

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ НА ЗИФ ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК»

А.Е. Воробьев¹, А.В. Аникин², Т.В. Чекушина³

¹Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

²ЗАО «Васильевский рудник»
ул. Первомайская, 33А, рп. Раздолинск, Мотыгинский район,
Красноярский край, 663415

³Институт проблем комплексного освоения недр РАН
Крюковский туп., 4, Москва, Россия, 110020

Рассмотрены вопросы организации повышения эффективности получения золота из руд на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник».

Ключевые слова: золото, руды, переработка, повышение эффективности.

При рассмотрении вопросов обогащения и переработки добытых золотосодержащих руд организационные мероприятия на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник», направленные на повышение эффективности производства на данных перделах, были сгруппированы нами в соответствии с основными процессами (рис. 1).

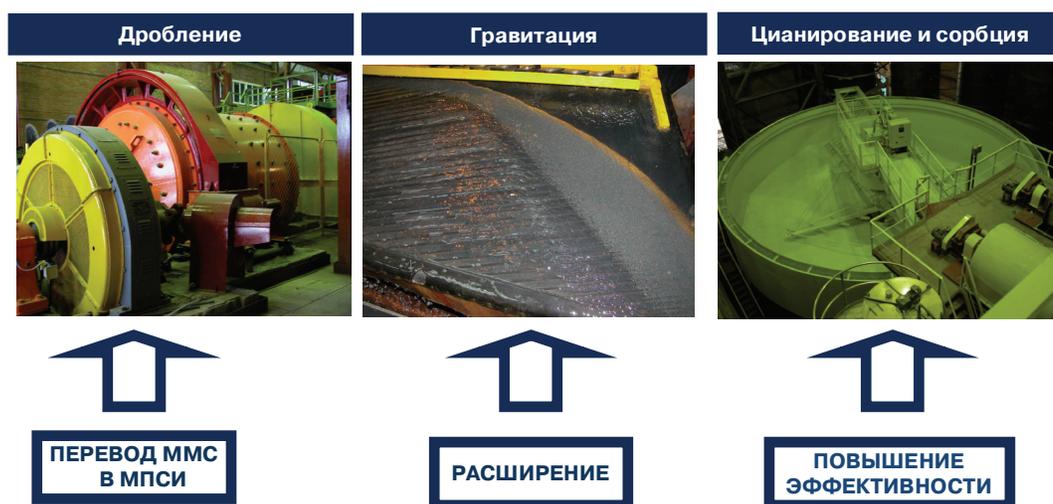


Рис. 1. Фото отделений золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ)

ЗИФ Компании ЗАО «Васильевский рудник» была построена по технологической схеме, разработанной ИРГИРЕДМЕТОм, с применением аппаратного оформления 1970—1980-х гг. [1].

На этой фабрике в настоящее время практически полностью отсутствует система современной автоматизации основных производственных процессов, что резко увеличивает негативное влияние человеческого фактора, снижая и без того невысокие (по отношению к современному оборудованию) показатели производительности и качества проводимых процессов обогащения.

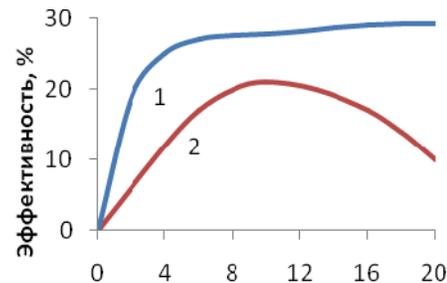
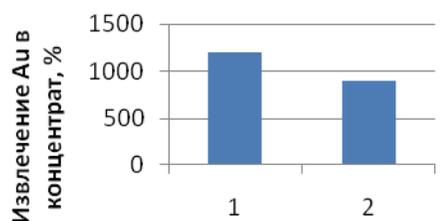
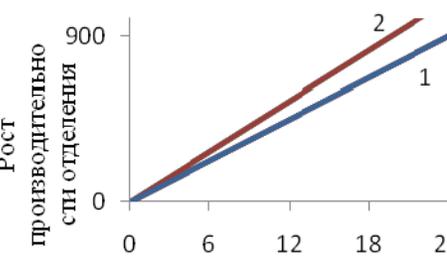
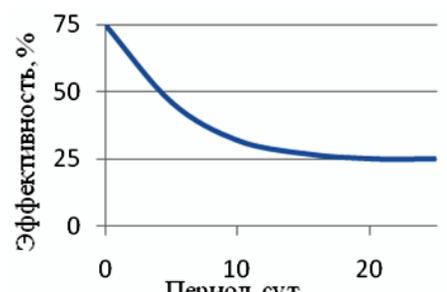
В результате имеющийся в настоящее время уровень извлечения золота на перерабатываемых рудах на фабрике ЗАО «Васильевский рудник» является крайне низким (30—35%) по сравнению с его извлечением на известных аналогичных золотоизвлекающих фабриках.

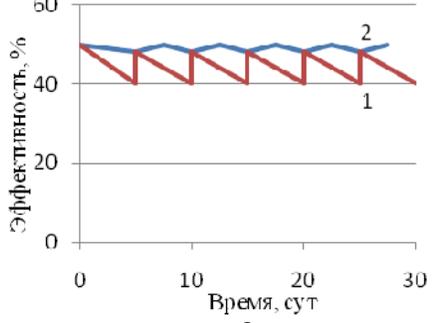
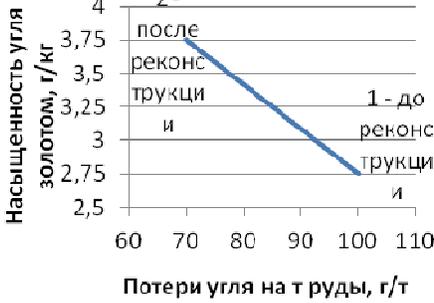
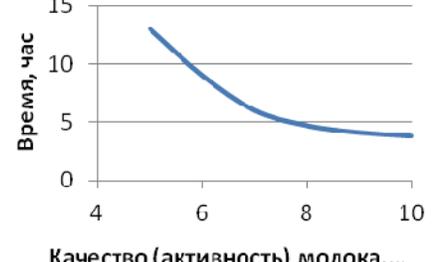
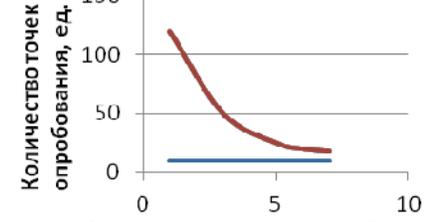
Анализ возможных организационных мероприятий повышения эффективности переработки золотосодержащих руд на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник» (табл. 1) показал, что оптимизация работы Отделения дробления и измельчения (при проектной производительности до 900 т золотосодержащей руды в сутки) позволяет получать выход готового класса до 90%.

Таблица 1

Организационные мероприятия, повышающие эффективность работы ЗИФ

Цех	Узел (оборудование), технология	Организационная мера	Эффективность мероприятия
Отделение дробления и измельчения	Дробление руды	Оптимизация размеров и соотношение шаров мельницы	<p>Эффективность, %</p> <p>Время, сут.</p> <p>1 — шары диаметром 60 мм; 2 — шары диаметром 40 мм</p>
	Система «насос — гидроциклон»	Классификация пульпы	<p>Наработка до ремонта, час</p> <p>Оборудование</p> <p>1 — песковый насос; 2 — система «насос — гидроциклон»</p>
	Классификация на спиральных классификаторах	Увеличение рабочего объема классификатора	<p>Увеличение объема классификатора, %</p> <p>Успокоение материала загрузки, %</p>

Цех	Узел (оборудование), технология	Организационная мера	Эффективность мероприятия
Отделение гравитации	Отсадочные машины	Своевременный ремонт, наличие запаса комплектующих, замена машин на более современные	 <p>Извлечение золота от продолжительности работы отсадочной машины: 1 — в полном соответствии с техническим регламентом; 2 — с отставанием от технического регламента</p>
	Концентрационные столы	Соблюдение требования покрытия	 <p>Виды покрытия 1 — рекомендуемое покрытие СКО; 2 — «подручное» покрытие СКО</p>
	Центробежные концентраторы	Внедрение концентраторов Knelson с параллельной установкой реактора цианирования	 <p>Период времени: 1 — в отсутствии установок; 2 — с использованием установок</p>
	Мельница доизмельчения хвостов гравитации	Применение в качестве мелющих тел цилиндров	

Цех	Узел (оборудование), технология	Организационная мера	Эффективность мероприятия
Отделение сгущения	Технология сгущения	Внедрение автоматизации процесса	 <p>1 — ручная регулировка; 2 — автоматическое регулирование</p>
Отделение цианирования и сорбции	Пульсационные колонны	Реконструкция оголовков колонн, автоматизация подачи цианидов	 <p>Реконструкция оголовков колонн</p>
Отделение приготовления реагентов	Качество используемой извести	Использование извести с необходимой активностью	 <p>Зависимость продолжительности обработки от качества известкового молока</p>
Узел опробования	Технология опробования	Автоматизация процесса опробования	 <p>Процесс опробования: 1 — ручной режим, 2 — автоматический режим, 3 — кривая, определяемая количеством точек опробования (ручной режим), 4 — кривая, определяемая количеством точек опробования (автоматический режим). Зависимость продолжительности опробования на ЗИФ от системы и количества точек опробования</p>

В частности, проведенные нами опытно-промышленные исследования показали практически прямую зависимость степени извлечения золота от качества измельчения золотосодержащей руды. Так, наиболее высокие показатели достигаются при выходе готового класса — 94—96%.

Было установлено, что значение производительности шаровых мельниц и эффективности помола руд в большей степени зависит от количества шаровой загрузки и ее качества. В частности, недостаток шаров или неправильно подобранный их размер существенно снижает удельную производительность мельниц и качество измельчения золотосодержащих руд [5].

Весьма перспективно использование помольных шаров $d = 100$ мм в первой стадии измельчения золотосодержащих руд, в результате чего появляется дополнительная возможность повышения производительности мельниц по исходной руде на 30 т/ч [2]. На второй стадии измельчения золотосодержащих руд рекомендуется применение шаров диаметром равным 60 мм и мельче, поскольку в этом случае основной эффект достигается прежде всего за счет истирания обрабатываемого золоторудного материала (минералов).

Были проведены опытно-промышленные работы по испытанию измельчения на измененном размере шаров. Результатом данного эксперимента стало увеличение производительности фабрики с 1000 т руды в сутки до 1100—1400 т. При этом за три месяца испытаний выход готового класса увеличился в среднем на 1,5%, что дало возможность дополнительно извлечь в слиток за этот период 1948 г золота.

Кроме этого, оперативное управление качеством помола золотосодержащей руды осуществляется путем изменения производительности по руде (на основе специальной регулировки вибропитателей), изменением количества воды (подаваемой на бутары мельниц и в зумпфы насосов), а также своевременной догрузкой шаров в мельницы и регулярной заменой изнашивающихся песковых насадок гидроциклонов.

Также необходимо контролировать количественные показатели по тонине помола золотосодержащей руды (посредством автоматических гранулометров) слив гидроциклонов, с крупностью 85—88% класса — 0,074 мм с содержанием 25—27% твердого.

Высоких показателей можно добиться только при комплексном подходе, применяя современное высокопроизводительное оборудование [3; 4] и инновационные технологии, в частности, за счет внедрения высокочастотных грохотов корпорации Derrick, систем «насос — гидроциклон» ФГУП «Турбонасос», аналогичных системам фирмы Engineering Dobersek, перевод мельницы ММС в МПСИ, а также предварительным дроблением руды до класса +15+20 мм и т.д.

Анализ возможных организационных мероприятий повышения эффективности переработки золотосодержащих руд на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник» показал, что дополнительно к используемым материальным и трудовым издержкам на ЗИФ необходимо отнести *потерянное производство во время простоя оборудования*. В частности, в современной рыночной ситуации снижение простоя на ЗИФ мельниц (порой даже всего на 2—3%) может экономически равняться или даже превзойти сумму годовых затрат на замену их футеровки.

Кроме этого, необходимо внедрить эффективную систему автоматизации основных производственных процессов на ЗИФ. В частности, ее внедрение позволит увеличить ходимость насосов до замены их брони минимум до 900—1200 час. (по практическому опыту эксплуатации).

Потребность увеличения выхода золотосодержащего концентрата отсадочных машин показало высокую целесообразность внедрения на первой перемешке концентрата основной отсадки концентрационных столов (при четком соблюдении требований их покрытия). Внедрение всех указанных мероприятий позволило увеличить извлечение золота в цикле гравитационного обогащения на 30%.

При осуществлении процесса сгущения необходимо обеспечить внедрение систем автоматизации, увеличивающих эффективность этой технологии на 15—20%.

Необходимо также использовать известь с высокой ее активностью, что существенно (в 2—3 раза) уменьшает период продолжительности обработки.

Целесообразно также переработать имеющуюся на ЗИФ ЗАО «Васильевский рудник» карту опробования (табл. 2), с максимально возможным применением автоматического пробоотбора, а также выводением данных в режиме online на монитор аппаратчикам (для своевременного принятия необходимых мер).

Таблица 2

Технологическая карта опробования [6]

Точка отбора	Периодичность отбора	Контролируемый параметр	Метод и тип пробоотбирателя
Исходная руда	Каждая партия	Крупность; минер. состав; влажность и плотность	Ручной метод, отбойка отдельных кусков молотком с зубилом
Крупнодробл. продукт	Каждые 4 часа	Крупность; Au	Автоматический, ковшовый пробоотбиратель
Подрешет. продукт грохочения	Каждые 2 часа	Концентрация Au	Ручной метод, ковшовый пробоотбиратель
Концентрат и хвосты отсадки	Каждые 2 часа	Концентрация Au	Ручной метод, ковшовый пробоотбиратель
Магнитная и немагнитная фракция	Каждые 2 часа	Концентрация Au	Ручной метод, ковшовый пробоотбиратель
Концентрат, промпродукт и хвосты I-ой перемешки	Каждые 2 часа	Концентрация Au	Ручной метод, ковшовый пробоотбиратель
Концентрат, промпродукт и хвосты II, III, IV-ой перемешки	Каждые 2 часа	Концентрация Au	Ручной метод, ковшовый пробоотбиратель
Пески классификации	Каждые 2 часа	Содержание класса –0,0074 мм	Автоматический пробоотбиратель
Слив классификации	Каждые 1—2 часа	pH; конц. NaCN влажность; Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Щепа в отвал	Каждые 4 часа	Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Сгущенный продукт	Каждые 2 часа	Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Вода в оборот	Каждые 4 часа	Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Пульпа после цианирования	Каждые 2 часа	pH; конц. NaCN	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Насыщенный раствор	Каждый час	Au; конц. реагентов	Ручной, ковшовый пробоотбиратель

Точка отбора	Периодичность отбора	Контролируемый параметр	Метод и тип пробоотбирателя
Сорбент на десорбцию	Каждый час	Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Продукт обезвреживания цианидов	Каждые 4 часа	Конц. NaCN	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Сорбент в оборот	Каждые 4 часа	Au	Ручной, ковшовый пробоотбиратель
Хвосты	Каждые 2 часа	конц. NaCN; Au, влажность	Ручной, ковшовый пробоотбиратель

Если к уже имеющимся сегодня автоматическим пробоотборникам на хвостах сорбции и на питании цианирования добавить (до разработки и внедрения общей программы) автоматический пробоотборник для опробования подбугарного продукта на мельнице ММС (как наиболее представительной точки опробования поступающей золотосодержащей руды), то существенно облегчится составление и точность баланса золота в целом на ЗИФ.

Была также разработана и внедрена новая система головного опробования на ЗИФ, что позволило резко улучшить достоверность результатов, уменьшить трудоемкость и снизить количество обрабатываемых лабораторией проб от этой операции в 6 раз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Геохимия золота. Ресурсы и технологии России. — М.: Изд-во РУДН, 2000. [Vorob'ev A.E., Gladush A.D. Geokhimiya zolota. Resursy i tehnologii Rossii. — М.: Izd-vo RUDN, 2000.]
- [2] Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. — 2007. [Kucherskii N.I. Sovremennye tehnologii pri osvoenii korennyh mestorozhdenii zolota. — 2007.]
- [3] Лагунова Ю.А. Проектирование обогатительных машин. Уральский государственный горный университет. — Екатеринбург: УГГУ, 2009. [Lagunova Yu.A. Proektirovanie obogatitel'nyh mashin. Ural'skii gosudarstvennyi gornyi universitet. — Ekaterinburg: UGGU, 2009.]
- [4] Лодейщиков В.В. Золотоизвлекательные фабрики мира: Аналитический обзор. — Иркутск: Иргиредмет, 2005. [Lodeishikov V.V. Zolotoizvkatel'nye fabriki mira: Analiticheskii obzor. — Irkutsk: Irgiredmet, 2005.]
- [5] Новицкий И.В. Автоматическая оптимизация процесса самоизмельчения руд в барабанных мельницах: Дисс. ... д-ра техн. наук. — Днепропетровск, 1993. [Novickii I.V. Avtomaticheskaya optimizatsiya processa samoizmel'cheniya rud v barabannyh mel'nichah: Diss. ... d-ra tehn. nauk. — Dnepropetrovsk, 1993.]
- [6] Проект отделения измельчения обогатительной фабрики. — URL: http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b2bc68b4d53b88421206c37_0.html. [Proekt otdeleniya izmel'cheniya obogatitel'noi fabriki. — URL: http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b2bc68b4d53b88421206c37_0.html]

PRACTICE OF THE ORGANIZATION OF INCREASE OF EFFICIENCY OF PROCESSING OF CONTAINING GOLD ORE ON VASILYEVSKY RUDNIK

A.E. Vorobiev¹, A.V. Anikin², T.V. Thekushina³

¹Engineering Faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

²«Vasil'evski' rudnik», Zakrytoe Akcionernoe Obshestvo
*ul. Pervoma'skaya, 33A, rp. Razdolinsk,
Motyginski' raion, Krasnoyarski' krai, 663415*

³Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
Kryukovsky tupik, 4, Moscow, Russia, 111020

Questions of the organization of increase of efficiency of receiving gold from ores on ZIF JSC Vasilyevsky rudnik are considered.

Key words: gold, ores, processing, efficiency increase.