном (40–70 %), халькопиритом (10–30 %), пентландитом (10–15 %), магнетитом (5–10 %). Отношение содержаний меди к сере в рудах составляет менее 1:3. Халькопиритовые руды сложены халькопиритом, талнахитом (40–

70 %), кубанитом (10–40 %), пентландитом (8–13 %). Отношения меди к сере составляет 2:3. Имеются платиноиды. Кубанитовые руды – вторая по распространенности минеральная разновидность богатых руд. Эти руды характеризуются следующим составом: кубанит (35–55 %), троилит (20–40 %), пентландит (10–15 %), халькопирит (5–15 %), магнетит (5–8 %).

Основным концентратом никеля во всех разновидностях богатых руд является пентландит (98 % всего никеля). Кобальт рассеян в рудообразующих минералах (73–82 % – в пентландите, 5–20 % – в пирротине, 21 % – в халькопиритовых рудах). Вся медь содержится в халькопирите и кубаните (99 %). Железо входит во все главные минералы богатых руд. Среднее содержание никеля – 2,8 %, меди – 3,8 %.

Медистые руды по основным рудным минералам разделены на пять минеральных разновидностей: пирротиновые, пирротин-халькопиритовые, пиритовые и валлериитовые. Первые две являются промышленными залежами. В распределении минеральных разновидностей наблюдается зональность: пирротиновые руды располагаются ближе к контакту интрузива, по удалении от него сменяются халькопиритовыми рудами, затем идут пиритовые руды. Минеральный состав пирротиновых руд: пирротин, халькопирит, пентландит, магнетит. Нерудными минералами являются пироксены, плагиоклаз, карбонаты, гранаты, серпентин, ангидрит, хлорит.

Вкрапленные руды по минеральному составу относятся к пирротиновой разновидности и располагаются между богатыми рудами и медистыми. По всем типам руд содержание металлов увеличивается по мощности вниз.

Норильские медно-никелевые руды являются комплексными, из них извлекают цветные металлы: никель, медь, кобальт; благородные металлы:

золото, серебро и элементы платиновой группы. Кроме этого, попутно получают селен, теллур и серу. Руды также содержат ряд других элементов, например железо, уходящее в шлаки и вредные примеси, из которых главными являются, селен, цинк и мышьяк, sporadически встречающиеся в рудах.

При типизации руд в качестве главного классификационного признака используют минеральный состав рудной части с учетом количественных соотношений главных рудных минералов. При микроскопическом изучении шлифов руд выделены следующие устойчивые рудные ассоциации: пентландит-халькопирит-пирротиновая; пирит-пентландит-халькопиритовая (с борнитом и сфалеритом); пирротин-халькопирит-кубанитовая; пирит-халькопиритовая (с милеритом и магнетитом); борнит-халькопиритовая (с пиритом и милеритом); пирит-магнетит-пирротиновая.

1.2. Состояние горных работ и анализ схем формирования рудопотоков в системах: рудник – обогатительная фабрика

1.2.1. Схема рудопотоков горно-металлургического передела

Как было отмечено выше, горные предприятия ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»» ведут отработку трех месторождений сульфидных медно-никелевых руд:

- 1) «Норильск-1» (подземный рудник «Заполярный», рудник открытых горных работ «Медвежий ручей»);
- 2) «Талнахское» (подземный рудник «Комсомольский», в его составе шахта «Комсомольская», шахта «Скалистая» и рудник «Маяк»);
- 3) «Октябрьское» (подземные рудники «Таймырский» и «Октябрьский»).

В зависимости от структуры и минерального состава, а также содержания цветных и драгоценных металлов, руды подразделяют на:

- вкрапленные (среднее содержание Ni 0,4–0,5 %, Cu 0,7–0,8 %),
- медистые (среднее содержание Ni 0,9–1,5 %, Cu 2,0–3,2 %),
- богатые (среднее содержание Ni 2,5–3,5 %, Cu 3,5–4,5 %),
- селективные руды (наиболее богатые по содержанию цветных и драгоценных металлов руды рудника «Октябрьский»).

Добыча руды осуществляется на семи горных предприятиях, которые отработывают три месторождения и выдают на-гора различные по составу товарные руды. Товарная продукция и потребители горных предприятий отражены в табл. 1.1.

Кроме вышеперечисленных типов руд на переработку поступает лежалый пирротиновый концентрат (ЛПК). Источником ЛПК являются техногенные месторождения – пирротинохранилища № 1 и 2, сформированные в период с 1972 по 1981 год. Складирование этого продукта обусловлено отсутствием в тот период мощностей для его переработки. ЛПК является техногенным продуктом, прошедшим длительное хранение и предварительное флотационное обогащение. ЛПК, поступающий в переработку на НОФ содержит: Ni 1,0–2,0 %, Cu 0,6–1,6 %.

На Норильской обогатительной фабрике обогащение руды осуществляется по гравитационно-флотационной технологии по трем технологическим схемам.

1. Технологическая схема обогащения вкрапленных руд предназначена для переработки вкрапленных руд месторождения «Норильск-1», богато-вкрапленных и медистых руд месторождения «Талнахское». Руда с рудника «Медвежий ручей» крупностью до 1000 мм и рудников «Заполярный», «Октябрьский», «Комсомольский» до 600 мм поступает на НОФ, где подвергается четырехстадийному дроблению. Концентрат, полученный при обогащении, направляется в общий медный концентрат измельчительно-флотационного цеха (ИФЦ).

2. Технологическая схема обогащения богатых и медистых руд предназначена для переработки шихты богатых и медистых руд месторождений «Талнахское» и «Октябрьское». Руда с рудников «Октябрьский», «Таймырский», «Комсомольский» крупностью до 600 мм поступает на НОФ, где подвергается дроблению. Затем она измельчается до крупности 0,045 мм и флотируется по прямой селективной схеме с получением общего медного концентрата, никелевого концентрата и отвальных хвостов.

3. Переработка лежалого пирротинового концентрата из пирротинохранилищ производится в измельчительно-флотационном цехе до получения очищенного пирротинового концентрата и отвальных хвостов.

Таблица 1.1. Товарная продукция горных предприятий ЗФ ПАО «ГМК "Норильский никель"» и ее потребители

Горное предприятие	Товарная продукция	Потребитель	Способ транспортировки	Способ отработки
Подземный рудник «Заполярный»	Вкрапленные руды	Норильская обогатительная фабрика	Железнодорожный транспорт узкой колеи	Подземный
Карьер «Медвежий ручей» рудника «Заполярный»	Вкрапленные руды	Норильская обогатительная фабрика	Автомобильный	Открытый
Шахта «Комсомольская» рудника «Комсомольский»	Медистые, вкрапленные руды	Норильская обогатительная фабрика	Железнодорожный транспорт	Подземный
Шахта «Скалистая» рудника «Комсомольский»	Богатые руды	Талнахская обогатительная фабрика	Автомобильный	Подземный
Рудник «Маяк»	Вкрапленные, богатые руды	Норильская обогатительная фабрика, Медный завод	Железнодорожный транспорт	Подземный
Рудник «Таймырский»	Богатые руды	Талнахская обогатительная фабрика, Медный завод	Конвейер, железнодорожный транспорт	Подземный
Рудник «Октябрьский»	Богатые, медистые, вкрапленные руды	Талнахская обогатительная фабрика, Норильская обогатительная фабрика	Конвейер, железнодорожный транспорт	Подземный

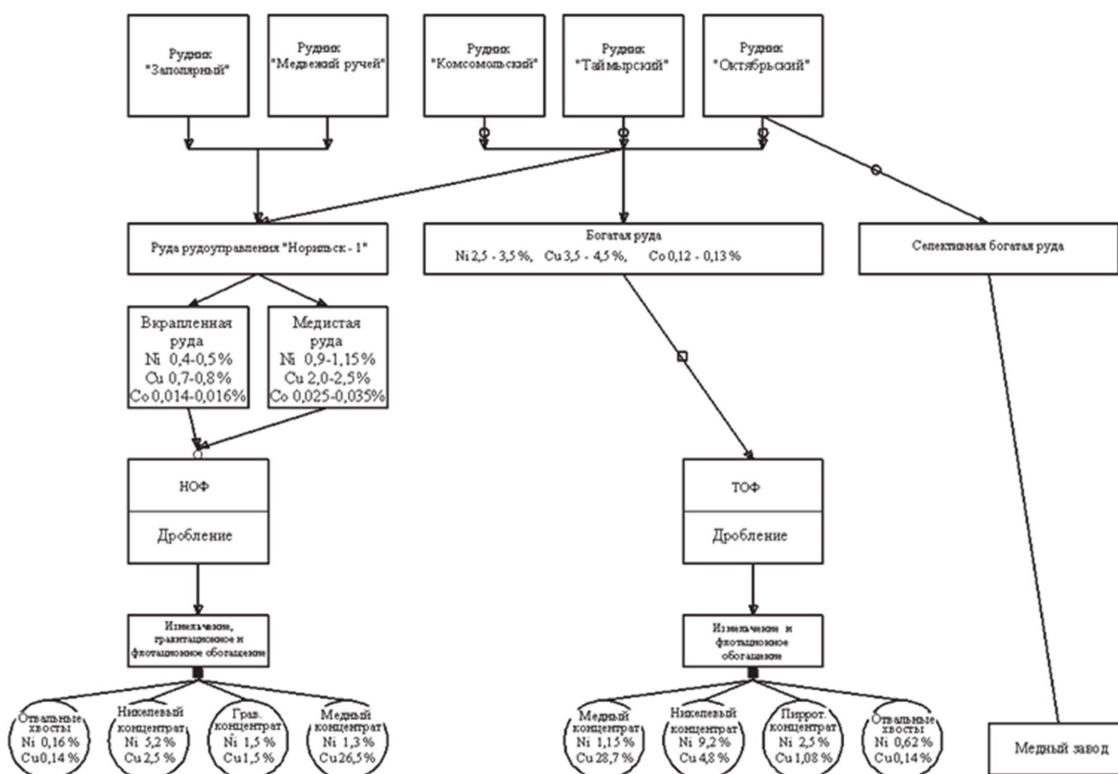


Рис. 1.2. Структура формирования рудопотоков на ЗФ ПАО «ГМК "Норильский никель"»: ○ – определение массы взвешиванием; ■ – автоматическое опробывание; □ – опробывание

Отвальные хвосты, пройдя стадию гравитационного доизвлечения ценных компонентов, транспортируются на хвостохранилище «Лебязье».

На Талнахской обогатительной фабрике (ТОФ) обогащение руды осуществляется флотационным методом. Богатая руда с рудников «Октябрьский», «Таймырский», «Скалистый» крупностью 300 мм поступает на ТОФ, где подвергается дроблению до крупности 19 мм. Измельчение, классификация, флотация, сгущение производятся в ИФЦ. Руда измельчается до крупности 0,044 мм и флотируется по селективно-коллективно-селективной схеме с получением общего медного концентрата, пирротинового концентрата и отвальных хвостов. Гото-

вые концентраты после сгущения высоконапорным гидротранспортом транспортируются на металлургические заводы. Отвальные хвосты транспортируются на хвостохранилище «Лебяжье».

Структура формирования рудопотоков представлена на рис. 1.2.

1.2.2. Схема формирования рудопотока рудника на примере рудника «Таймырский»

Структура рудопотока

В горный отвод рудника «Таймырский», расположенного в центральной части Октябрьского месторождения сульфидных медно-никелевых руд, включены запасы восточной части Хараелахской основной (Х-1) и второй Северной залежей (С-2).

Геологический разрез поля характеризуется разнообразным комплексом отложений – от морских до континентальных.

Оруденение пространственно и генетически связано с придонной центральной частью Хараелахской ветви Талнахского рудоносного интрузива габбро-долеритов и представлено двумя промышленными типами.

Богатые руды Хараелахской основной залежи (Х-1(О)) в шахтном поле рудника «Таймырский» в виде плитообразного тела длиной 1,8 км и шириной 0,75–0,9 км погружаются в восточном направлении с глубины 1000 до 1750 м. Мощность залежи изменяется от 1,0 до 44,1 м и составляет в среднем 20 м. С запада, со стороны рудника «Октябрьский», залежь ограничена горным сбросом. Вторая Северная залежь (С-2) имеет сложную конфигурацию при длине 2,15 км и ширине от 0,3 до 1,0 км. Средняя мощность ее составляет 6,0–7,0 м, а максимальная – 22,3 м. Глубина залегания рудной залежи 1200–1400 м. По мощности рудной залежи наблюдается дональность. Богатые руды залегают в основании залежей. Выше богатых руд залегают вкрапленные руды. Мощность вкрапленных руд достигает 50 м. По площади вкрапленные руды повторяют границы рудоносного интрузива.

Расчетные значения объемного веса: руда балансовая богатая – $4,2 \text{ т/м}^3$; руда балансовая вкрапленная – $3,05 \text{ т/м}^3$. Богатые руды в разрыхленном состоянии обладают высокой окислительной активностью, склонны к самовозгоранию, слеживанию.

Влажность руды в естественном состоянии составляет 1,0–4,0 %, в отбитом – до 7,0 %. Температура пород колеблется от 23 до 36 °С, увеличиваясь с глубиной.

Обводненность массива слабая, вода агрессивна по отношению к бетону и металлу.

В районе расположения рудника развита многолетняя мерзлота, мощность которой в гористой местности составляет 200–250 м, в равнинной – 40 м.

Вскрытие месторождения осуществлено шестью вертикальными стволами. Клетевой ствол № 3 (КС-3) и скиповой ствол (СС-3) находятся на основной промплощадке рудника, расположенной за зоной сдвижения рядом с основной промплощадкой рудника «Октябрьский». Породозакладочный (ПЗС) и воздухоподающий (ВПС) стволы расположены на вспомогательной промплощадке, находящейся в непосредственной близости от рудной залежи. Вентиляционные стволы № 5 и 6 (ВС-5 и ВС-6) размещаются на северном фланге месторождения.

На основной промплощадке расположены следующие объекты: башенный копер скипового стола № 3 (СС-3) с надшахтным зданием, склад руды с галереями, турбокомпрессорная, административно-бытовой комплекс (АБК), башенный копер клетового ствола № 3 (КС-3) с надшахтным зданием, калориферная КС-3, сети тепло-водо-электроснабжения и связи.

На вспомогательной промплощадке расположены следующие объекты: металлический башенный копер породозакладочного ствола (ПЗС) с надшахтным зданием и калориферной, копер «Север-2» воздухоподающего ствола с галереями выдачи горной массы, калориферная

ВПС, поверхностный закладочный комплекс (ПЗК) с закладочными скважинами, АБК, пожарные баки, насосно-подкачивающая и канализационная насосная станции, ремонтно-механический цех, открытый склад материалов, склад руды, склад горюче-смазочных материалов (ГСМ) со скважиной, сети тепловодоснабжения и связи.

На промплощадке вентиляционных стволов сооружены и находятся в эксплуатации следующие объекты: копры вентиляционного стволов № 5 и 6 (ВС-5 и ВС-6) с надшахтными зданиями, здания подъемных машин, вентиляторные установки ВЦД-47, пожарные баки, АБК, сети тепло-водо-электроснабжения и связи. Все промплощадки спланированы и имеют подъездные автомобильные дороги.

Клетевой ствол (КС-3) предназначен для спуска-подъема людей, материалов, оборудования, подачи свежего воздуха и вскрытия горизонтов: –1050, –1100, –1200, –1300, –1345 и –1400 м. Глубина ствола 1532 м, диаметр в свету 8,0 м. Ствол оборудован двумя грузоподъемными клетевыми подъемными установками с противовесами. Подъемные машины – многоканатные МК 5Ч4 и ЦШ 4Ч4 – установлены в башенном железобетонном копре.

Комплекс поверхностных сооружений включает в себя башенный копер, надшахтное здание, калориферную с вентилятором ВОД-40М. СС-3 предназначен для выдачи горной массы с откаточных горизонтов –1050 и –1300 м и оснащен двумя двухскиповыми подъемами. Скипы 2СН11-2К грузоподъемностью 25 т каждый с донной разгрузкой и пневмоприводом секторного затвора. Подъемные машины МК 5Ч4 установлены в железобетонном копре. Глубина ствола 1503 м, диаметр в свету 6,5 м. Дозаторные расположены на отметках –1150 м (северная) и –1345 м (южная). Максимальная скорость подъема 16 м/с. Армирование ствола – канатная. Расчетная производительность подъема 3,5 млн т/год.

Воздухоподающий ствол ВПС диаметром 8,0 м предназначен для подачи свежего воздуха и выдачи горной массы. Ствол имеет глубину 1430 м и сопряжения с горизонтами –900, –1050, –1100, –1200 и –1300 м. Ствол оборудован двумя двухскиповыми подъемными установками со скипами емкостью 4,6 м³. Дозаторные камеры находятся на отметках –1130 и –1314 м. Армирование ствола – канатная. Комплекс сооружений на поверхности состоит из копра («Север-2») с пристроенными узлами перегрузки и конвейерными галереями, зданием отопительно-вентиляционных систем, двух зданий подъемных одноканатных машин, калориферной.

Породозакладочный ствол (ПЗС) предназначен для подачи свежего воздуха, спуска-подъема людей, материалов и оборудования. Глубина ствола 1413 м, диаметр в свету 6,5 м. Ствол имеет сопряжения с горизонтами –900, –1050, –1100, –1200 и –1300 м.

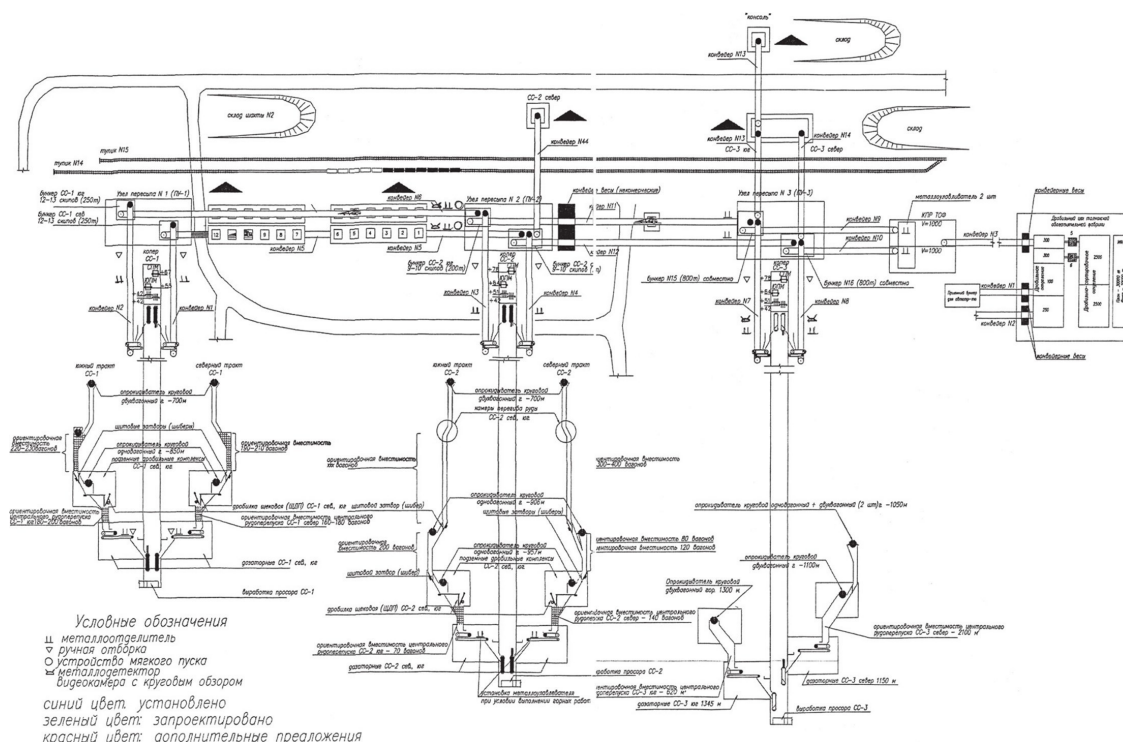
Вентиляционные стволы ВС-5 и ВС-6 служат для выдачи исходящей струи воздуха и являются запасными выходами из шахты. ВС-5 оборудован клетевым подъемом. Ствол ВС-6 вскрывает горизонты –950, –1000, –1050, –1100, –1200 и –1300 м.

Залежь богатых руд поля рудника «Таймырский» от вертикальных стволов вскрыта выработками откаточного и вентиляционно-закладочных горизонтов. Откаточные горизонты: –1050, –1100 и –1300 м. Вентиляционно-закладочные горизонты: –950, –1000 и –1200 м.

Для выемки богатых руд применяются слоевые и камерные системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. Плановые показатели потерь составляют 1,1 %, разубоживания – 12–14 %.

Руда поступает в общий рудопоток по следующим схемам: Х-1(0) горизонт –1050 уч. № 2, –1100 уч. № 1 и 6, в северный рудовыдачный тракт ствола СС-3 около 30 % от общего количества выдаваемой руды; Х-1(0) горизонт –1300 уч. № 5 и 8 и С-2 горизонт –1300 уч. № 4, 7 и 9 в южный рудовыдачный тракт ствола СС-3 около 70 % от общего количества. Оба тракта руды имеют накопительные бункеры с объемами: северный – 620 м³ и южный 2100 м³. Руда из бункеров питателями загружается в скипы, выдается на поверхность и перегружается на промежуточные ленточные конвейеры № 7 и 8, по которым поступает в приемные поверхностные бункеры № 15 и 16 вместимостью по 800 т. Затем из этих бункеров руда перегружается

на конвейеры № 9 и 10, которые подают руду в приемный бункер ТОФ. Схема рудовыдачного тракта богатой руды представлена на рис. 1.3.



Характеристика основных групп факторов, влияющих на изменчивость качества руды в потоке

В литературе по организации систем управления качеством добытой рудной массы широко освещаются основные параметры и принципы функционирования главных звеньев технологических комплексов очистной выемки. Первым основным звеном комплекса управления качеством добытой руды является геолого-маркшейдерское обеспечение, представляющее систему получения и обработки информации о качестве руд с целью его поддержания на определенном уровне в процессе добычи. Сложность системы определяется организацией получения данных, периодичностью и трудоемкостью решения задач, объемами перерабатываемой информации. Это, в свою очередь, связано с изменчивостью уровня и стабильности качественных характеристик, качеством технологического процесса, схемой формирования качества. Это находит отражение в методах и структуре реализации функций на различных фазах и периодах управления [11].

Названные характеристики геолого-маркшейдерского управления на каждом конкретном предприятии зависят от взаимодействия различных горно-геологических факторов. Поэтому построение рациональной системы должно быть основано на детальном анализе влияния всей совокупности факторов на различные аспекты управления и классификации предприятий по сложности геолого-маркшейдерского обеспечения управления качеством руд.

Выделяют группы факторов, влияющие на качество руд как в сфере производства, так и управления: природные, технологические, технические, организационные, экономические, социальные, правовые. Эти факторы условно можно разделить на управляемые, ограниченно управляемые и не управляемые. Важнейшими из всех, безусловно, являются природные факторы, относящиеся к неуправляемым. Фактически управление качеством осуществляется на основе информации о природных неуправляемых факторах путем направленного изменения управляемых и ограниченно управляемых факторов [11].

Исследованию влияния этих факторов на управляемость качеством руд посвящено множество работ ведущих ученых: П.П. Бастана, Г.Г. Ломоносова, Х.Х. Кожиева. Наиболее системно влияние различных групп факторов на управляемость качеством добытой руды изложено в работе В.В. Ершова [11]. Ниже приведен обзор различных факторов влияния с комментариями авторов.

1. Геологические факторы и параметры: количество, форма, размеры рудных тел; изменчивость структурно-морфологических характеристик, включая изменчивость угла и азимута падения, мощности, морфологии контакта и зоны выклинивания; вещественный состав руд; изменчивость распределения компонентов; характер зональности и строение зоны окисления; перечень промышленных типов (сортов) руд; физико-технические свойства – крепость, кусковатость, разрыхляемость, устойчивость, нарушенность, способность руды к слеживанию и самовозгоранию, их статистическая и пространственная изменчивость.

2. Группа геологоразведочных факторов и параметров: системы разведочных работ; форма и плотность разведочной сети при геологической и эксплуатационной разведке; виды разведочного опробования и параметры сети опробования; размеры проб; методы подсчета запасов; состав показателей кондиций.

3. Группа горно-технологических факторов и параметров: порядок выемки запасов месторождения; количество залежей, этажей (горизонтов), обрабатываемых одновременно; порядок отработки этажа (горизонта); количество систем разработки; размеры выемочных единиц и конструктивных элементов; порядок отработки камер и лент; способы доставки руды из очистного пространства.

4. Организационно-технические факторы и параметры (по транспортно-технологическим комплексам):

- комплекс доставки: тип, объем и количество транспортных емкостей руды; объем и количество блоковых рудоспусков; количество забоев, работающих на один рудоспуск; особенности доставки руды к рудоспуску (с одной, двумя и более перегрузками, с перегрузкой из нескольких забоев); тип, объем и количество транспортных емкостей от блокового рудоспуска;

- комплекс подземного транспортирования: количество промежуточных горизонтов, работающих на один откаточный; объем и количество перепускных рудоспусков на откаточный горизонт; количество эксплуатационных блоков, работающих на один перепускной рудоспуск; частота использования рудоспусков; количество основных одновременно действующих откаточных горизонтов; тип, объем и количество транспортных емкостей по откаточному горизонту; объем и количество подземных бункеров и центральных рудоспусков; тип, объем и количество емкостей для подъема руды на поверхность;

- комплекс поверхностного транспортирования: объем и количество околоствольных бункеров; тип, объем и количество транспортных емкостей к складам рудника или потребителя; тип, объем и количество транспортных емкостей к потребителям.

5. Общая организация производства (добычи, складирования, отгрузки и переработки): количество добычных участков; количество эксплуатационных блоков, одновременно действующих на участке, руднике; количество одновременно работающих забоев в блоке, на участке, руднике; производительность забоев; назначение, объем, количество и частота использования складов рудника, потребителя; способ отгрузки руды со складов; объем и количество приемных бункеров потребителей; количество разносортных потоков рудника, потребителя; количество рудников, работающих на один рудопоток потребителя; условия переработки (совместно или раздельно) типов (сортов) руды; количество потребителей.

К организационно-техническим параметрам можно отнести также систему менеджмента качества (СМК), внедренную на предприятии, стандарты предприятия (СТП) или технические условия (ТУ) на конечную продукцию, характеристики эксплуатационного опробования рудной массы, выданной из забоя и группы забоев, блока и группы блоков, добычного участка,

а также руды, добытой рудником, отгруженной на склад рудника или потребителя либо непосредственно потребителю.

Влияние перечисленных факторов наиболее полно рассмотрено в работе В.В. Ершова [11].

Влияние геологических параметров на формирование качества руд и особенности управления качеством

Все геологические факторы и параметры, тем или иным образом влияющие на качество руд, целесообразно разделить на качественные, структурно-морфологические и физико-технические.

Все эти группы факторов в той или иной степени проявлены на месторождениях Норильской группы.

Влияние качественных параметров

Качественные показатели являются определяющими в группе геологических факторов. К ним относятся: содержание полезных компонентов, их количество, изменчивость распределения содержаний, интенсивность проявления зональности оруденения и зоны окисления. Эти параметры влияют на стабильность качества добываемых руд, схему формирования рудопотоков. Именно эти параметры определяют характеристики качества минерального сырья при проектировании, планировании и учете. Необходимость количественной оценки большинства качественных параметров и прогнозирования их влияния на характеристики качества руд требует сбора исчерпывающей геологической информации, а также, решения ряда специфических задач и применения методов, отличающихся от традиционных.

Количество компонентов в рудах влияет на уровень качества, через изменчивость содержаний отдельных компонентов. В наибольшей степени влияние оказывается на структуру системы сбора и обработки информации, поскольку для учета каждого нового компонента требуется сбор дополнительных данных.

Следует отметить, что руды месторождений ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»» являются многокомпонентными и представлены различными промышленными сортами (типами). Изменчивость распределения содержаний компонентов влияет практически на все аспекты проблемы качества. Особенно степень изменчивости отражается на объеме обрабатываемых данных, методах и составе функциональных задач.

Зональность, то есть некоторая регулярность в размещении оруденения – явление достаточно широко распространенное на месторождениях цветных металлов. Особенно характерна зональность для гидротермальных и скарновых месторождений, однако установлена она и на магматических месторождениях. Зональность как один из типов изменчивости распределения компонентов влияет на все аспекты проблемы качества. Степень этого влияния зависит от масштабов ее проявления и от того, насколько совпадает направление зональности с направлением развития горных работ. Так, например, добыча руды может вестись целиком из одной зоны со стабильным качеством. Направление ведения горных работ может полностью совпадать с направлением зональности, пересекая все зоны. В последнем случае изменчивость качества добываемых руд возрастает, появляется необходимость в сборе дополнительной информации и решении специфических задач. Соотношение этих направлений заметно отражается и на схеме формирования рудопотоков. Зональность может быть отражена в модели месторождения и количественно определена. Говоря о месторождениях Норильской группы, следует отметить, что их руды являются многокомпонентными (до 12 извлекаемых компонентов). Также для всех месторождений норильского района характерна ярко выраженная зональность рудных залежей по мощности от подошвы к кровле.

Влияние структурно-морфологических параметров

Структурно-морфологические параметры влияют на характеристики качества сырья в недрах на стадии проектирования горных работ. Они отражаются на уровне и стабильности

качества руд, качестве процесса, частично влияют на схему формирования рудопотоков и методы решения задач.

Определяющим в данной группе факторов является форма и количество разрабатываемых рудных тел. Количество разрабатываемых горными предприятиями рудных тел варьирует на месторождениях цветных металлов в довольно широких пределах. По статистике около 30 % свинцово-цинковых рудников разрабатывают одно-два рудных тела, 36 % рудников разрабатывают от трех до десяти рудных тел, 34 % рудников разрабатывают более десяти рудных тел. Для месторождений олова характерны иные условия. Только рудник «Солнечный» разрабатывает одно рудное тело. Из остальных рудников половина разрабатывает до десяти рудных тел и столько же рудников – свыше десяти рудных тел.

Большинство медных рудников (53 %) разрабатывают более 10 рудных тел, 33 % рудников разрабатывают от трех до десяти рудных тел. Только два рудника – «Урупский» и «Дегтярский» разрабатывают не более двух рудных тел. На подавляющем большинстве месторождений вольфрама и молибдена разрабатываются от трех до десяти рудных тел. Только на Шахтаминском руднике разрабатывают более десяти рудных тел. Шахта № 2-бис («Никитовка») разрабатывает свыше десяти залежей. Количество рудных тел влияет на стабильность и схему формирования качества руд.

От значения этого параметра существенно зависит и объем обрабатываемой информации в системе геолого-маркшейдерского управления.

Одновременная разработка нескольких рудных залежей характерна для месторождений норильского района. Так рудник «Таймырский» разрабатывает одновременно две рудных тела с богатой рудой, а в пределах его горного отвода около десяти рудных залежей.

Изменчивость угла падения и азимута простираения рудных тел влияют на качество технологического процесса, а, следовательно, на уровень и стабильность качества руд. Низкой считается изменчивость параметров в масштабе месторождения. Средней является изменчивость, переменная в пределах рудного тела, этажа или панели. Наконец, если параметры меняются существенно в пределах эксплуатационного блока, изменчивость считается высокой. Высокая изменчивость этих параметров характерна для многих рудников, разрабатывающих залежи, линзы и жилы свинцово-цинковых, оловянных, медных, вольфрамо молибденовых и сурьмяно-ртутных руд.

Следующая группа структурно-морфологических параметров, характеризующих форму, размеры и внутреннее строение рудных тел, существенно влияет на качество технологического процесса, обуславливая потери и разубоживание руды, а следовательно, и на уровень и стабильность качества руд. Все выше перечисленные характеристики учитывают при проектировании качества. Интенсивность их изменения определяет необходимость использования специфических методов при решении задач.

Четкие контакты (верхний и нижний) рудных тел характерны для простых по морфологии месторождений. Сложность контактов считается средней, если один из них четкий, а другой – нечеткий. Наконец, наличие нечетких нижнего и верхнего контактов соответствует высокой степени их сложности.

Выклинивание рудных тел может быть тупым, когда залежь резко обрывается, не меняя мощность, постепенным и сложным, при котором жилы или пласты расщепляются на множество тонких прожилков или пропластков вплоть до полного их исчезновения. Тупое выклинивание рудных тел встречается весьма редко. Постепенное уменьшение мощности, соответствующее средней сложности выклинивания, более распространено. Сложный тип выклинивания существенно затрудняет ведение горных работ на флангах рудных тел и приводит к увеличению потерь и разубоживания руд. Он встречается достаточно часто на рудниках разрабатывающих месторождения цветных металлов.

По сложности внутреннего строения, обусловленной количественным и пространственным соотношением массы полезного ископаемого и включений пород, залежи могут быть простые, сложные и весьма сложные. Залежи с низкой степенью сложности характеризуются однородным строением и отсутствием существенных прослоек и включений пустых пород.

Сложные залежи наряду с кондиционным полезным ископаемым содержат вкрапления некондиционных руд, а также прослойки и включения пустых пород и ксенолиты с четко выраженными контактами. Характер включений может быть следующих видов: редкие большие включения пустой породы, многочисленные мелкие включения, чередующиеся полосы (прослойки) пустой породы и полезного ископаемого. Рудные тела подобного типа свойственны большинству цветнометалльных месторождений. Не исключения в этом плане Талнахское и Октябрьское месторождения.

Высокая сложность внутреннего строения рудных тел выражается в том, что кондиционное полезное ископаемое и пустые породы или некондиционные руды распределяются без определенных закономерностей и не имеют четко выраженных контактов. Такое строение рудных тел оказывает наибольшее влияние на качество технологического процесса добычи (потери и разубоживание), схему формирования рудопотоков, уровень и стабильность качества, а также на методы решения функциональных задач геолого-маркшейдерского управления качеством руд.

К числу важнейших структурно-морфологических параметров, влияющих на формирование качества добываемых руд и особенности системы управления качеством, также следует отнести тектоническую нарушенность тел полезных ископаемых. Она усложняет условия ведения добычи руд, ухудшает качество технологического процесса, снижает уровень качественных характеристик, в том числе и технологических свойств за счет изменения состава и структуры руды. Для богатых руд Норильского района характерна высокая степень нарушенности отдельных участков.

В первую очередь это участки, соседствующие с Норильско-Харалахским разломом и крупными тектоническими нарушениями.

Влияние физико-технических параметров

Физико-технические параметры определяют качество различных форм существования рудной массы. При этом размер куска, содержание влаги, интенсивность слеживания и самовозгорания являются параметрами, важными для оценки качества отбитой, добытой, складированной, товарной, перерабатываемой руды. Частично физико-технические параметры влияют на уровень и стабильность качества руд, схему формирования рудопотоков и качество технологического процесса. Эти параметры, однако, на особенностях обработки геолого-маркшейдерской информации при управлении качеством руд практически не отражаются.

Важным параметром в данной группе является категория крепости руд и вмещающих пород, от которой зависит способ отбойки руд, выбор способа доставки и транспортирования и др. Обычно практически на любом месторождении в геологическом разрезе присутствуют породы различных категорий крепости. Руды также могут иметь крепость от средней до весьма высокой в зависимости от их состава, структурно-текстурных особенностей, степени тектонической нарушенности и вторичных изменений. При разработке весьма крепких руд возникает необходимость решения специальных вопросов добычи, транспортирования и формирования качества. Кусковатость (размер куска) руд во взорванной массе зависит как от технических факторов (схема взрывания, тип ВВ), так и от геологических – крепости, трещиноватости. Этот параметр на многих предприятиях является показателем качества, поэтому он определяет уровень и стабильность качества, схему формирования рудопотока. На большинстве рудников (более 70 %) размер куска руды не превышает 100 см. На 10 % рудников размер куска взорванной руды находится в пределах 100–150 см. На остальных рудниках размер куска превышает

150 см, что вызывает необходимость организации вторичного и подземного дробления негабаритов. Например, размер кондиционного куска на руднике «Таймырском» принят 300 мм.

Устойчивость массива является высокой, если устойчивы руды и породы висячего блока, средней – если неустойчивы руды, но устойчивы породы или среднеустойчивыми являются руды и породы. Низкая устойчивость разрабатываемого массива возникает при низкой устойчивости руд и пород. Чем большей устойчивостью характеризуется массив, тем более благоприятными для управления качеством руд являются условия. Устойчивость влияет на качество технологического процесса, а потому отражается на уровне и стабильности качественных характеристик. В этой связи высокая устойчивость соответствует простым объектам, а низкая – сложным.

Для Норильских месторождений введен показатель нарушенности, определяемый по рекомендациям, отраженным в «Регламентах технологических производственных процессов». Он учитывается при проектировании технологических комплексов очистной выемки.

Слеживаемость и самовозгораемость – свойства, которые отрицательно сказываются на качестве рудной массы – отбитой, добытой, складированной, отгруженной, перерабатываемой. Для руд, склонных к повышенной слеживаемости и самовозгоранию, исключены системы разработки с магазинированием, а также системы с обрушением руд и пород; затруднены в значительной степени условия их складирования и транспортирования. Окисление руд, приводящее затем к спонтанному самовозгоранию, значительно снижает качество руд, ухудшает технологические свойства, снижает извлечение металла в концентрат и качество концентрата. Интенсивность проявления этих процессов увеличивает потери в руде, вызывает необходимость изменения схем формирования рудопотоков.

По статистике около 50 % рудников добывают руды, склонные к слеживанию. Это же свойственно и норильским рудам, за исключением месторождения «Норильск-1», где добываются вкрапленные руды с низким содержанием сульфидных минералов. В богатых рудах с высоким содержанием сульфидов (до 30 % и более) сохраняется склонность к окислению и самовозгоранию. Это является ограничивающим фактором по времени и объему скопления руды в бункерах и на усреднительных складах.

Влияние горно-технологических и организационно-технических факторов на формирование качества руд и особенности управления качеством

Качество добываемых товарных руд, как показано выше, является функцией природного качества и эффективности технологического процесса его трансформации при подземной добыче. Если природное качество предопределено совокупностью вещественных, структурно-морфологических и физико-технических параметров, то результаты процесса формирования качества обусловлены сложным взаимодействием большого числа факторов и параметров, важнейшими из которых являются горно-технологические и организационно-технические.

Влияние горно-технологических параметров

Порядок отработки месторождения или горизонта (этажа) определяет последовательность вовлечения в эксплуатацию отдельных участков и рудных тел и, соответственно, долю участия каждой залежи, типа (сорта) в общей добыче [13]. Соотношение объемов добычи из различных рудных тел и участков месторождения выражается в качестве суммарного рудопотока, а также обуславливает диапазон возможных колебаний качественных показателей руд по отношению к среднему уровню.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.