

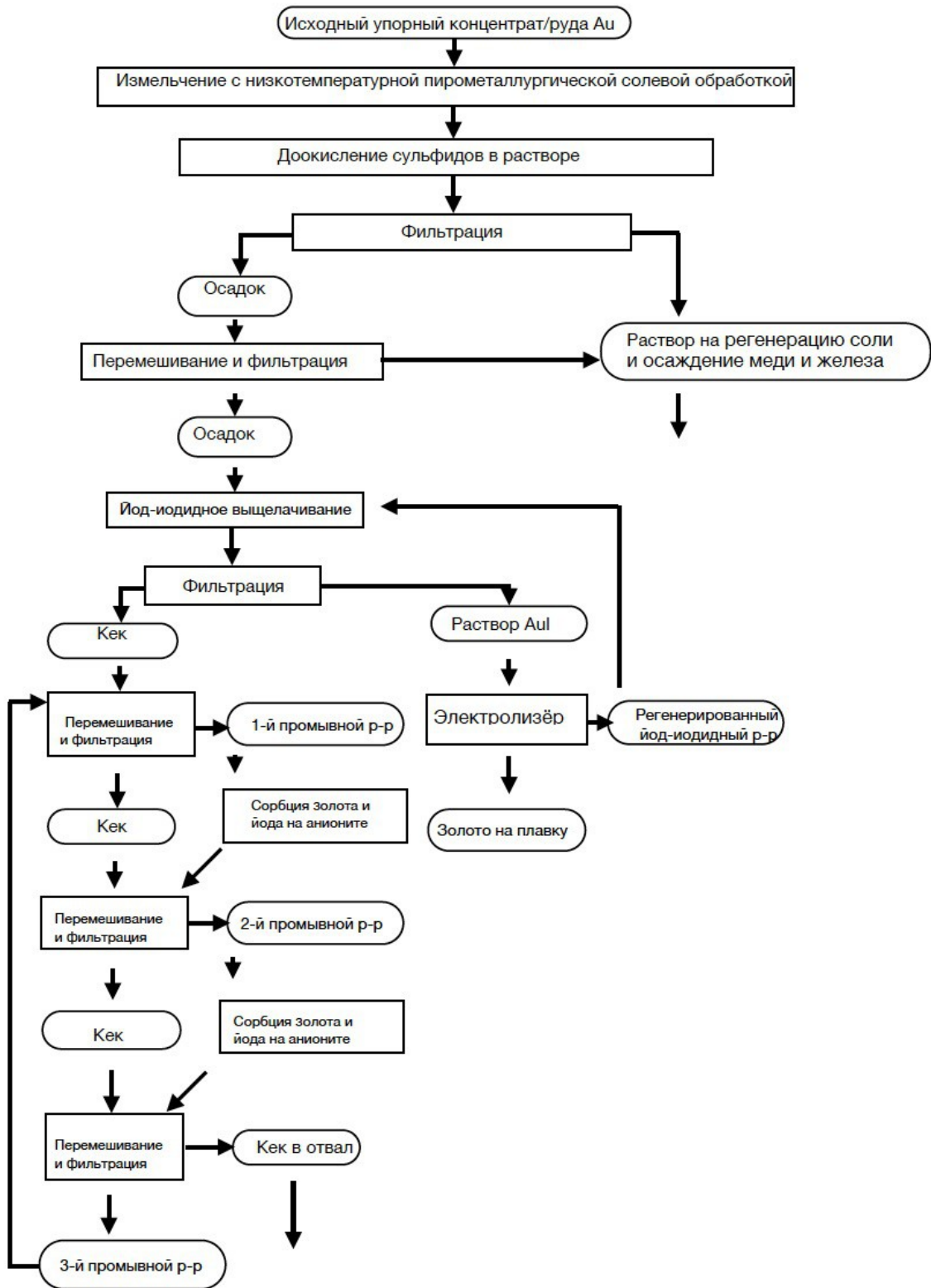
Технико-экономическое обоснование строительства фабрики переработки лежалых хвостов флотации Медногорского ГОК по технологии Flexicone окисления сульфидов и выщелачивания упорного золота с производительностью 1,10 млн.т в год при общих запасах 11млн.т

Апробацию применения технологии проводили на опытно-пилотной установке Flexicone в рамках укрупненно-лабораторных испытаний на пробе сухих хвостов массой 100 тонн , в 2018 г. на хвостохранилище Медногорского УГМК . Содержание основных элементов в пробе составило (%): 16,8 Fe, 17,6 S, 0,09 Cu, 0,20 Zn, 18,6 г/т Ag, 1,2 Au г/т; материал отходов на 92,1 % представлен классом крупности -0,07 мм. В отходах содержатся пирит, халькопирит,сфалерит, гипс, хлорит, кварц. Золото преставлено в основном в упорном виде в пирите и халькопирите 37% , остальные 63% в виде свободных частиц размером менее 30 микрон. Центробежными концентраторами Flexicone при сокращении материала в 10 раз было извлечено в концентрат от общего содержания: золота 68,7%, серебра 56,2% Концентрат после обработки на вихревой мельнице и окисления поступали на электрохимическое йод-иодидное выщелачивание. На стадии выщелачивания было извлечено 98,7% золота и 97.9 % серебра. Расход реагентов и параметры стадийной переработки при апробации, принятые по данным лабораторных экспериментов, приведены в Акте укрупненных лабораторных испытаний (Приложение). На каждой стадии переработки для анализа отбирали образцы кеков и выделенных продуктов, высушенных до постоянной массы при комнатной температуре, в которых определяли содержание золота, серебра, железа, меди; в продуктивных растворах анализировали содержание меди и железа общего (анализы проведены в химической лаборатории Механобр Аналит). Цементацию серебра и меди проводили в проточном режиме, пропуская раствор-1 через желоб с железной стружкой. Выход Fe-продукта рассчитывали после его прокаливания до постоянной массы.

По результатам апробации рассчитана качественно-количественная схема с показателями извлечения в металлопродукты золота, серебра, железа.

При апробации основных этапов переработки ЛХФ на пробе хвостов массой 500 кг установлено, что в Au,-продукт извлекается 67,8 % золота ; в Ag-продукт извлекается 55 % серебра , в цементный продукт выделяется 86,07 % меди; в Fe-продукт извлекается 87,6 % железа ЛХФ.

Технология Flexicone окисления сульфидов и йод-йодного выщелачивание золота



Следует отметить, что предлагаемая технология является малоотходной и ресурсовоспроизводящей - позволяет извлечь из ЛХФ комплекс ценных металлов - Au, Ag, Fe, Cu, Zn, включает регенерацию основного 99.8% реагента KI, организацию оборотного водоснабжения, возможность утилизации твердых инертных остатков переработки в закладочные смеси.

В расчете экономической эффективности предлагаемой технологии переработки ЛХФ необходимо учитывать объем капиталовложений, стоимость получаемой металлопродукции и эколого-экономические показатели переработки.

В приведенном ниже расчете не учитывали затраты на разработку хвостохранилища, поскольку выбор способа выемки и транспортировки хвостов к месту вторичного использования для каждого техногенного объекта требует специального обоснования в зависимости от его инженерно-геологических особенностей. При отработке хвостохранилища в краткосрочной перспективе рекомендован гидравлический способ подачи сырья, в долгосрочной перспективе целесообразна добыча сырья механическим способом после доосушения хвостохранилища (влажность хвостов 19-24 %). При этом удельные затраты на добычу и транспортировку хвостов к месту переработки не превышают 1 \$ за тонну и большого вклада в себестоимость продукции не вносят.

Для оценки экономической эффективности комбинированной технологии переработки ЛХФ на примере утилизации 1,1 млн. т отходов в год необходимо суммировать капитальные затраты на основное технологическое оборудование, сооружения (при стоимости строительства 14000 руб. за 1 м²) и на монтаж оборудования в размере 10 % от стоимости всего оборудования, включая неучтенное, затраты на которое приняты в размере 10 % от стоимости основного оборудования.

Перечень и прогнозная стоимость капитальных затрат представлены в таблице. Количество насосного оборудования и компрессоров увеличено для создания резерва и бесперебойной работы.

Таблица 1 – Сводная стоимость капитальных затрат

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, тыс. руб.	Всего, тыс. руб.
Вихревая Мельница ультратонкого помола	10	182,5	1825
Электролизер	2	13000	26000
Ионно-обменные колонны	5	420	2100
Абсорбер	2	500	1000
Вакуум-фильтр сегаміс С30	1	8000	8000

Вакуум-фильтр ceramic C15	1	6580	6580
Нутч-фильтр	4	100	400
Пресс-фильтр	3	6500	19500
Бак оборотной воды, 100 м3	14	240	3360
Резервуар для реагента, 25 м3	1	50	50
Установка приготовления раствора реагента	1	150	150
Центробежный концентратор Flexicone400	5	880	4400
Реактор с мешалкой, 100 м3	14	3000	42000
Барабанный цементатор	1	2000	2000
Барботер-нейтрализатор-реактор, 100 м3	14	370	5180
Отстойник осадка, 100 м3	4	1000	4000
Отстойник металлсодержащего осадка, 100 м3	13	350	4550
Насос подачи воды	2	80	160
Насос перекачки металлсодержащего осадка	4 + 4	65	520
Насос перекачки пульпы	2 + 2	500	2000
Насос перекачки фильтрата	2 + 2	20	80
Насос-дозатор растворов реагентов	4 + 4	20	160
Компрессор сжатого воздуха	5	4000	20000

Итого по оборудованию	154015
Неучтенное оборудование (10 %)	15401,5
Технологические здания (S = 14400 м ²)	201600
Монтаж оборудования	16941,65
Итого	387958,15

Начальные капиталовложения согласно смете капитальных затрат составят 387,96 млн. руб. Отчисления на амортизацию, рассчитанные по стоимости основного оборудования и норме амортизации 10 %, составят 38,8 млн. руб. в год.

В расчете эксплуатационных затрат учитывали стоимость расходных материалов (реагентов) и электроэнергии в соответствии с их фактическим расходом при трехсменном графике работы. Расход йода рассчитывали с учетом его регенерации и расхода 100г/т, а также необходимости заполнения реагентом технологической схемы в первые три дня работы участка. Общие затраты на материалы составят 39514,72 тыс. руб. (39,515 млн. руб.).

Таблица 5.3 – Смета затрат на расходные материалы

Наименование материала	Ед. изм.	Расход	Кол-во, т	Цена, руб./т	Сумма, тыс. руб	На 1 т, руб.
Иодид калия (заполнение схемы)	т	-	0.8	2160000	1728	15,78
Иодид калия	кг/т	0.1	10,95	2160000	23652	216
Соль	кг/т	18	1971	80	157,68	1,44
Стальная стружка для цементации меди	кг/т	9	985,5	4700	4631,85	42,3
Пресипитант золота и серебра	кг/т	0,1	10,950	250000	2737,5	25
Флокулянт	кг/т	0,0008	0,0876	250000	21,9	0,2
Итого					32928,93	300,72
Неучтенные материалы, 20 %					6585,79	60,144
Всего					39514,72	360,87

Смета затрат на электроэнергию в год

Вид оборудования	Кол -во, шт.	Мощность кВт	Всего, кВт	Раб. время, час.	Расход э/энер, кВт·час	Сумма, тыс. руб. притарифе 2,5 руб/час	На 1 т, руб.
Компрессор для Вихревой мельницы	5	100	500	8760	4511400	11278,5	10
Электролизёр	1	35,2	35,2	5840	411136	1027,84	0,94
Электролизёр	1	35,2	35,2	3650	256960	642,4	0,59
Аппарат возгонки	1	22	22	4380	96360	240,9	0,22
Цементатор	1	8,7	8,7	8760	76212	190,53	0,17
Реактор	14	20	280	730	204400	511,0	0,47
Концентратор Flexicone 400	5	3	15	8760	131400	328500	0,3
Насос пульпы	2	9	18	1460	26280	65,7	0,06
Насос-дозатор	4	0,4	1,6	365	584	1,46	0,001
Насос фильтра	3	2,2	6,6	1095	7227	18,067	0,017
Насос воды	2	15	45	730	32850	82,125	0,075
Насос осадков	4	0,2	0,6	1095	657	1,643	0,0015
Компрессор воздуха	10	1,2	12	8760	105120	262,8	0,24
Всего:		5729186		14322,97		13,08	
Прочее электропотребление (10 %)		572918,6		1432,3		1,31	
Итого:		6302104,6		15755,26		14,39	

Стоимость энергозатрат на переработку 1 т ЛХФ составит 14,388 руб. Заработная плата персонала участка переработки (51 человек) принята по уровню оплаты труда на Медногорском УГМК. Расчет фонда оплаты труда проведен для трехсменного графика работы по 7 дней в неделю в течение года (смены продолжительностью 8 часов).

Таблица - Расчет фонда оплаты труда (ФОТ) в год

Должность	Численность, чел.	Среднемесячн. зарплата, руб.	ФОТ, тыс. руб.
Начальник участка	1	65000	780
Технолог	1	60000	720
Мастер термического отделения	3	50000	1800
Мастер гидрометаллургического отделения	3	50000	1800
Шихтовщик	3	30000	1080
Реагентщик	6	30000	2160
Аппаратчик печей	6	35000	2520
Аппаратчик абсорбции (очистки газов)	3	35000	1260
Аппаратчик реакторов выщелачивания	6	35000	2520
Аппаратчик фильтрации	6	35000	2520
Аппаратчик насосного оборудования	3	35000	1260
Аппаратчик цементатора	3	35000	1260
Аппаратчик регенерации	3	35000	1260
Электрослесарь / слесарь-ремонтник	4	25000	1200
Всего		22140	
Итого: ФОТ + отчисления (40,7 %)		31150,98	

Смета эксплуатационных затрат на реализацию комбинированной технологии переработки ЛХФ представлена в таблице. Себестоимость переработки 1 тонны ЛХФ, равная отношению эксплуатационных затрат (тыс. руб.) к годовому объему переработки отходов (тыс. т), составит 1267 руб. 50 коп.

Таблица – Общая смета эксплуатационных затрат в год

Статья затрат	Сумма, тыс. руб.
Расходные материалы (реагенты)	39514,72
Электроэнергия	15755,26
Основная заработная плата	31150,98
Амортизация основных фондов	38795,82
Ремонт и содержание оборудования (35 % от амортизации)	13578,54
Итого:	138795,32

Стоимость полученной при реализации технологии товарной продукции, содержащей золото, серебро, медь, железо, рассчитывается с учетом извлечения металлов в продукты, цены металла в долларах

Таблица – Стоимость товарной продукции

п/п	Наименование продукции	Количество продукции, т	Цена металла, Au, Ag - руб./г, Cu- руб/т, Fe - руб./т	Кц	Стоимость продукции, тыс. руб.
1	Au,-продукт: золото	8,9	4468,06	1	39765734
2	Ag-продукт: серебро	115	64,98	1	7472700
	медь	2517,26	600	1	1510356
3	Fe-продукт: железо	238845,8	2000	0,5	238845,8
Итого стоимость за 10 лет			48,987,630		

Общая годовая выручка от реализации металлопродукции — 4,899 млрд. руб
Извлекаемая ценность 1 тонны ЛХФ — 4453 руб

Общая годовая прибыль от проекта 4,76 млрд. руб. при общих годовых затратах 138,8 млн. руб. и начальных капиталовложениях 388 млн.руб

В общую выручку от реализации продукции следует также включить размер

предотвращенного экологического ущерба от размещения лежалых хвостов флотации на территории за счет их переработки. Отходы перерабатывающей промышленности относятся к 3-му классу опасности. Ставка платы за загрязнение окружающей среды в 2017-2018 г. составляет 40,1 р/т отходов (согласно Постановления Правительства РФ № 913 от 16.09.2016).