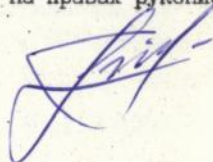


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

Вашингтон Кальо Киспе



ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ  
РУД И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РУДНОГО  
СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ "Серро Верде" и "Санта Роса"  
РЕСПУБЛИКИ ПЕРУ

Об.02.21 - "Организация производства (горная промышленность)"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Днепропетровск-1996



00752497 (Y)

работой.  
ой горной академии Украины  
-Верде (Республика Перу).

Научный руководитель: - доктор технических наук,  
профессор Салли Владимир Ильич

Официальные оппоненты: - доктор технических наук,  
профессор Солодовник Леонид  
Максимович

- кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
Емец Николай Архипович


Ведущая организация - Орджоникидзевский горно-  
обогатительный комбинат

Защита состоится "04" июля 1996 г. в 10 час.  
на заседании специализированного совета Д 06.03.02 при Государ-  
ственной горной академии Украины.

Адрес: 320027, г.Днепропетровск, пр.К.Маркса, 19,  
Государственная горная академия Украины.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан "31" мая 1996г.

Ученый секретеръ  
специализированного совета,  
кандидат технических наук, доцент  Yurchenko В.В.



## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Экономика республики Перу переживает в настоящее время осязаемый подъем, занимая одно из ведущих мест на американском континенте по темпам прироста валового национального продукта. Недр республике Перу богаты на сырьевые ресурсы, среди которых важное место отводится медьсодержащим месторождениям, запасы которых достигают более 3,5% от мировых. По добыче этого вида сырья республика входит в пятерку западных стран, добывая около 5% медной руды среди стран с рыночной экономикой, доля в выплавке меди достигает 3,8% и 2,7% по ее очистке.

В настоящее время валовые доходы от производства и реализации меди в западном мире составляют более 25 млрд. долл. США (1990 г.), опережая доходы от производства алюминия (23,2 млрд. долл.), золота (22,8 млрд. долл.) и железа (17,4 млрд. долл.). Верхний предел потребления меди в промышленно развитых странах запада достигает 20 фунтов на человека в год. Согласно прогнозным данным в следующем десятилетии эта потребность будет возрастать на 2% в год.

В то же время мировые запасы меди оцениваются в 340 млн. т, а ресурсы составляют около 2 087 млн. т. Такая разница в запасах и ресурсах свидетельствует о значительных запасах низко содержащего меднорудного сырья, добыча и переработка которого связана с совершенствованием технологических процессов, организацией производства и ростом инвестиций в эту отрасль.

Специфические особенности горного производства при эксплуатации сложноструктурных месторождений обуславливают дальнейшее ухудшение природного качества полезного ископаемого вследствие потерь богатых компонентов и примешивания пустых пород, что в свою очередь приводит к снижению количественно-

качественных показателей его переработки, удорожанию продуктов переработки и, как следствие, к вынужденному росту цен на эту продукцию на мировом рынке металлов.

Цель исследований состоит в разработке организации и технологико-экономической оценке системы управления качеством медьсодержащих руд, направленной на снижение количественных и качественных потерь руды при добыче, обогащении и выщелачивании.

Идея работы заключается в комплексной оценке технологических и экономических факторов, влияющих на извлечение полезных компонентов медьсодержащих руд.

Для решения поставленных задач использованы следующие методы научного исследования: маркетинговый анализ, метод исследования конъюнктуры рынка, технико-экономический и графованалитический анализ, методы теории вероятностей и математической статистики, корреляционный и регрессионный анализ, метод дисконтирования неличного оборота.

Научные положения, защищаемые в диссертационной работе, сводятся к следующему:

- снижение количественных и качественных потерь медьсодержащей руды в условиях сложного переплетения между собой балансовых рудных тел и участков пустых пород при открытой разработке сложноструктурных месторождений достигается оценкой перемежаемости различных типов, сортов руд и породы и соответствующей организацией отработки приконтурных зон забоя экскаватора;

- эффективность и достоверность результатов нормирования количественных и качественных потерь руды при открытой разработке сложноструктурных месторождений обеспечивается использованием принципа оптимизации этих потерь при отработке приконтактных зон по браковочному содержанию как меди, так и с

учетом попутных полезных компонентов и их ценности;

- эффективное протравление процессов выщелачивания вторичных сульфидов и оксидов достигается определением оптимального гранулометрического состава этих руд, толщины слоя и климатических условий;

- эффективность инвестиций при создании системы управления качеством рудного сырья в условиях нестабильной рыночной экономики обосновывается разработанной методикой прогнозной оценки дисконтированного приращения наличного оборота горного предприятия с определением предела прогнозируемой инфляции.

Научная новизна диссертационной работы:

1. Исследована конъюнктура меди стран с рыночной экономикой. Впервые для сложноструктурных месторождений медно-порфирового типа республики Перу разработаны теоретические основы оценки количественных и качественных потерь руды при добыче открытым способом.

2. Разработана методика нормирования количественных и качественных потерь руды, отличающаяся от ранее известных тем, что впервые использован принцип оптимизации потерь при отработке приконтактных зон по браковочному содержанию как меди, так и попутных полезных компонентов с учетом их ценностной характеристики.

3. Впервые для условий сложноструктурных медно-порфировых месторождений "Серро Верде" и "Санта Роса" получены аналитические зависимости количественных и качественных потерь руды и оптимальной границы вземки от параметров экскаваторного забоя.

4. Получены графоаналитические зависимости показателей обогащения и гидрометаллургического предела меди от качества исходного сырья, его колеблемости и гранулометрического состава; впервые разработана методика оценки эффективности инвестиций с

учетом финансового риска и инфляционного предела.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием аналитических методов исследования поставленным в работе целям и задачам, представительностью экспериментально-статистических данных состояния качества медьсодержащих руд при получении расчетно-аналитических зависимостей, обеспечивающих их достаточную надежность ( $\mu=9,6 \dots 89,4$ ) и тесноту связи ( $r_{xy}=0,76 \dots 0,91$ ;  $R_{x \text{ ф } \frac{1}{2}}=0,85 \dots 0,92$ ), соответствием полученных результатов фундаментальным положениям теории управления качеством рудного сырья.

Практическая значимость исследований состоит:

1) в конъюнктурных исследованиях рынка меди западных стран, на основе чего получена кривая спроса-предложения, по состоянию на 1994 год, и выполнен прогноз цены на медь при изменении показателей спроса-предложения;

2) в установлении взаимосвязи качества руды, его колеблемости и гранулометрического состава с показателями обогащения и гидрометаллургии меди;

3) в разработке системы управления качеством рудного сырья месторождений "Серро Верде" и "Санта Роса", позволяющей увеличить коэффициент усреднения качества руды с 0,74 до 0,81, что способствует росту извлечения меди в концентрат на 2,0-2,52%, повышению выхода концентрата на 0,025%, улучшению его качества на 0,5% и производству дополнительного объема концентрата за период 1995-2001 гг. в объеме 4,559 тыс.т;

4) в приросте дополнительных объемов производства медной продукции, что при рыночной цене 0,65 долл. США за фунт меди в условиях стабильной экономики приводит к приросту валового дохода за период 1996-2001 гг. в размере 18,052 млн.долл., при этом чистая прибыль составит 7,235 млн.долл.;

Реализация результатов исследований осуществлена путем подписания делового контракта по взаимной договоренности сторон на передачу материалов диссертационной работы для использования департаментом по развитию горнодобывающей промышленности провинции Арекипа республики Перу.

Апробация работы осуществлена посредством доклада основных положений: I) на совещании менеджеров Государственной компании "Mina Peru" (Лима, 1993 г.); при подведении деловых переговоров по инвестированию развития горнодобывающей промышленности провинции Арекипа республики Перу (Арекипа, 1994 г.); на студенческих научных конференциях Государственной горной академии Украины (Днепропетровск, 1992 г., 1994 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 65 наименований, включает 39 таблиц, 36 рисунков, изложенных на 190 страницах.

## 2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Для достижения поставленной в диссертационной работе цели и решения сформулированных задач изучены научные публикации в области теории управления качеством рудного сырья в процессе производства горно-транспортных работ, организации рудоподготовки и переработки и стратегии инвестирования в горную промышленность следующих научных школ и отдельных авторов, представляющих Украину (М.П.Новожилов, В.Ф.Бизов, Я.Ш.Гойзем, А.М.Эрперт, А.Н.Мельников, Ю.П.Астафьев), Россию (Г.Г.Ломаносов, П.П.Бастан, А.Х.Бенуни, В.Н.Зарафский, В.В.Лосицкий), Узбекистан (А.М.Сираутинов, А.Г.Кенжебаев, С.В.Пяк), Киргизия

(Г.В.Секисов), Соединенные Штаты Америки (Н.М.Гамильтон Р.Н.Леземан, М.В.Ляйхниц, Анон), Канаду (Р.Л.Левис, Т.В.Камм, Ж.Гепер, С.И.Джонсон, Р.А.Вуудаль) и др.

В отличие от известных ранее публикаций в диссертации использована методика исследований основанная на системном подходе к решению поставленных задач, при котором горно-геологические, организационно-технологические, управленческие и экономические факторы рассматриваются в комплексе, а решение отдельных частных задач взаимосвязано, что позволяет в целом получить рациональное решение.

В первой главе выполнен маркетинговый анализ производства меди в странах с рыночной экономикой, который позволил установить, что основное распределение запасов меди в западных странах следующее: Чили - 23%, США - 17%, Замбия - 9%, Заир - 8%, Мексика - 5%, Перу - 3,5%, остальные страны - 34,5%. Распределение добычи медьсодержащего сырья выглядит следующим образом: США - 20%, Чили - 19,6%, Заир - 8,7%, Замбия - 7,0%, Перу - 5,0%, Австралия - 4,2%, Мексика - 4,0%, остальные страны - 31,5%. По выплавке меди распределение следующее: США - 18,8%, Чили - 15,1%, Япония - 12,6%, Канада - 6,5%, Заир - 5,5%, Замбия - 4,8%, Германия - 4,5%, Перу - 3,5%, остальные страны - 28,4%. Ситуация по очистке меди на этом рынке такова: США - 24,3%, Чили - 12,0%, Япония - 11,9%, Замбия - 6,2%, Канада - 6,1%, Бельгия - 4,9%, Германия - 4,7%, Перу - 2,7%, остальные страны - 27,2%.

Конъюнктурные исследования рынка меди западных стран позволили оценить ситуацию, складывающуюся на этом рынке (табл.1).

таблица I.

Динамика мирового баланса спроса и предложения рафинированной меди на 1992-1994 г.г. (без учета стран бывшего соцлагеря)

| Параметры спроса и предложения | Объем, тыс.т. |                |      |                |                |                |
|--------------------------------|---------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|
|                                | 1992          | 1992 к 1991, % | 1993 | 1993 к 1992, % | Прогноз 1994г. | 1994 к 1993, % |
| Предложение, в т.ч             | 9574          | +4,7           | 9657 | +0,9           | 9378           | -2,9           |
| - производство                 | 9051          | +4,5           | 9150 | +1,1           | 9228           | +0,8           |
| - экспорт                      | 523           | +9,0           | 507  | -3,1           | 515            | +1,6           |
| Спрос, в т.ч.                  | 9392          | +2,5           | 9494 | +1,1           | 9568           | +0,8           |
| - потребление                  | 9135          | +1,1           | 9236 | +1,1           | 9318           | +0,9           |
| - импорт                       | 257           | +8,9           | 257  | 0,0            | 260            | +1,2           |
| Торговый баланс                | +182          | -              | +163 | -              | -190           | -              |
| Изменение биржевого запаса     | +195          | -              | +238 | -              | +306           | -              |

Анализ динамики биржевых цен на рафинированную медь указывает на их снижение. Так, на Лондонской бирже металлов цены на рафинированную медь снизились с 2278 долл./т в 1992 г. до 1937 долл./т в 1993 г. и до 1837 долл./т в 1994 г., что объясняется некоторым увеличением объемов потребления, ростом биржевых запасов меди, а также неконтролируемыми поставками из стран Восточной Европы и СНГ.

Рыночное равновесие между спросом и предложением рафинированной меди в западных странах в настоящее время находится на уровне 9630 тыс.т, что соответствует средней рыночной цене на биржевых торгах 1920 долл./т (рис.1).

Кривая спроса (D) и предложения (S) на рафинированную медь на западном рынке по состоянию на 1994 г.

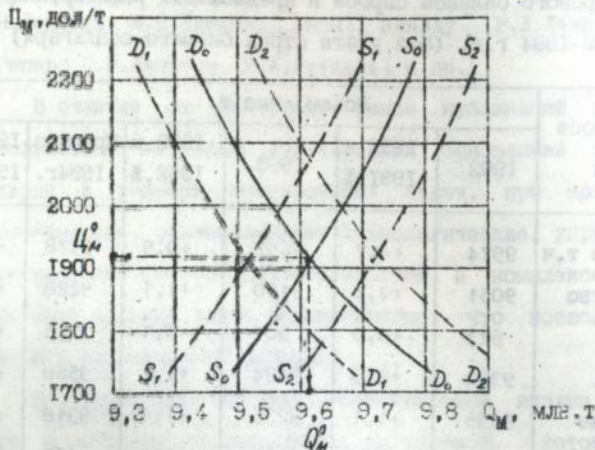


Рис I.

Нарушение рыночного равновесия в сторону роста предложения на 100 тыс. т в год может привести к снижению рыночной цены до уровня 1770-1780 долл./т, и наоборот, увеличение спроса на медь на такой же объем может привести к резкому росту цены до уровня 2060-2070 долл./т.

Вторая глава диссертационной работы посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям морфолого-генетических и геологических характеристик месторождений медно-порфирированного типа "Серро Верде" и "Санта Роса". Изучение геологических особенностей этих месторождений указывает на их сложное морфологическое строение с частой перемежаемостью руд и вмещающих пород, отсутствие визуально различимых контактов, определяемых только по данным опробования буровых скважин. Сопоставление планов детальной разведки с эксплуатационным опробованием показывает на значительные расхождения в форме и условиях

залегания рудных тел, а также качественной характеристики разведанных площадей. На погоризонтных и эксплуатационных планах первичных и вторичных сульфидов наблюдается перемежаемость внешних и внутренних контуров эллиптических фигур рудных тел с безрудной сердцевиной, а также частые переходы балансовых рудных тел в забалансовые. Несмотря на такое сложное переплетение руд и пустой породы наблюдается определенная зональность в распределении рудных тел. Установлено, что наиболее богатые концентрации меди приурочены к зонам крупных разломов и участкам дробления пород в местах пересечения со штоком гранодиорит-порфиров.

Анализ морфологических особенностей вторичных, первичных сульфидов и оксидов рассматриваемых месторождений свидетельствует, что 75-80% всех рудных тел относятся к категории крутопадающих и имеют углы падения более 45%. Выделенные разновидности рудных тел резко отличаются по мощности. Так, например, 24% оксидных руд имеют мощность до 5 м и 33% - от 5 до 10 м; для первичных - 14% и вторичных сульфидов (32%) имеют мощность до 10 м, остальные более 10 м. Сульфидные рудные тела характеризуются большими мощностями и крутым углом падений. Такое сложное морфологическое строение рудных тел месторождений "Серро Верде" и "Санта Роса" предопределяет необходимость применения на их карьерах раздельной выемки различных типов руд.

В связи с истощением запасов медьсодержащих руд на рассматриваемых месторождениях в диссертационной работе исследовалась целесообразность вовлечения в эксплуатацию техногенных формирований флотационной фабрики "Серро Верде". Лабораторные исследования выемок флотации показали целесообразность вовлечения их в эксплуатацию при соответствующем доизмельчении в газоструйной мельнице и режиме флотации.

Полученные лабораторные результаты показывают возможность повышения содержания меди в концентрате, полученном из техногенных формирований, с 0,23% до 0,69%, при извлечении меди в концентрат 28,65%.

Анализ источников образования количественных и качественных потерь руды и их классификации на месторождениях "Серро Верде" и "Санта Росса" показывает, что наибольший удельный вес (до 80... 95% от общих) имеют потери, возникающие при селективной выемке в приконтактных зонах рудных тел. Это свидетельствует о необходимости разработки методики определения количественных и качественных потерь руды при отработке приконтактных зон в карьерах.

В третьей главе диссертационной работы для сложно-структурных медно-порфировых месторождений исследуются процессы образования количественных и качественных потерь руды при экскаваторной выемке приконтактных зон, разработана методика учета и обоснованы нормативные параметры потерь. Выполненный анализ и обобщение методов нормирования потерь и разубоживания при добыче руды открытым способом показали, что достоверность и надежность полученных нормативов наиболее высока при использовании расчетного метода, основанного на критерии минимально-допустимого (браковочного) содержания полезного компонента в добываемой горной массе.

При разработке сложноструктурных медно-порфировых месторождений открытым способом основными видами количественных и качественных потерь, подлежащих нормированию, являются потери и разубоживание, образующиеся в приконтурных зонах и на контактах руды с породными прослоями, не включенными в балансовые запасы. Нормативные значения потерь других видов, а именно потери при экскавации и погрузке, транспортировании и др.

можно применять на основании статистических данных. Потери и разубоживание при отработке крутопадающих ( $\alpha > 20^{\circ} \dots 25^{\circ}$ ) и пологопадающих рудных залежей ( $\alpha = 6^{\circ} \dots 20^{\circ}$ ) открытым способом зависят, в основном, от технологии и организации ведения горных работ в приконтактных зонах и представляют собой так называемые "треугольники" теряемой руды и примешиваемых пустых пород, образующиеся из-за несовпадения углов откосов с углами падения залежи (рис.2).

Исходя из возможных ситуаций при отработке приконтурных зон для определения площади "треугольника" разработаны классификационные схемы, в основу которых положен принцип согласования углов падения рабочего уступа с падением рудного тела с направления развития горных работ.

Разработана методика учета и нормирования количественных и качественных потерь руды, которая учитывает горно-геологические и морфологические особенности месторождений и исходит из принципа нахождения оптимального соотношения потерь и разубоживания руды по минимально-допустимому (браковочному) содержанию, устанавливаемому как по основному, так и с учетом попутных компонентов. Оптимальное соотношение количественных и качественных потерь устанавливается для каждого контакта с учетом параметров забоя и рудных тел, направления отработки и ценности руды.

Определение фактических величин количественных и качественных потерь руды при отработке приконтактных зон осуществляется прямым методом замера фактической границы разделения вскрышных и добычных работ, высоты и углов откоса забоя и уточнения угла падения контакта. Учет количественных и качественных потерь руды можно осуществлять оперативно по мере развития горных работ, используя для этого разработанную

Схема образования количественных и качественных потерь руды при различной ориентации угла откоса уступа с углом падения рудного тела.

*Направление развития горных работ*

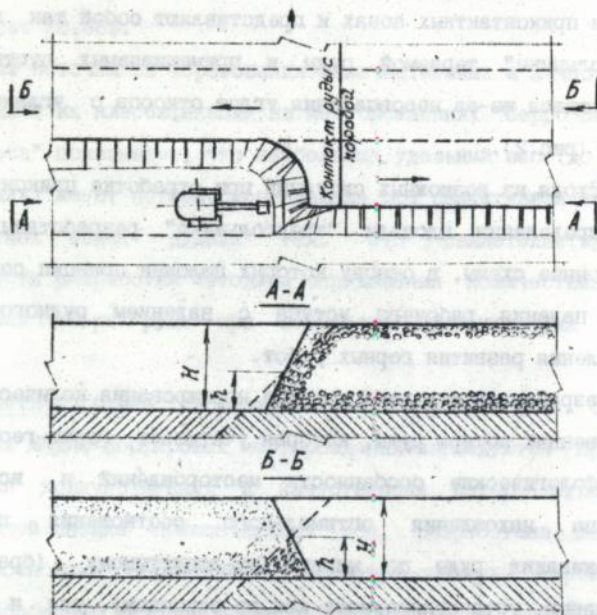


Рис. 2.

номограмму. Обоснованы нормативы количественных и качественных потерь руды для сложноструктурных месторождений "Сарро Верде" и "Санта Росса", которые соответственно составляют:  $P_{св} = 1,49\%$ ;  $R_{св} = 3,1\%$ ;  $P_{ср} = 1,63\%$ ;  $R_{ср} = 3,35\%$ .

Исследован характер формирования количественных и качественных потерь руды при экскаваторной выемке приконтактных зон с учетом формы, параметров забоя и промышленных условий. Установлено, что при отработке добичного забоя экскаватором ГН 1500 АГ с увеличением высоты уступа в 2 раза потери руды

повышаются на: 42% при  $\alpha_B=1,0\%$  Cu; 35% при  $\alpha_B=0,75\%$  Cu; 43% при  $\alpha_B=0,5\%$  Cu. При увеличении ширины заходки в 1,6 раза потери руды увеличиваются на 57% независимо от бортового содержания меди. При повышении бортового содержания меди в 2 раза потери руды увеличиваются на 51% независимо от высоты уступа и ширины заходки.

Для выявления характера и степени влияния высоты уступа (H), ширины экскаваторной заходки ( $\Pi_3$ ) и относительной величины бортового содержания меди ( $\alpha_B^0$ ) на величину количественных и качественных потерь руды использован метод корреляционного анализа полученных результатов (табл.2).

Таблица 2

Корреляционные характеристики нормативов количественных и качественных потерь руды и их характеристики.

| Влияющие параметры                                      | Корреляционные зависимости        | Характеристики зависимостей |            |       |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|------------|-------|
|   |                                   | r                           | $\sigma_r$ | $\mu$ |
| Высота уступа (H)                                       | $K_{\Pi} = 0,41 + 0,06H$          | 0,91                        | $\pm 0,01$ | 69,5  |
|   | $K_P = 0,92 + 1,2H$               | 0,94                        | $\pm 0,02$ | 25,4  |
| Ширина заходки ( $\Pi_3$ )                              | $K_{\Pi} = 0,72 + 0,03\Pi_3$      | 0,81                        | $\pm 0,06$ | 18,5  |
|   | $K_P = 1,42 + 0,95\Pi_3$          | 0,76                        | $\pm 0,11$ | 9,6   |
| Относительное бортовое содержание меди ( $\alpha_B^0$ ) | $K_{\Pi} = 2,36 + 0,84\alpha_B^0$ | 0,84                        | $\pm 0,04$ | 36,7  |
|   | $K_P = 4,62 + 1,18\alpha_B^0$     | 0,79                        | $\pm 0,07$ | 27,4  |

Для определения совместного влияния высоты уступа и ширины экскаваторной заходки на количественные и качественные потери использован метод множественной корреляции. При определении нормативов потерь за сравниваемые приняты нормативы, рассчитанные при минимальных параметрах забоя для всех вариантов

обогативного содержания меди

$$K_{II} = -0,094 + 0,078\psi_3 + 0,084\eta, \quad (R_{xy, \psi_2} = 0,92), \quad (I)$$

$$K_{IP} = 0,323 + 0,019\psi_3 + 0,064\eta, \quad (R_{xy, \psi_2} = 0,85) \quad (2)$$

Исследована взаимосвязь высоты уступа и ширины экскаваторной заходки на оптимальные границы выемки и количества теряемой руды и объема примешиваемых пород с одной экскаваторной заходки. Установленные корреляционные зависимости характеризуются тесной взаимосвязью ( $r_{xy} = 0,91 \dots 0,96$ ) и высокой надежностью этой связи ( $\mu = 102,0 \dots 258,0$ ).

Четвертая глава диссертационной работы посвящена исследованию «качества, его колеблемости, гранулометрического состава руды, установлению их взаимосвязи с показателями обогащения и гидрометаллургии меди и разработке системы управления качеством рудного сырья рассматриваемых месторождений. Характер и степень трансформации качества медьсодержащих руд от массива до конечного продукта определяются совокупным влиянием нескольких групп факторов: горно-геологических, технологических, экономических и организационно-технических.

С целью установления характера распределения содержания меди в руде и показателей его изменчивости на участках рассматриваемых месторождений использованы данные опробования взорванного массива. Установлено, что в течение смены руда из забоев карьеров "Серро Верде" и "Санта Роса" поступает на площадки складирования с широким диапазоном содержания меди в руде ( $\bar{\alpha}_{Cu} = 0,25 \dots 1,92\%$ ) и среднеквадратическим отклонением от среднесменных значений равным  $\sigma_{\alpha} = \pm 0,74\%$ . Вариационная кривая распределения содержания меди показывает правостороннюю асимметрию, что свидетельствует о преобладании в горном массиве руд с содержанием меди ниже среднего ( $\bar{\alpha} = 0,97\%$ ). Коэффициенты вариации составляют:

для карьера "Серро Верде"  $v_{\text{ПС}} = 47\%$  для первичных сульфидов,  $v_{\text{ВС}} = 39\%$  для вторичных сульфидов и  $v_{\text{ОСР}} = 49\%$  для оксидов и смешанных руд; для карьера "Санта Роса" - соответственно равны  $v_{\text{ПС}} = 43\%$ ,  $v_{\text{ВС}} = 40\%$  и  $v_{\text{ОСР}} = 46\%$ .

Вследствие регулирования нагрузки на добычные забои и управления работой автотранспорта коэффициент усреднения на этой стадии достигает 0,42...0,47 для карьера "Серро Верде" и 0,44...0,50 - для "Санта Роса".

В суммарном рудопотоке карьеров "Серро Верде" и "Санта Роса" для вторичных сульфидов среднее квадратическое отклонение содержания меди в неусредненной руде по отдельным двухчасовым пробам относительно среднесуточных значений составляют величину порядка 0,3207%; то же для усредненной руды - 0,0794%; коэффициенты вариации равны соответственно в неусредненной и усредненной руде  $v_{\text{Н}} = 30,8\%$  и  $v_{\text{У}} = 8,18\%$ , а коэффициент усреднения  $K_{\text{У}} = 0,734$ .

Степень усреднения применительно к площадкам складирования и разделения руд при обогатительной фабрике (табл.3) установлена исходя из аналитического выражения оценки усреднения по всей системе, состоящей из нескольких стадий, которая определяется по формуле

$$K_{\text{ИУ}} = 1 - \prod_{t=1}^n (1 - K_{\text{У}t}), \quad (3)$$

где  $K_{\text{ИУ}}$  - степень итогового усреднения;  $K_{\text{У}t}$  - степень усреднения в отдельной стадии суммарного рудопотока;  $n$  - количество стадий.

Уровень извлечения меди в концентрат в значительной мере зависит от величины среднего квадратического отклонения качества руды от настройки обогатительной фабрики. Графическое представление о характере и степени этой зависимости изображено на рис.3.

Таблица 3.

Коэффициент усреднения в суммарном рудопотоке карьеров "Серро Верде" и "Санта Роса".

| Показатель                                      | Смешивание руд на перегрузочных складах карьеров | Регулирование качества руд нагрузкой на забой и управленными работами а/т | Формирование суммарного рудопотока | Аккумуляция руды на площадках складирования ОП |
|---|--|---|------------------------------------|--|
| Коэффициент усреднения                          | 0,49   | 0,45  | 0,72                               | 0,74   |
| Изменение степени усреднения нарастающим итогом | -  | -   | 0,72                               | 0,81   |

Зависимость извлечения меди в концентрат от среднего квадратического отклонения суточных содержаний в руде при различных средних значениях меди

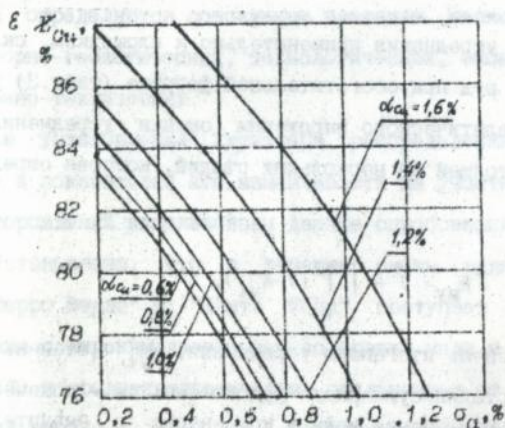


Рис. 3.

В результате экспериментально-статистических исследований установлено, что при снижении суточной колеблемости содержания меди в руде месторождений с 0,3207% до 0,0794% извлечение

увеличивается на 2,0...2,52%, улучшается качество концентрата на 0,5% и повышается его выход на 0,025%.

Показатель выщелачивания (металлургической обогатимости) зависит от диаметра кусков руды, толщины слоя и продолжительности действия раствора. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что эффект действия раствора при выщелачивании меди из вторичных сульфидов и оксидов значительно выше с уменьшением кусков руды с 3/4 дюйма до 3/8 дюйма (табл.4).

Таблица 4.

Извлечение общей меди ( $CuT$ ) в раствор при различной продолжительности его действия для кусков руды 3/4 и 3/8 дюйма

| Диаметр кусков руды, дюйм | Извлечение общей меди (%) при продолжительности действия раствора (дни) |      |      |      |      |
|---------------------------|---|------|------|------|------|
|                           | 10  | 50   | 100  | 150  | 360  |
| 3/4                       | 3,2   | 15,4 | 27,5 | 32,0 | 36,8 |
| 3/8                       | 7,3   | 38,0 | 52,8 | 55,8 | 60,6 |

Повышение металлургической обогатимости с 36,8 до 60,6% способствует увеличению извлечения меди в катоды в среднем на 4,44 %.

На основе вышеприведенных исследований разработана система управления качеством медьсодержащих руд сложноструктурных месторождений "Серро Верде" и "Санта Роса". Система включает в себя учет качественно-технологических характеристик и физико-механических свойств рудного сырья, основанный на нормировании количественных и качественных показателей добычи руды, управлении выемкой на основе регулирования нагрузки на добычные забои и стабилизации содержания меди различных типов руд на усреднительном складе.

В пятой главе осуществлено обоснование эффективности инвест-

тиций при реализации проекта управления качеством рудного сырья. определены общие инвестиции в проект, равные 3,5 млн. долл., а с учетом процентов при погашении кредита эта сумма составляет 5,25 млн. долл. Срок реализации проекта принят январь-декабрь 1995 г., из чего следует, что выплата кредита и процентов начинается с января 1966 г. и заканчивается в 2000 году. Для импорта оборудования и материалов в расчет определены цены FOB.

При анализе наличного оборота учитывались расходы только по времени их реализации и не перераспределялись в процессе списывания амортизации и отсрочек. При подсчете наличности правила списывания и амортизации принимались согласно законодательству республики Перу. Амортизация и списывание не являются наличным оборотом, и в графиках наличного оборота подсчитываются как промежуточный шаг для определения уплачиваемого налога.

Текущие издержки производства подразделены на эксплуатационные расходы, расходы по очистке и реализации концентрата меди и расходы по реализации катодов меди. Суммарные эксплуатационные расходы за период 1995-2000 гг. возрастают на 3,5 млн. долл. и приходятся в основном на процессы рудоподготовки.

Прирост объемов производства концентрата меди за рассматриваемый период составит 4,559 тыс.т, в т.ч. из руд вторичных сульфидов - 3,705 тыс.т и руд первичных сульфидов - 0,854 тыс.т. Этот прирост объемов производства концентрата меди увеличивает расходы, связанные с очисткой продуктов меди и реализацией концентрата на 1,454 млн.долл. Уменьшение крупности кусков руды при выщелачивании позволяет в гидрометаллургическом переделе увеличить извлечение меди в катоды, что позволяет дополнительно получить 8,532 тыс.т катодной меди и одновременно увеличить расходы по ее реализации на 0,580 млн.долл. В целом рост затрат на прогнозируемый период ожидается на уровне 5,534 млн.долл.

Прирост количественных и качественных показателей производства медной продукции позволяет увеличить валовый доход предприятия на 18,052 млн.долл. или повысить эффективность извлекаемости меди из I т руды с 10,034 до 10,511 долл. С учетом роста эксплуатационных расходов, расходов на очистку и реализацию медной продукции чистый доход возрастет с 237,849 до 250,307 млн.долл., или на 12,438 млн.долл. С учетом уплаты всех видов налогов, прибыль за рассматриваемый период составит 7,235 млн.долл., что определяет уровень инвестиционной рентабельности равным 137,8%.

Приведенные выше расчеты эффективности проекта справедливы в том случае, когда экономика стабильна и уровень инфляции приближается к нулю. В случае нестабильной экономики и присутствия инфляционных процессов правильная финансовая оценка проекта сводится к дисконтированию каждого годового значения наличного оборота с последующим их суммированием и приведением к общей дате оценки. Поэтому для расчета чистой настоящей стоимости и чистого наличного оборота используют формулу

$$\text{ЧНС} = \sum_{t=0}^n \frac{C(t)}{(1+i)^t} \quad (8)$$

где ЧНС - чистая настоящая стоимость;  $t$  - год проекта;  $n$  - продолжительность действия проекта;  $C(t)$  - оценочная величина чистого наличного оборота в год  $t$ ;  $i$  - норма дисконта.

Для коммерческой оценки инвестиций в проект системы управления качеством рудного сырья в условиях инфляционной экономики определено дисконтированное приращение наличного оборота, которое подтвердило целесообразность инвестирования проекта при уровне инфляции доллара США, не превышающем 63% в год (рис.4).

Определение инфляционного предела дисконтированного приращения чистого наличного оборота (DS).

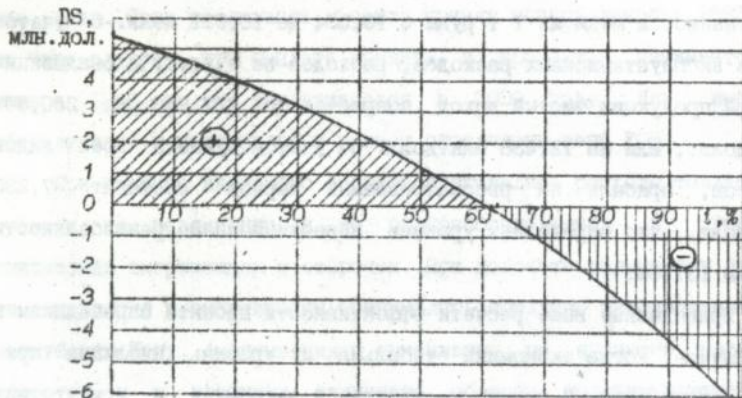


Рис. 4.

### 3. Заключение.

В диссертации, являющейся законченной научной работой, поставлена и решена актуальная научная задача, заключающаяся в создании теории и практики управления качеством сырья при добыче, обогащении и выщелачивании медьсодержащих руд. Основные научные и практические результаты сводятся к следующему:

1. Эффективность и достоверность результатов нормирования количественных и качественных потерь медьсодержащей руды обеспечивается использованием принципа оптимизации этих потерь при отработке приконтурных приконтактных зон по браковочному содержанию как меди, так и с учетом попутных, полезных компонентов и их ценности.

2. Система управления качеством рудного сырья сложноструктурных медно-порфирировых месторождений в отличие от ранее известных систем предусматривает комплексный подход, учитывающий взаимосвязь количественно-качественных показателей экскаваторной выемки с конкретными условиями залегания рудных тел в приконтактных зонах и

организационно-технологические условия формирования и разгрузки разделительно-усреднительных рудных складов. Это позволяет снизить потери и разубоживание руды для карьеров "Серро Верде" и "Санта Роса", соответственно, до  $P_{св} = 1,49\%$  и  $R_{св} = 3,1\%$ ;  $P_{ср} = 1,63\%$  и  $R_{ср} = 3,35\%$ ; уменьшить суточную колеблемость содержания меди в руде перед обогащением с  $0,3207\%$  до  $0,0794\%$ ; повысить коэффициент усреднения качества руды с  $0,74$  до  $0,81$ , что улучшает качество концентрата на  $0,5\%$ , повышает его выход на  $0,025\%$ , увеличивает извлечение меди в концентрат на  $2,0...2,52\%$  и позволяет дополнительно произвести  $4,559$  тыс.т концентрата меди.

3. Оптимизация и стабилизация гранулометрического состава руды до  $3/8$  дюйма при ее выщелачивании повышает растворимость руды с  $36,8\%$  до  $60,6\%$  что приводит к увеличению извлечения меди в катоды на  $4,44\%$  в электрометаллургическом процессе и позволяет дополнительно получить  $8,532$  тыс.т катодной меди.

4. Прирост дополнительных объемов производства медной продукции при рыночной цене  $0,65$  долл./фунт меди в условиях стабильной экономики позволит за период  $1995-2000$  гг. получить валовый доход в размере  $18,052$  млн. долл., что принесет  $7,235$  млн. долл. чистой прибыли.

5. Коммерческая оценка эффективности инвестирования создания системы управления качеством рудного сырья при разработке сложно-структурных месторождений медно-порфирового типа "Серро Верде" и "Санта Роса" в условиях инфляционной экономики на основе дисконтированного приращения наличного оборота предприятия подтвердила целесообразность инвестиций в проект до уровня инфляции доллара США, не превышающей  $63\%$  в год.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Вашингтон Кальо Киспе. Статистический анализ качества медьсодержащих руд, поступающих на переработку и степени ее сокращения/ Государственная горная академия Украины.-Днепропетровск, 1995. - 14 с. - Деп. в ГНТБ Украины, 19.03.96, № 764-Ук96.
2. Вашингтон Кальо Киспе. Исследование и обоснование нормативных величин качественных и количественных потерь медьсодержащей руды месторождений "Серро Верде" и "Санта Роса" республики Перу / Государственная горная академия Украины.-Днепропетровск,1995. - 8 с. - Деп. в ГНТБ Украины, 19.03.96, № 764-Ук96.
3. Вашингтон Кальо Киспе. Установление взаимосвязи гранулометрического состава медьсодержащей руды и показателей выщелачивания меди/Государственная горная академия Украины.-Днепропетровск, 1994. - 11 с. - Деп. в ГНТБ Украины, 19.03.96, № 763-Ук96.
4. Вашингтон Кальо Киспе. Лабораторные исследования вещественного состава образцов проб медьсодержащего сырья и отходов фабрики флотации месторождения "Серро Верде" / Государственная горная академия Украины.-Днепропетровск,1993.- 11 с.- Деп. в ГНТБ Украины, 19.03.96, № 762-Ук96.
5. Вашингтон Кальо Киспе. Экономическое обоснование вовлечения в отработку забалансовых запасов/ В кн. Поддержание мощности угольных шахт при ограниченных объемах нового строительства. М.: Недра, 1994. С.56-66 (соавторы Салли В.И., Малов В.И., Бичков В.И.).

Личный вклад автора в работе, опубликованной в соавторстве, заключается в обработке статистической информации и построении корреляционных зависимостей стоимости обогащения от зольности горной массы.

## АНОТАЦІЯ

Вашінгтон Кальо Кіспе. "Дослідження якісних характеристик мідновмістких руд та розробка системи управління якістю рудної сировини родовищ " Серро Верде " та " Санта Роса " республіки Перу ". Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.21 - " Організація виробництва ( гірничя промисловість ) ". Державна гірничя академія України. Дніпропетровськ, 1996.

Розроблені розрахунково-статистичні методи оцінки, нормування якісних та кількісних втрат руди і організаційно-технічні заходи по їх зниженню. Рекомендовані організаційні рішення з рудопідготовки, спрямовані на стабілізацію якісних характеристик рудної сировини до її переробки.

Washington Callo Quispe. Research of qualitative characteristics of ore raw materials and development of ore quality control system of deposits "Serro Verde" and "Santa Rosa" of Republic Peru.

Doctor of Science thesis (Technics), specialization - 05.02.21-output organization (mining industry). Ukraine State Mining Academy, Dnepropetrovsk, 1996.

The calculated statistic methods of estimation, normalization of the quantitative and qualitative ore losses, organization and technological steps for their decrease are developed. The organizational decisions on ore's preparation stabilized the qualitative characteristics of the ore raw materials before it conversion are proposed.

Ключові слова:

якість, мідь, руда, втрати, видобуток, збагачення, маркетинг, інвестиції.

136549

Вашингтон Кальо Киспе

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ РУД И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
КАЧЕСТВОМ РУДНОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ "СЕРРО ВЕРДЕ"  
И "САНТА РОСА" РЕСПУБЛИКИ ПЕРУ**

(Автореферат)

Подписано в печать 28.05.96 г. Формат 60x84/16.

Бум.тип. №1 Офс.печ. Усл.печ.л. 1,2. Уч.изд.л.1,2

Тираж 100 экз. Заказ № 222. Бесплатно

Ротапринт ГГА Украины, 320027,  
Днепропетровск, пр.К.Маркса, 19

436549

AB 35.164