

**Республика Узбекистан**  
**НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ**  
**КОМБИНАТ**  
**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

---

---

*На правах рукописи*

УДК 66921,23

*Жалилова Лола Салойдиновна*

**«Исследование и совершенствование технологии осветления  
биокека из процесса биоокисления флотоконцентратов на ГМЗ-3»**

Специальность 5А520403 «Металлургия цветных и благородных металлов»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание академической степени магистра технических наук**

Научный руководитель:

к.т.н. Петухов О.Ф

Работа рассмотрена на заседании  
кафедры №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2011

И рекомендуется к защите

\_\_\_\_\_ к.т.н. Донияров Н.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011г

Допускается к защите:

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_ 2011г.

Начальник отдела магистратуры

к.т.н. доц. Нормуродов Т.И.

**НАВОИ-2011**

## Содержание

	стр.
Введение.....	3
1. Литературный обзор.....	5
1.1. Отстаивание суспензий (пульп).....	5
1.2. Исследование сгущения пульп под воздействием флокулянтов и коагулянтов.....	11
1.3. Методика расчёта аппаратов для отстаивания (сгустителей).....	15
1.4. Декантационная промывка осадков.....	17
1.5. Схема полупромышленной установки биоокисления флотоконцентратов и отмывки кека ВЮХ .....	20
1.6. Выводы по данным научно – технической информации и постановка задач .....	22
3. Техника безопасности ведения работ.....	62
4. Экономическая оценка усовершенствованной технологии осветления продуктов ВЮХ .....	79
Заключение.....	80
Список использованной литературы.....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Республика Узбекистан располагает практически всеми источниками минерального сырья, в том числе золотосодержащего сырья. Республика Узбекистан является первой страной Центрально-Азиатском регионе, построившей биогидрометаллургический завод (ГМЗ-3) по переработке упорных золотосульфидных руд. Этот завод является самым крупным в мире заводом, использующим технологию БИОКС.

Основными преимуществами технологии БИОКС является экологическая безопасность. В основе биотехнологии или, как ее еще называют, биогидрометаллургической технологии лежат процессы бактериального окисления (БО) упорного золотосодержащего сульфидного сырья и последующего цианирования продуктов БО. Бактериальное окисление золотосодержащих сульфидов осуществляется с помощью бактерий различных типов, служащих катализаторами процесса. Биогидрометаллургическая технология переработки упорного золотомышьякового сырья включает: БО сульфидных минералов; очистку бактериальных растворов и промывных вод от мышьяка и железа; гидрометаллургическую переработку твердых продуктов БО; обезвреживание хвостов переработки от цианида и мышьяка. Биотехнология является экологически безопасной, поскольку обеспечивает перевод мышьяка в нетоксичную форму - труднорастворимые арсената железа, пригодные к складированию в хвостохранилище.

**Актуальность работы.** Актуальность работы состоит в том, что в производстве отмывки кека ВЮХ отвода растворимых примеси ( $H_2SO_4$ , ионы Fe,As,) наблюдается образование плохо расслаеваемых пульп и образование мутной жидкой фазы, что приводит к потерям золота при последующей нейтрализации промывных растворов известняком.

**Степень проработанности проблемы.** До настоящего времени проблема повышения скорости осветления и получения чистых верхних сливов сгустителей решалась путем увеличения расхода дорогостоящих флокулянтов (прайстол). Однако даже при расходе флокулянта 80-100 г/т чистых сливов получить не удалось.

**Цель работы.** Цель работы заключалась в повышении скорости осветления пульп и получении чистых верхних сливов при противоточной декантационной отмывки продуктов (кеков) ВЮХ.

**Методы исследований** включают анализ научно – технической информации, методы анализа золота и железа в жидкой фазе, методы осветления суспензии с получением зависимостей и расчеты скоростей осветления.

**Научная новизна работы.** Научная новизна работы заключается в том что в первые на реальных продуктах ВЮХ установлена возможность их эффективного осветления с получением прозрачных верхних сливов за счет регулирования рН жидкой фазы в пределах рН 1,2 - 1,4.

**Практическая значимость** работы состоит в том, что на основании проведенных исследований выданы рекомендации по увеличению скорости осветления пульп и получению прозрачных сливов отмывки продуктов ВЮХ путем подкисления жидкой фазы пульпы серной кислотой до рН 1,2 - 1,4. Получение прозрачных сливов противоточной декантационной отмывки позволило снизить безвозвратные потери золота с этими сливами.

# 1. Литературный обзор

## 1.1 Отстаивание суспензий (пульп)

Подлежащие разделению дисперсные системы в зависимости от характера твёрдой фазы называют *суспензиями* или *эмульсиями*. Суспензии условно подразделяют на грубые, содержащие твёрдые частицы размером более 100 мкм, тонкие – с частицами от 0,5 до 100 мкм и мути – с частицами 0,1-0,5 мкм. Суспензии с большим содержанием твёрдых частиц называют *пульпами*. Эмульсии содержат капли жидкости, не смешивающейся с водным раствором [1].

Необходимым условием осаждения частиц в жидкости является превышение её веса над архимедовой силой, при этом скорость осаждения будет зависеть от сопротивления среды.

Различают свободное осаждение, когда осаждающиеся частицы при движении не соприкасаются одна с другой, и стеснённое или солидарное осаждение частиц, сопровождающееся трением между частицами и их взаимными столкновениями. Свободное осаждение имеет место лишь при очень малых концентрациях дисперсной фазы (менее 1% по объёму).

Постоянная скорость свободного осаждения частицы для ламинарного осаждения может быть определена по закону Стокса [1,3]:

$$v_{св} = d^2 (\rho_{ч} - \rho_{с})g/18\eta,$$

где  $d$ - диаметр частицы, м;  $\rho_{ч}$  – плотность частицы, Н сек<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $\rho_{с}$  – плотность среды, Н сек<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>; ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>;  $\eta$  - динамическая вязкость среды, Па сек.

Минимальный размер частиц, осаждающихся по закону Стокса, равен  $1-5 \times 10^{-5}$  см (критерий Рейнольдса  $Re = 10^{-4}$ ).

Скорость осаждения частиц нешарообразной формы меньше, чем скорость шарообразных частиц. При уменьшении скорости учитывают с помощью коэффициента формы  $\phi < 1$ , который для частиц округлой формы принимают

равным 0,77, для угловатых частиц 0,66, для продолговатых частиц 0,58 и для пластинчатых 0,43.

Скорость стеснённого осаждения частиц всегда меньше скорости свободного осаждения частиц тех же размеров, так как в первом случае появляется дополнительное сопротивление, связанное с трением и соударением частиц. При стеснённом осаждении сближаются скорости осаждения частиц разного размера, но различаются скорости движения частиц по высоте аппарата, осаждение замедляется одновременно с уплотнением суспензии.

Имеется несколько формул для определения скорости стеснённого осаждения, в частности [2]:

$$v_{ст} = v_0 (1-C)^4,$$

где  $v_{ст}$  – скорость стеснённого осаждения;  $v_0$  – скорость свободного осаждения;  $C$  – концентрация твёрдых частиц в суспензии.

Кинетика осаждения полидисперсной взвеси в цилиндре представлена на рис.1.

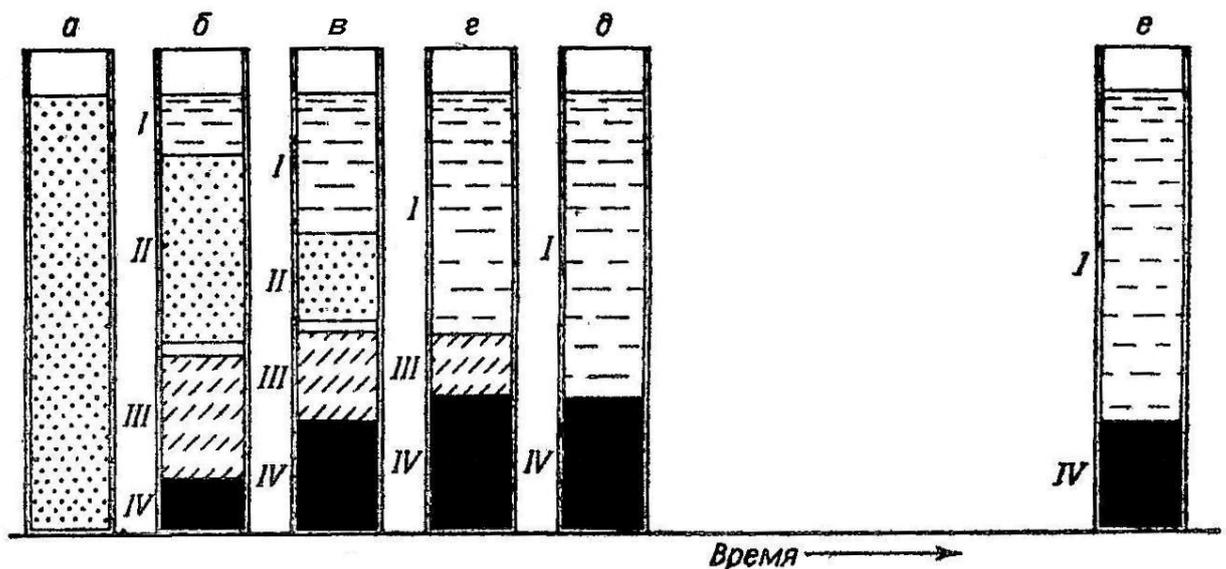


Рис.1. Кинетика осаждения полидисперсной взвеси в цилиндрах:

I - область осветлённой жидкости; II - область свободного осаждения;

III – область стеснённого осаждения; IV – область образования осадка.

Через некоторый промежуток времени в верхней части сосуда появляется граница между осветлённой жидкостью и взвесью. Наряду с образованием области осветлённой жидкости (I) и области свободного осаждения (II), на дне сосуда образуется область осадка (IV), в которой идёт медленное уплотнение частиц. В очень разбавленных взвешях граница осветлённой жидкости становится чёткой только через значительный промежуток времени. Над осадком образуется слой сгущённой суспензии, в которой твёрдые частицы расположены настолько тесно, что дальнейшее уплотнение возможно только путём вытеснения жидкости из пространства между частицами (область стеснённого осаждения III). Выше находится переходная зона, плотность которой уменьшается снизу вверх. Эта зона затем переходит в область II.

По мере отстаивания объёмы осветлённой зоны в области I и осадка в области IV возрастают, при этом одновременно происходит уплотнение осадка в области III. Отстаивание заканчивается, когда область II и переходная зона исчезают и завершается уплотнение сгущённой суспензии, что соответствует полному разделению её на осадок и осветлённую жидкость.

Необходимо отметить, что в процессе непрерывного отстаивания в аппарате образуются те же области, но в отличие от периодического отстаивания эти области не изменяются по высоте.

Интенсивность отстаивания может быть достигнута добавлением к суспензии веществ, понижающих устойчивость суспензии и приводящих к образованию агрегатов, осаждение которых происходит быстрее, чем исходных частиц.

Различают две разновидности процесса образования агрегатов частиц: коагуляцию и флокуляцию.

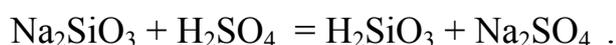
*Коагуляцией* называют процесс образования агрегатов частиц под влиянием добавления простых электролитов или других веществ, снижающих

электрокинетический потенциал до значений, не превышающих 0,03В. В качестве реагентов – коагуляторов применяют хлорид натрия, известь, едкий натр, хлорное железо, квасцы и др.

При *флокуляции* образование агрегатов происходит через посредство макромолекул флокулянтов. Связь между частицами во флокуле более прочная, чем в коагуляте. В отличие от коагуляции образование флокул может происходить при более высоких значениях электрокинетического потенциала. Если при коагуляции главными силами являются слабые ван-дер-ваальсовы силы, то флокуляция происходит как в результате электростатического взаимодействия частиц и флокулянтов, так и образования водородных и химических связей между ними.

Флокулянты представляют собой растворимые в воде линейные полимеры, состоящие из большого числа групп, с длиной цепочки до 1 мкм. Молекулярная масса флокулянтов может достигать нескольких миллионов, а степень полимеризации 500-5000 и более. Флокулянты обычно подразделяют на три группы: 1) неорганические; 2) природные органические; 3) синтетические органические. Основным неорганическим высокомолекулярным флокулянтом является активная кремневая кислота (АК), отвечающая общей формуле  $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ .

Для приготовления АК быстро смешивают 1-2% раствор силиката натрия, имеющего щелочную реакцию (pH=11-12), с раствором активирующего агента, например серной кислоты:



Скорость активации возрастает при интенсивном перемешивании раствора. В результате гидролиза метакремневой кислоты  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  образуется ортокремневая кислота  $\text{Si}(\text{OH})_4$ , полимеризующаяся до образования коллоидных частиц кремневой кислоты с последующей агрегацией этих частиц и образованием затем непрерывной структуры (геля). Флокулирующая способность зольей АК зависит преимущественно от образования в процессе их созревания агрегатов коллоидных размеров,

представляющих собой цепеобразные, разветвлённые структуры, способные взаимодействовать с коллоидными частицами и грубодисперсными взвесями гидроксидов алюминия, железа, магния и других металлов с образованием крупных, прочных и тяжёлых хлопьев.

Продолжительность созревания зелей АК в зависимости от вида применяемого активирующего агента составляет 20-120 мин. При pH=6-8 время созревания АК минимально. Приготовленную АК необходимо использовать в течение нескольких часов (до образования геля). Для продления срока годности рекомендуется АК разбавлять водой до концентрации 0,5% по SiO<sub>2</sub>.

К природным органическим флокулянтам относятся растворимый в воде крахмал; дестрины, которые получают кислотной обработкой крахмала («Виспрофлок», «Флогель», «Азим» и др.); альгинат натрия, получаемый из морских водорослей («Велгум», «Келкзоль» «Келджин W»); карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ); гуаровые смолы («Джагуар», «WP», «Суперзоль»).

К синтетическим органическим флокулянтам относится полиакриламид (ПАА). Выпускаемый ПАА имеет молекулярную массу  $(1-6) \cdot 10^6$ , хорошо растворяется в воде. Концентрированные растворы ПАА представляют собой гелеобразную массу; разбавленные водные растворы имеют значительную вязкость.

В табл.1 приведены данные, характеризующие относительную флокулирующую способность некоторых веществ (Э), применяемых для флокуляции угольных шламов.

**Таблица 1****Относительная флокулирующая способность некоторых флокулянтов при отстаивании угольных шламов [3]**

Флокулянты	Э	Флокулянты	Э
Полиокс	2,60	Седозан	0,92
Сепаран АР-30	2,56	Полифлок 4Д	0,80
ПАА (гидролизованный)	2,52	Седипур	0,52
Полифлок 100Х	1,64	КМЦ	0,06
Сепаран 2610	1,0	Мучные отходы	0,014

## 1.2. Исследование сгущения пульп под воздействием флокулянтов и коагулянтов

Эксперименты проводят на материале заданной крупности, например 80% класса – 0,074мм. В качестве материала можно использовать руду, флотоконцентрат, угольные шламы и т.д. Сгущение пульп осуществляют в цилиндрах отградуированных по высоте с помощью ленты миллиметровой бумаги [5]. В качестве флокулянта используют, например раствор ПАА концентрацией 0,1% при расходе 0, 10, 20 и 40 г/т материала. В качестве коагулянтов можно использовать 1%-ные растворы извести или железного купороса при расходе 0, 10, 20, 50 и 100г/т материала. Пульпы готовят с заданным разжижением  $R_{исх}$  (Ж:Т) 20:1, 10:1, 5:1, 2:1 и 1:1.

Каждый опыт I серии ведут в следующей последовательности. По известным  $R_{исх}$  и объёму цилиндров  $V_{исх}$  определяют массу исходных навесок  $Q$  (г) по формуле

$$Q = V_{исх} \cdot \rho / (\rho \cdot R_{исх} + 1),$$

где  $V_{исх}$  – объём исходной пульпы,  $см^3$ ;  $\rho$  - плотность зёрен исходного материала,  $г/см^3$ .

Навеску исходной пробы засыпают в мерный цилиндр, в который доливают воду до заданного объёма. Приготовленную пульпу тщательно перемешивают, после чего начинают вести наблюдение в течение времени  $\tau_i$  за нижней границей осветлённого раствора  $H_i$ . Примерные периоды времени 0,5; 1; 2 мин и т. д. до прекращения осаждения твёрдой фазы в цилиндре. В процессе опыта желательно зафиксировать время достижения уровня критической точки. Данные измерений заносят в табл.2.

Для опытов второй серии (с применением реагентов) определяют требуемые объёмы растворов применяемых реагентов по формуле

$$V_p = Q \cdot g \cdot 10^{-4} / C,$$

где  $g$  - заданный удельный расход реагента, г/т;  $C$ - концентрация раствора реагента, %;  $Q$  – масса исходной навески материала, г.

В подготовленную в цилиндре пульпу, перемешивая, вливают с помощью бюретки требуемый объем раствора реагента и далее аналогично описанному ведут наблюдение. Данные измерений заносят в табл.3.

**Таблица 2**

**Результаты сгущения пульп без агрегации частиц**

Время от начала наблюдений, $\tau_i$ , мин	№ и условия опыта								
	1. $R_{исх}$ (Ж:Т= )			2. $R_{исх}$ (Ж:Т= )			n. $R_{исх}$ (Ж:Т= )		
	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$
0									
0,5									
и т. д.									

**Таблица 3**

**Результаты сгущения пульп с применением флокулянтов (коагулянтов)**

( состав пульп ; Ж:Т= )

Время от начала наблюдений, $\tau_i$ , мин	№ и условия опыта								
	1. $g=0$			2. $g=$ г/т			n. $g=$ г/т		
	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$	$H_i$ , см	$V_i$ , $см^3$	$R_i$
0									
0,5									
и т. д.									

Для каждой точки измерения в опыте рассчитывают  $R_i$  в сгущённом продукте по формуле

$$R_i = (V_i \cdot \rho - Q) / Q,$$

где  $V_i$  – объём зоны сгущения пульпы к данному моменту времени  $\tau_i$ ,  $см^3$ .

На основании данных табл.2. и 3 строят графические зависимости изменения

границы раздела осветлённой жидкости от времени  $H = f(\tau)$  (рис.2.а), разжижения сгущённого продукта от времени  $R = f(\tau)$  (рис.2.б). Аналогичные зависимости строят отдельно и для серии опытов с применением реагентов – флокулянтов (коагулянтов). На каждой кривой сгущения отмечают положение критической точки  $H_{кр}$ ,  $\tau_{кр}$  (если её положение удалось зафиксировать в процессе опыта) или определяют её положение по методу Телмеджа и Фитча [5]. Пример определения приведён на рис.2. а, кривая (1).

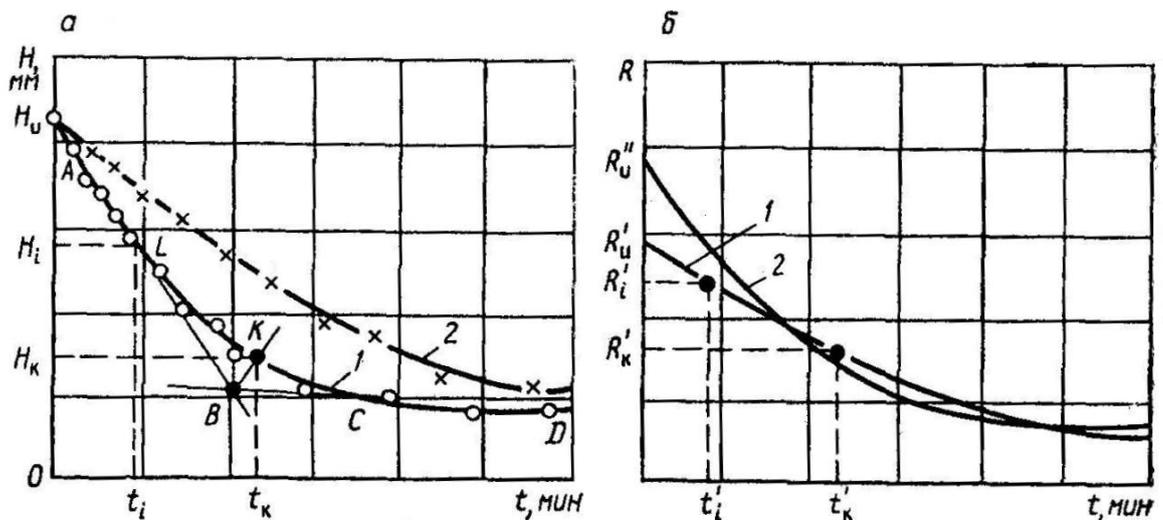


Рис.2. Зависимость изменения границы раздела осветлённой жидкости (а) и разжижения сгущённого продукта (б) от времени

Прямые, характеризующие зоны осаждения AL и сжатия осадка DC, продлеваются до взаимного пересечения; из точки пересечения В проводится биссектриса ВК угла ABC до кривой осаждения. Точка К является критической. Необходимую удельную площадь сгущения для условий каждого опыта определяют по формуле

$$s = (R_{исх} - R_{кон})v_{кр} ,$$

где  $s$  – удельная площадь сгущения,  $м^2/т \cdot сут$ ;  $R_{исх}$  и  $R_{кон}$  – разжижение соответственно исходной пульпы и в момент окончания осаждения частиц,  $м^3/т$ ;  $v_{кр}$  - средняя скорость сгущения (осветления) пульпы для критической точки,  $м/сут$ . Среднею скорость осаждения пульпы рассчитывают по формуле

$$v_{кр} = 1440H_{ос} / \tau_{кр} ,$$

где  $H_{ос} = H_{исх} - H_{кон}$  – высота осветлённого раствора, м;  $\tau_{кр}$  – время осаждения до критической точки, мин.

Максимальное значение удельной площади, определённое по графику, соответствует концентрации суспензии с минимальной пропускной способностью и представляет собой требуемую удельную площадь для сгущения данного состава пульпы.

По данным второй серии опытов определяют эффективность действия коагулянтов и флокулянтов

$$\Theta = (v_{кр. фл.} - v_{кр}) / v_{кр} \cdot g$$

где  $\Theta$  – критерий эффективности действия коагулянтов и флокулянтов, т/г;  $v_{кр. фл.}$  и  $v_{кр}$  – средние скорости сгущения (осветления) пульпы для критической точки соответственно флокулированных (коагулированных) и нефлокулированных частиц, м /сут;  $g$  – расход флокулянта или коагулянта, г/т.

Зависимость изменения удельных площадей сгущения, эффективности и разрыхления осадка  $R_{кон}$  от режимов флокуляции (коагуляции) оформляются графически. Общий вид таких зависимостей приведен на рис. 3.

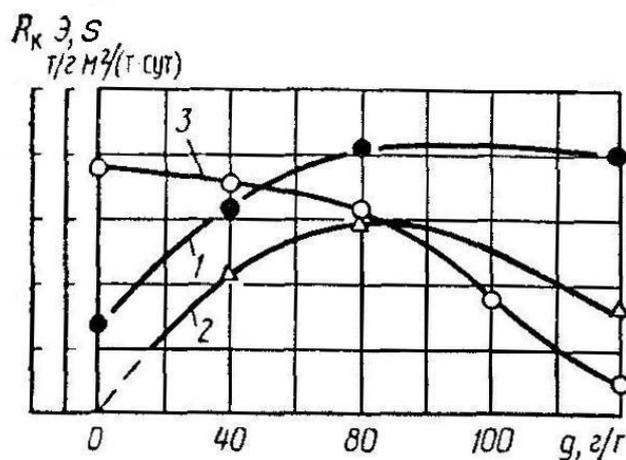


Рис.3. Влияние расхода ПАА на результаты сгущения:

$$1 - S = f(g); 2 - \Theta = f(g); 3 - R_k = f(g).$$

### 1.3. Методика расчёта аппаратов для отстаивания (сгустителей)

Расчёт отстойников (сгустителей) производится по скорости осаждения самых мелких частиц, а сфлуктурированной суспензии по установленной экспериментально скорости осаждения флоккул. При этом отстойник принимают за аппарат идеального вытеснения [3,5].

Продолжительность пребывания элемента потока в отстойнике должна быть равна или больше времени осаждения частиц. Средняя продолжительность пребывания суспензии в отстойнике

$$\tau_{\text{ср}} = S \cdot h / V,$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения отстойника,  $\text{м}^2$ ;  $V$  – часовая производительность по пульпе,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $h$  – рабочая высота (зон осаждения), м.

С другой стороны, продолжительность осаждения равна

$$\tau = h / v_{\text{ст}},$$

где  $v_{\text{ст}}$  – скорость стеснённого осаждения,  $\text{м}/\text{ч}$ .

Из этих уравнений при заданной производительности отстойника по пульпе получаем необходимую площадь поперечного сечения отстойника

$$S = V / v_{\text{ст}}.$$

Для отстойника заданных размеров производительность по пульпе определится из соотношения

$$V = S \cdot v_{\text{ст}}.$$

Из полученного соотношения видно, что производительность зависит лишь от поверхности зеркала сгустителя и от скорости осаждения частиц. Поэтому эти аппараты делают очень большими по диаметру и невысокими. На рис. 4 показан общий вид современных промышленных сгустителей - отстойников.

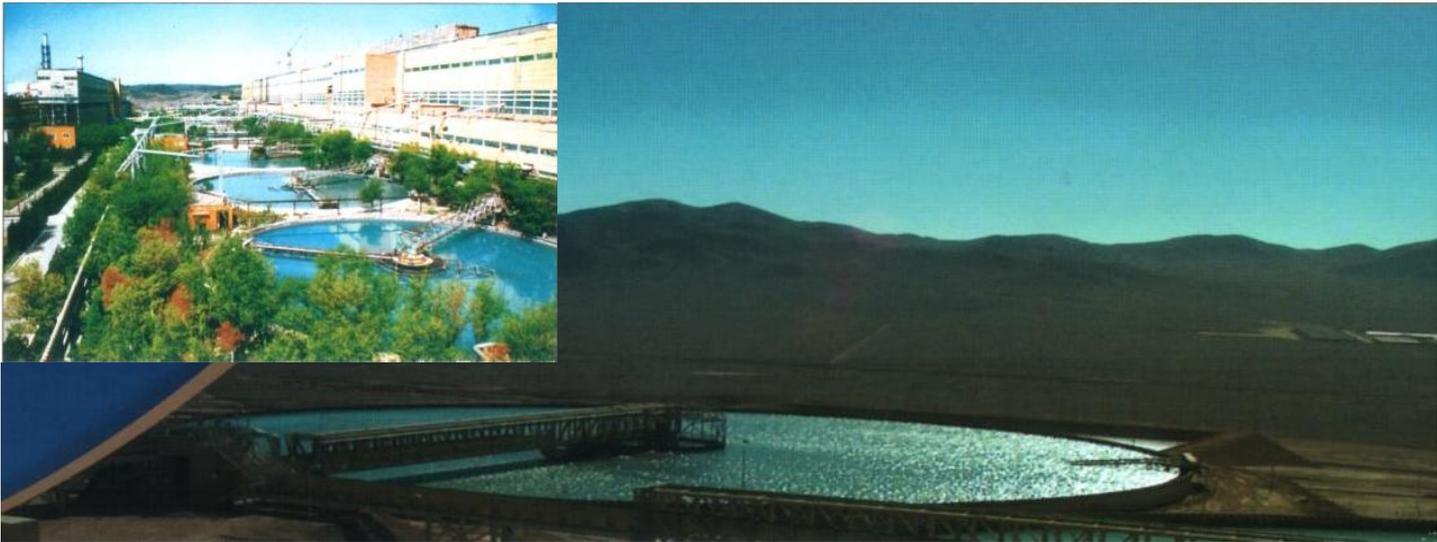


Рис.4. Общий вид промышленных сгустителей – отстойников  
(аппараты очень большие по диаметру и невысокие)

Общая высота отстойника определяется суммированием размеров зон осаждения (свободного и стеснённого), зоны осветленного раствора, зоны уплотнения; размеры последних чаще выбираются по практическим соображениям.

#### 1.4. Декантационная промывка осадков

Декантационная промывка заключается в репульсации осадка или сгущённой пульпы в объёме промывной жидкости и повторном отстаивании со сливом осветлённого раствора или повторной фильтрацией [1]. Промывку сгущённой пульпы (отмывку растворимых ценных компонентов из жидкой фазы) производят последовательно в нескольких отстойниках (сгустителях). Подачу верхних и нижних сливов из аппарата в аппарат осуществляют по принципу противотока. В хвостовой аппарат подаётся промывной раствор, а выходящий из него сгущённый отмытый продукт сбрасывается на хвостохранилище [4]. Верхний слив головного аппарата, содержащий отмытый ценный компонент, выводится из системы и направляется на дальнейшую переработку (рис.5.) или на выщелачивание в качестве оборотного продукта (рис.6.).

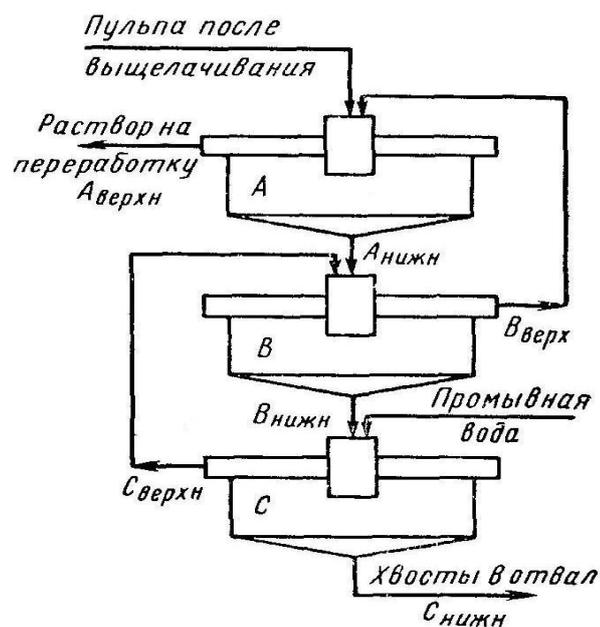


Рис.5. Схема цепи аппаратов непрерывной противоточной декантации

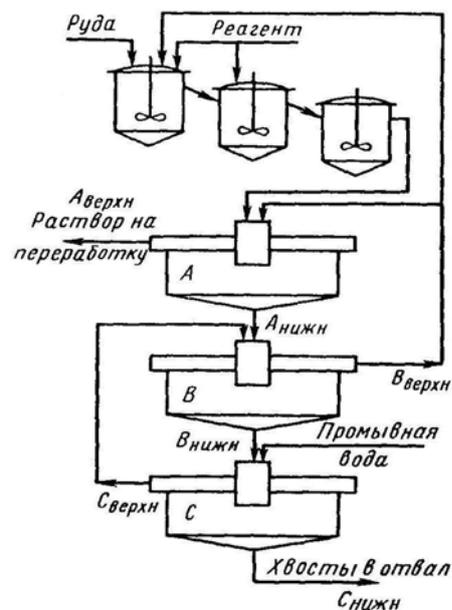


Рис.6. Схема цепи аппаратов непрерывной противоточной декантации с выщелачиванием оборотом продуктов

Обычно для лучшего перемешивания и промывки осадков нижний слив предыдущей стадии и верхний слив последующей стадии направляют в агитатор (на рисунках не показан).

В цикле непрерывной противоточной декантации в каждом сгустителе отстаивается практически одна и та же пульпа, поэтому их расчёты по производительности аналогичны.

Систему непрерывной противоточной декантации используют чаще при обработке пульп с высоким содержанием крупных классов, легко осаждающихся и промываемых. При переработке тонкодисперсных материалов система непрерывной противоточной декантации менее удобна, так как осаждение мелких частиц – процесс весьма длительный. В этом случае на каждой стадии декантации используют эффективные флокулянты (ПАА и др.)

Расчёт системы непрерывной противоточной декантации обычно заключается в определении потерь растворимого ценного компонента при различном числе ступеней декантации и соотношения потоков (Ж:Т), т.е. при

различной степени разжижения ( $R$ ). Обычно в связи со сложностью расчёта пользуются графическими зависимостями. Пользуясь графиками, приведёнными на рис.7 для любого соотношения Ж:Т можно определить число стадий непрерывной противоточной декантации при заданных потерях растворимого [4].

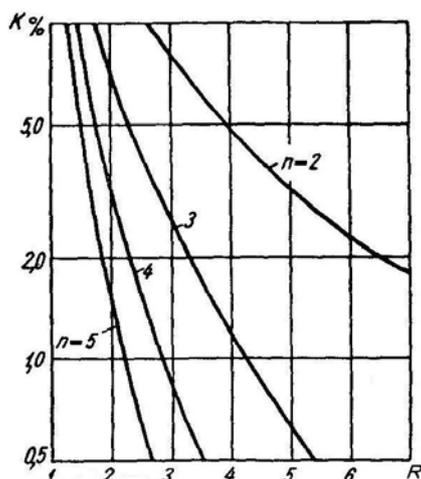


Рис.7.

Зависимости потерь ценных компонентов ( $K$ ) от степени разжижения ( $R$ ) и числа ступеней отмывки

## 1.5. Схема полупромышленной установки биоокисления флотоконцентратов и отмывки кека ВЮХ

Исходный флотоконцентрат со склада доставляется в цех автопогрузчиком. Затем флотоконцентрат загружается в шаровую мельницу для дезинтеграции, после чего флотоконцентрат загружается в репульпатор поз. 1, оборудованный механической мешалкой и рубашкой для подогрева пульпы, распульповывается оборотной или технической водой до Т:Ж=1:4 и сливается на нутч-фильтр поз.9<sub>1</sub>. На нутч-фильтре происходит отмывка от флотореагентов, которые вредно действуют на процесс биоокисления и на бактерий. После отмывки флотоконцентрат вновь распульповывается в репульпаторе поз.1. Пульпа с Т:Ж=1:4 и насосом поз.21<sub>2</sub> закачивается в емкость поз.2 оборудованную перемешиванием сжатым воздухом. Из поз.2 пульпа эрлифтом через дозатор поз. 3 направляется в первичный реактор установки биоокисления поз.4. Первичный реактор оборудован механической мешалкой, перемешиванием сжатым воздухом, рубашкой и регистром для подогрева пульпы или отвода тепла из реактора. В реакторе поз.4 установлены рН-метр и датчик температуры для контроля параметров процесса. рН среды поддерживается в пределах 1,2-1,8, температура в реакторе -  $42 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Процесс биоокисления в первичном реакторе ведется до степени окисления сульфидов-74%. Затем пульпа самотеком поступает в три последовательных вторичных реактора поз.5<sub>1-3</sub>, оборудованных аналогично первичному. Они служат для завершающего окисления сульфидов до 96,5% и мышьяка до 100%.

После окончания процесса биоокисления продукт поступает в смеситель поз.6, смешивается с раствором верхнего слива сгустителя второй стадии противоточной декантации (поз.8), флокулянт и самотеком поступает в сгуститель поз. 7. Плотность пульпы перед декантацией (ПТД) – 1155 г. Содержание 3-х валентного железа –52 г/л. Верхний слив поз. 7 самотеком направляется в поз.10<sub>1-3</sub> на операцию нейтрализации. Сгущенный продукт с Т:Ж=1:2 из поз.7 самотеком поступает в смеситель поз.7<sub>1</sub>, перемешивается с раствором верхнего слива поз.9, флокулянт и самотеком сливается в сгуститель второй стадии ПТД поз.8 Сгущенный продукт, с Т:Ж=1:2, из поз. 8 поступает в смеситель поз.8<sub>1</sub>, смешивается с оборотной или технической водой, флокулянт и самотеком сливается в сгуститель третьей стадии ПТД поз.9. Сгущенный продукт с Т:Ж=1:1,5 и рН = 5 из поз.9 сливается на нутч-фильтр поз.9<sub>1</sub>. Кек после фильтрации направляется на репульпацию в поз.13. Фильтрат насосом поз. 21<sub>5</sub> откачивается в поз. 10<sub>1</sub> на нейтрализацию.

Нейтрализация раствора после первой стадии ПТД проводится в емкостях поз. 10<sub>1-3</sub> в периодическом режиме. Раствор после первой ступени ПТД собирается в поз. 10<sub>1</sub>, где проводится первая стадия нейтрализации. В емкость поз. 10<sub>1</sub> дозируется суспензия  $\text{CaCO}_3$  и в течение 1,5 часа проводится

нейтрализация раствора до  $\text{pH}=3,0$ . Затем раствор насосом поз.21<sub>1</sub> перекачивается в поз. 10<sub>2</sub>, где проводится вторая стадия нейтрализации раствора суспензией  $\text{CaCO}_3$  до  $\text{pH}=6,0$  в течение 1,5 часа. Затем раствор из поз. 10<sub>2</sub> насосом поз 21<sub>1</sub> перекачивается в поз. 10<sub>3</sub>, где нейтрализованный раствор обрабатывается известковым молоком до  $\text{pH}=7,0$ , смешивается с полиакриламидом и после осаждения и удаления осадка через коллектор вода перекачивается в поз. 10<sub>4</sub>. Из поз 10<sub>4</sub> после анализа на примеси вода используется в процессе ViOX при приготовлении пульпы, питательной смеси и суспензии  $\text{CaCO}_3$ .

#### **4 Требования безопасности, охрана окружающей среды**

При выполнении измерений массовой концентрации железа необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

**4.1** Условия охраны труда и техники безопасности должны соответствовать РД 06-24-14 «Основные правила безопасной работы в химических лабораториях».

**4.2** При использовании в качестве реактивов и материалов опасных (токсичных, едких и т.п.) веществ необходимо руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в нормативно-технической документации.

**4.3** Общие санитарно-гигиенические требования к температуре, влажности, скорости движения воздуха и содержанию вредных веществ в воздухе помещений должны соответствовать ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007.

**4.4** Все электроустановки и электроаппаратура должны соответствовать требованиям:

- Правил устройства электроустановок (ПУЭ), утвержденных приказом №84 «Узгосэнергонадзора» от 13.02.2004г;

- Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ), утвержденных приказом №207 «Узгосэнергонадзора» от 21.05.2004г;

- Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ), утвержденных приказом №271 «Узгосэнергонадзора» от 02.08.2004г;

- Положения об организации работ по обеспечению пожарной безопасности в подразделениях комбината, утвержденного приказом №50 от 01.02.2008г.

**4.5** Отработанные растворы сливают в специальную канализацию или в другое место, специально отведенное для этих целей.

### 3. Техника безопасности ведения работ

Основными вредными факторами (веществами) в процессе потивоточно-декантационной отмывки продуктов ВЮХ и последующего сорбционного цианирования золота являются мышьяк и цианид натрия.

Соединения мышьяка отличаются значительной токсичностью. Для человека минимальная смертельная доза мышьяка 130 мг. Описан случай отравления людей при длительном употреблении питьевой воды 0,3 – 1,0 мг/л оказывает токсическое действие на людей при длительном поступлении в организм и даже 0,1 мг/л опасна для них. Опасна для людей даже концентрация мышьяка в питьевой воде 0,05 мг/л.

Мышьяк способен к кумуляции в организме, его относят к канцерогенным веществам, он подозрителен также по мутагенному действию. ЛД<sub>50</sub> мышьяковистого ангидрида для крыс – 13,8 мг/кг, для морских свинок – 20,0 - 39,0 мг/кг, для кроликов 14,0 – 30,0 мг/кг, для собак 30 - 70 мг/кг, для голубей 60 – 150 мг/кг массы. По данным, смертельная доза для теплокровных животных при приеме внутрь 9 мг/кг массы. По данным, при длительном действии для животных токсична концентрация мышьяка в питьевой воде 0,5 мг/л воды. По данным, концентрация 0,1 мг/л была безвредной.

Цианид натрия. Смертельная доза при приеме внутрь для человека 0,2г. Минимальная смертельная доза для теплокровных животных при приеме внутрь 3,3 мг/кг массы. ЛК<sub>100</sub> для форели через 124г – 0,05 мг/л. Концентрация 0,3 мг/л токсична для гольяна. Вызывает гибель ушастого окуна через 96ч концентрация 0,15 мг/л. По данным, гольян гибнет через 1 ч при концентрации 2 мг/л.

Мышьяк и цианиды относятся к сильнодействующим ядовитым веществам (СДЯВ).

Сильнодействующие ядовитые вещества при неправильном обращении с ними, несоблюдении правил техники безопасности и промсанитарии, представляют собой серьезную опасность не только для работающих с ними

лиц, но и для окружающих, могут вызвать отравление, а в тяжелых случаях и смертельный исход. Знание физико-химических свойств СДЯВ, строгое соблюдение правил техники безопасности и промсанитарии при их хранении и работе с ними, позволяют избежать вредного их воздействия на работающих.

К работе с СДЯВ допускаются лица специально обученные правилам ТБ при работе с СДЯВ, проинструктированные, сдавшие экзамен на допуск к работе. Список лиц, допущенных к работе с СДЯВ, ежегодно уточняется после проверки их знаний правил безопасной работы с СДЯВ.

Ответственным за безопасное производство работ с применением СДЯВ в группе является руководитель группы или другое лицо из ИТР группы.

Лицо, отдающее распоряжение на производство работ с СДЯВ, устанавливает необходимость и объем работ, и отвечает за возможность безопасного ее выполнения, достаточность квалификации назначаемого руководителя работ (а также лаборантов, если он определяет их состав вместо руководителя работ).

Руководитель работ, выдавший письменное задание лаборантам на производство работ с применением СДЯВ, несет ответственность за достаточность их квалификации, за правильную организацию рабочего места и обеспечение безопасности при выполнении работ, за обеспечение лаборантов необходимой посудой и защитными средствами. Руководитель работ получает СДЯВ и обеспечивает безопасность хранения, расходования и обезвреживания отработанных растворов, только убедившись в том, что опасная часть работы выполнена, разрешается поручать дальнейшую работу лаборантам.

Лаборанты выполняющие работы с СДЯВ, лично отвечают за строгое соблюдение ими настоящих правил и инструктивных указаний, полученных от руководителя работ при допуске к работе и во время работы.

2.1 Производство работ с СДЯВ разрешается при условии;

- а) на выполнение работ получено письменное задание от руководителя работ, за получение которого лаборанты расписались в журнале заданий;
- б) лаборанты обучены, проинструктированы, имеют допуск к работе с СДЯВ и обеспечены защитными средствами;
- в) в лаборатории, при выполнении работ с СДЯВ, находится не менее двух человек, при этом один из них старший;
- г) работа выполняется на исправном оборудовании, в вытяжном шкафу, при работающей приточно-вытяжной вентиляции.

#### 2.2 Лаборант до начала работы с СДЯВ обязан:

- а) ознакомиться с заданием в журнале, выяснить все неясные вопросы по проведению работы;
- б) проверить наличие и пригодность всех защитных средств;
- в) проверить исправность оборудования, наличие посуды, вакуума, воды горячей и холодной;
- г) проверить наличие средств по оказанию первой помощи на случай отравления, ожогов, и средств обезвреживания для применяемых СДЯВ;
- д) получить нужное количество СДЯВ совместно с руководителем работ, под его руководством ввести в процесс.

#### 2.3 Во время работы с применением СДЯВ лаборант обязан:

- а) поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте, не загромождать рабочее место ненужной посудой, пробами, посторонними реактивами, отработанными растворами;
- б) строго соблюдать и выполнять требования настоящей инструкции;
- в) задание выполнять четко и ясно, представляя для чего та или другая работа (операция) предназначена и как безопасно она выполняется;
- г) при возникновении сомнения или затруднения в выполнении задания, работу прекратить и выяснить у руководителя работ неясный вопрос;
- д) быть в головном уборе, спецодежде и необходимых защитных средствах;

е) лица, с поврежденной кожей на руках и имеющие неопрятные ногти к работе с СДЯВ не допускаются;

ж) если лаборант плохо себя чувствует (до работы или во время работы) – немедленно доложить об этом руководителю работ.

3.1 Все работы с ядовитыми веществами проводятся в вытяжном шкафу с хорошей вентиляцией, при максимально опущенных шторках (голова работающего при этом должна быть вне шкафа). Работы с жидкими ядовитыми веществами проводятся в резиновых перчатках и при необходимости в противогазе (аварийная ситуация).

3.2 Ядовитые вещества и их растворы, полученные для текущей работы, хранятся в вытяжном шкафу в специальном поддоне, достаточной емкости и, если они не были израсходованы в течение дня, их необходимо сдать ответственному лицу за хранение СДЯВ по лаборатории.

3.3 Слянки, банки и другую тару с ядовитыми веществами запрещается ставить на рабочие столы и оставлять без присмотра; для работы с ними выделяются специальные места. Анализируемые пробы должны стоять в специальных поддонах.

3.4 Наполнение сосудов ядовитыми веществами следует проводить сифоном или специальными пипетками с резиновой грушей. Работа выполняется в вытяжном шкафу.

3.5 Приборы, химическая посуда, в которых содержались ядовитые вещества или их растворы, после опорожнения должны быть немедленно обезврежены и промыты водой непосредственным исполнителем. Обезвреживать тару из-под ядовитых веществ следует в соответствии с требованиями инструкции по обезвреживанию тары из-под СДЯВ.

3.6 Пролитую ядовитую жидкость необходимо немедленно обезвредить, убрать, а облитое место промыть водой; просыпанное ядовитое вещество собрать, а участок, на который оно попало, обезвредить и также промыть водой. Обезвреживание производится в соответствии с инструкцией по

обезвреживанию СДЯВ, для этого в лаборатории должны быть обезвреживающие вещества в сухом или жидком виде.

3.7 Измельчать ядовитые вещества следует только в закрытых ступках и взвешивать в сосуде в вытяжном шкафу.

3.8 Нагревать ядовитые вещества можно только в круглодонных колбах; применение открытого огня (пламени) запрещается. Фильтры и бумага, использованные при работе с ядовитыми веществами, собираются, а затем сжигаются.

3.9 Переносить со склада и внутри лаборатории концентрированные жидкие СДЯВ, находящиеся в стеклянной или другой емкости, необходимо, приняв меры предосторожности: посуду с СДЯВ помещают во вторую защитную тару (обыкновенное или полиэтиленовое ведро, на дне которого должен находиться активированный уголь или асбест). Лицо, переносящее жидкие СДЯВ, должно быть в резиновых перчатках и защитных очках.

3.10 В случае аварийной ситуации при работе с СДЯВ (разлили СДЯВ, прекратила работу вентиляция), необходимо немедленно выйти в коридор и доложить руководителю работ, начальнику лаборатории и в дальнейшем действовать по их указанию. При отсутствии руководителей, работы по обезвреживанию проводятся под руководством старшего лаборанта на смене. Для чего оба лаборанта в коридоре ЦНИЛ одевают противогазы, проверяют их подгонку, затем входят в помещение лаборатории, открывают окна, младший обезвреживает и убирает разлитое СДЯВ, старший наблюдает, затем оба выходят в коридор, закрывают за собой дверь в помещение лаборатории, снимают противогазы и дают проветриться помещению.

3.11 Передача СДЯВ лаборантами от одного другому без ведома руководителя работ ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Передача СДЯВ в лаборатории может состояться по распоряжению начальника лаборатории с соответствующим оформлением в журнале учета СДЯВ.

3.12 Сильнодействующие ядовитые вещества, которые пришли в непригодное состояние, или не могут быть использованы по прямому назначению, или сданы в организацию, откуда они получены, подлежат уничтожению в соответствии с инструкцией по уничтожению СДЯВ.

3.13 В лаборатории, где проводят работу с СДЯВ, ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- а) хранить косметику, личные вещи, продукты питания, принимать пищу, курить;
- б) пользоваться лабораторной посудой, предназначенной для работы с СДЯВ, для других целей (не обезвредив ее);
- в) пользоваться лабораторной посудой для личной надобности;
- г) выполнять одновременно другие работы, не связанные с заданием (например с кислыми пробами);
- д) брать грязными перчатками рабочий журнал и чистую посуду, не применяемую для работы с СДЯВ, положить их на рабочий стол;

Защитные перчатки, применяемые при работе с СДЯВ, хранятся на месте работ, под вытяжкой, а по окончании работ обезвреживаются, промываются водой и просушиваются.

3.14 При отборе проб, перемешивании больших количеств растворов и проб, содержащих СДЯВ, необходимо быть в очках, резиновых перчатках, фартуке и нарукавниках.

3.15 При отборе проб в цехе №1 необходимо соблюдать следующие правила:

- а) на отбор проб должно быть выдано письменное задание;
- б) отбор проб производится под руководством руководителя работ; руководитель работ ставит в известность мастера или руководство цеха о предстоящем отборе проб;
- в) при открытой крышке пачука не наклоняться над пачуком и не вдыхать воздух, идущий из пачука – он содержит цианиды; БУДЬ ОСТОРОЖЕН – неожиданным потоком может травмировать глаза;

г) брать пульпу голыми руками, а также работать в промокшей спецодежде воспрещается; промокшую спецодежду немедленно снять и принять душ;

д) в случае большого выброса пульпы из пачуков немедленно оставить рабочее место и доложить о случившемся руководителю работ.

4.1 Используемые при работе пробы, продукты обезвреживания и другие растворы содержащие яды, сливаются в специальную тару с обезвреживающим раствором, установленную в вытяжном шкафу, а в конце рабочего дня дообезвреживаются и сливаются в канализацию, разбавляя их большим количеством воды.

4.2 По окончании работ с СДЯВ лаборант обязан:

а) доложить руководителю работ об окончании работ по заданию;

б) обезвредить использованные при работе растворы, пульпы и слить их в канализацию;

г) убрать рабочее место;

д) промыть перчатки, тщательно вымыть руки с мылом и прополоскать рот водой.

4.3 В рабочих помещениях лабораторий, где проводятся работы с ядовитыми веществами, необходимо регулярно, в соответствии с графиком, проводить анализ воздушной среды. При аварийной ситуации по требованию начальника лаборатории производится внеплановый анализ воздушной среды.

5.1 Право на получение, хранение, использование в количестве 3кг СДЯВ (NaCN) имеет работник проведенный приказом по ЦНИЛу за подписью начальника ЦНИЛ, имеющий разрешение ОВД-2 МВД РУз. Получение СДЯВ (NaCN) осуществляется со склада ГМЗ-1 по акту (приложение б), подписываемому лицами, ответственными за выдачу, получение и хранение СДЯВ на ГМЗ-1 и в ЦНИЛе, а также начальником ЦНИЛ и начальником цеха №3, и утверждается главным инженером ГМЗ-1.

5.2 СДЯВ (NaCN) используемые в лаборатории, разрешается хранить в помещении лаборатории или другом помещении, имеющим приточно-вытяжную вентиляцию, в специальном месте, в металлическом шкафу под замком и печатью. Комната, сейф должны быть оборудованы сигнализацией. Окна снабжены металлическими решетками, дверь должна быть металлической или обитая железом.

5.3 СДЯВ (NaCN) в лаборатории следует хранить согласно санитарным правилам классификации по группам, не смешивая их (см. приложение 2). Хранить в лаборатории СДЯВ (NaCN) разрешается:

- а) в толстостенной полиэтиленовой канистре с плотно закрывающейся пробкой;
- б) растворы цианистого натрия предназначенные непосредственно для работы, должны храниться в толстостенной стеклянной посуде с пробкой или плотно закрывающейся крышкой, емкостью не более двух литров помещенной в специальном поддоне.

5.4 Количество хранимого цианистого натрия должно быть не более 3 кг.

5.5 При разливе цианистого натрия в мерную посуду необходимо соблюдать следующие правила:

- а) отпускающий цианистый натрий и получатель до начала работ должны: надеть нарукавники, фартуки, защитные резиновые перчатки, защитные очки;
- б) посуду, в которую получают СДЯВ (NaCN) и мерную посуду необходимо ставить в защитный противень в вытяжной шкаф, туда же следует поставить обезвреживающий раствор марганцовокислого калия, после чего производить разлив;
- в) по окончании работ, посуду с СДЯВ (NaCN) плотно закрыть поставить в сейф, закрыть сейф и опечатать.

Переноску СДЯВ осуществлять в дополнительной защитной посуде, в резиновых перчатках и защитных очках.

5.6 На месте хранения СДЯВ (NaCN) должна быть инструкция по правилам ТБ при работе с СДЯВ, таблица классификации СДЯВ по группам, аптечка с противоядиями, исправные противогазы, обезвреживающее вещество. Для цианидов обезвреживающим веществом является раствор марганцовокислого калия.

5.7 Учет прихода и расхода СДЯВ ведется по следующим документам:

а) журнал учета и расхода СДЯВ в лаборатории (приложение 3) ведется лицом, ответственным за получение, хранение СДЯВ в лаборатории, он должен быть пронумерован и скреплен печатью;

б) акт на списание израсходованных или уничтоженных СДЯВ (приложение 4) составляется на основании записей в журнале приема и расхода;

5.8 В приходно-расходном журнале не допускаются поправки и подчистки записей, а всякого рода исправления производятся красной пастой путем проставления новых цифр. Каждая поправка оговаривается в конце данного листа и подписывается лицом, внесшим поправку.

Цианистый натрий (NaCN) – сильнейший яд. Смертельная доза – 0,1 г. Выпускается в виде прессованных брикетов или кристаллического порошка белого, серого или желтоватого цвета со слабо-коричневым оттенком. Пахнет слабым запахом горького миндаля. На воздухе энергично соединяется с влагой воздуха (тает) и образует пары синильной кислоты (цианистый водород). Применяется в виде растворов для извлечения золота и серебра, и для других целей. Отравления цианистым натрием происходит при вдыхании паров, случайном заглатывании (например, при еде или курении грязными руками), а также через кожу, особенности, если целостность ее нарушена мелкими ранками, кожными заболеваниями.

В ЦНИЛ применяется концентрированный водный раствор цианистого натрия в щелочной среде едкого натрия с  $pH=10\div 11$ . При контакте

цианидов с кислотами и их растворами, а также при уменьшении рН защитной щелочи (когда  $\text{pH} < 10$ ), из раствора выделяются пары синильной кислоты, а это опасно для жизни. Поэтому – главная задача для безопасности труда при работе с цианистым натрием заключается в том, чтобы в водных растворах цианистого натрия поддерживать щелочную среду с  $\text{pH} = 10 \div 11$ ; не допускать контактов цианидов с кислотами и их растворами. Допустимая концентрация паров синильной кислоты в воздухе рабочего помещения –  $0,3 \text{ мг/м}^3$ . При концентрации  $0,5 \text{ мг/м}^3$  наступает головокружение, появляются головные боли. Пары синильной кислоты в смеси воздухом образуют взрывчатую смесь, интервал взрываемости от 3,6 до 12,8% объемных. Это значит, что в помещении объемом  $50 \text{ м}^3$  достаточно 1,8% паров синильной кислоты, чтобы произошел взрыв.

Цианистый натрий при попадании в организм быстро, в течение нескольких секунд, всасывается в кровь и вызывает отравление, при этом парализуется нервная система дыхательного центра и может наступить смерть, если тут же немедленно, не оказав помощь пострадавшему.

Признаки отравления в начальной стадии – покраснение слизистой оболочки глаз, головная боль, головокружение, общая слабость, першит в горле, ощущается горьковатый вкус, слюнотечение, поташнивает, давление в висках, рвота, учащенное дыхание. При более сильном отравлении учащается рвота, сильная отдышка, расширение зрачков, возможна потеря сознания, судороги и смерть.

При отравлении необходимо немедленно оказать первую помощь пострадавшему:

а) при отравлении парами синильной кислоты, пострадавшего надо немедленно удалить из отравленной атмосферы и дать вдыхать амилнитрит (разбить стеклянную ампулу и 2-8 капель на ватку), создать доступ свежего воздуха; дать вдыхать кислород с кислородной подушки с примесью 5% углекислоты, освободить от стесняющей одежды,

обеспечить покой; при затруднительном дыхании проводить искусственное дыхание. Вдыхание амилнитрита можно повторить через 2÷3 минуты по 15÷30 секунд. Кроме того надо немедленно вызвать врача.

б) при загрязнении глаз цианидами – промыть глаз обильной струей воды и закапать 2%-ым раствором борной кислоты или пищевой соды.

в) при отравлении через пищевод дать раствор:

30мл 33% раствора  $\text{FeSO}_4$ , 30мл 5% раствора  $\text{NaOH}$ , 2гр  $\text{MgO}$  ; вызвать рвоту. Немедленно давать вдыхать амилнитрит. Если улучшения нет, сделать искусственное дыхание с обильным применением кислорода;

г) при попадании цианидов на кожу рук, немедленно смыть большим количеством воды, затем промыть раствором марганцовокислого калия, затем наложить мокрую повязку, смоченную борной кислотой.

Для приведения пострадавшего в сознание необходимо уложить его на спину, ровно, не запрокидывая головы и не сгибая шеи, расстегнуть пояс. Загрязненную одежду снять, обеспечить приток свежего воздуха, обмахивать лицо, давать нюхать нашатырный спирт на ватке, обрызгивать лицо и грудь холодной водой щекотать в носу и глотке, трубочкой из бумаги. При рвоте повернуть пострадавшего на бок. Обеспечить покой. При покраснении лица и при хрипении дыхания, пострадавшего необходимо перевести в полусидящее положение, прислонив его к стене, положив под спину сверток одежды.

Предупредительными мероприятиями против отравления являются:

а) в растворе цианидов поддерживать защитную щелочность ( $\text{pH}=10\div 11$ );

б) обеспечит бесперебойную работу приточно-вытяжной вентиляции;

в) работы выполнять в вытяжном шкафу, строго соблюдая настоящую инструкцию;

г) работы с цианидами поручать только обученному лицу, обеспеченному спецодеждой и индивидуальными защитными средствами;

д) осуществлять дозиметрический контроль атмосферы на рабочих местах.

7.1 Уничтожение ядов допускается как крайняя мера в следующих случаях:

- а) когда яды пришли в непригодность от длительного или неправильного хранения; или загрязнены посторонними примесями и не могут быть использованы для переработки;
- б) при нецелесообразности возврата из-за неисправности заводской упаковки;
- в) при нецелесообразности возврата ввиду их малого количества.

7.2 Обезвреживание цианистых растворов, пульп, посуды производится следующими способами:

- раствором марганцовокислого калия;
- 10%-ой суспензией железного купороса;
- хлорной известью:

- а) обезвреживание марганцовокислым калием растворов цианидов или пульп можно производить путем добавления в них некоторого количества сухой соли или раствора марганцовокислого калия до появления ярко малиновой окраски смеси, затем содержимое оставить на 3-4 часа для полного обезвреживания, после разбавления водой вылить в канализацию;
- в) обезвреживание хлорной известью цианистых растворов или пульп, содержащих цианиды производится добавлением сухой хлорной извести или ее концентрированного раствора, смесь перемешивают, а затем оставляют для полноты обезвреживания на 3-4 часа, периодически перемешивая.

По истечении времени обезвреживания, проверяют остаточную концентрацию иона хлора в обезвреживающем растворе; и если она составляет 0,4 г/л, цианиды полностью обезвредились и раствор может быть слит на свалку или в канализацию. Обезвреживание производится только в щелочной среде при  $pH=10\div 11$ .

7.3 Обезвреживание спецодежды производится путем вымачивания ее в щелочном 2%-ом растворе железного купороса (20 г сернокислой закиси

железа и 20 г соды на литр воды), после чего дважды промывают теплой водой, отжимают и сдают в стирку. Резиновые перчатки обезвреживают 5%-ым раствором марганцовокислого калия, а затем тщательно промывают теплой водой. Полы в рабочих помещениях обезвреживают всеми вышеперечисленными способами.

В случае аварийной ситуации при работе со СДЯВ (NaCN):

-аварийное отключение электроэнергии, отключение вентиляции, разлили СДЯВ (NaCN), необходимо немедленно выйти в коридор и доложить руководителю работ и в дальнейшем действовать по его указанию.

Аварийное отключение электроэнергии, отключение вентиляции:

-необходимо вывести всех людей из помещения на улицу, закрыть двери на замок, сообщить руководителю работ. После подачи эл.энергии включить вентиляцию, провести анализ HCN в атмосфере.

Разлив раствора цианистого натрия:

-необходимо немедленно вывести всех людей из помещения в безопасное место, сообщить руководителю работ. Затем проводить обезвреживание.

Два человека одевают противогазы марки "В", проверяют их подготовку, затем входят в помещение где произошла авария, открывают окна.

Обезвреживание проводится раствором(10%) суспензии железного купороса

или раствором марганцовокислого калия до появления ярко малиновой окраски. Затем обезвреженный участок тщательно промывается водой и убирается. По окончании работ по ликвидации аварии необходимо провести

анализ на содержание HCN в атмосфере.

#### 1.1 Требования к персоналу;

К работе допускаются лица:

-не моложе 18 лет;

-прошедшие медицинское освидетельствование;

- прошедшие вводный инструктаж по безопасности труда, а так же первичный инструктаж на рабочем месте;
- прошедшие обучение, сдавшие экзамен и имеющие удостоверение аппаратчика гидрометаллурга;
- знающие технологическую и рабочую инструкции;

## 1.2. Безопасность персонала, занятого на узле активации биокультуры.

### 1.2.1. Защитная одежда.

Персонал, обслуживающий установку по активации биокультуры, должен быть обеспечен;

- исправной кислотоустойчивой спецовкой;
- исправной кислотоустойчивой обувью;
- резиновыми перчатками при работе с пульпой ВЮХ или раствором;
- защитными перчатками;
- противогазами с коробкой марки «В» или «БКФ»;
- аптечкой первой помощи.

### 1.2.3. Отравление мышьяком.

Заглатывание раствора ВЮХ может привести к острому отравлению мышьяком. Запрещается курение, приём пищи и напитков в зоне приготовления инокулята и разделке проб.

### 1.2.3. Отравление арсином.

Строго запрещается размещение вблизи раствора ВЮХ алюминия, цинка и любых других восстановительных металлов. При контакте этих металлов с кислой средой раствора ВЮХ выделяется газообразный водород, который может реагировать с мышьяком в растворе с образованием очень опасного газа арсина даже при очень небольших концентрациях. Запрещается использовать вблизи установки ВЮХ алюминиевые лестницы или изделия из оцинкованного железа.

### 1.2.4. Перелив серной кислоты или раствора ВЮХ.

При попадании растворов ВЮХ или кислоты на кожу или в глаза их необходима немедленно промыть холодной питьевой водой, протереть

пораженный участок кожи раствором соды и обратиться в медпункт. Помещения установки ВЮХ должны быть оборудованы аварийными душами и фонтанчиками с питьевой водой, а так же аптечками первой помощи, огнетушителями.

#### 1.2.5. Требования к вентиляции.

Все технологическое оборудование должно быть обеспечено вытяжной вентиляцией. Производственные помещения должны быть обеспечены общеобменной вентиляцией. Работать в производственных помещениях разрешается только при непрерывно действующей общеобменной вентиляции. При выходе из строя вентиляционных систем действовать согласно утвержденному плану ликвидации аварий.

В процессе работы контролируется содержание в атмосфере вредных веществ: мышьяка, арсина, аэрозолей серной кислоты.

#### 1.2.6. Прочие требования.

Для безопасности работ в цехе все движущиеся части механизмов, представляющие опасность, должны быть ограждены. Полы производственных помещений не должны быть скользкими.

Все работы выполняются в соответствии с рабочей, технологической инструкциями, и инструкциями по технике безопасности.

Не выполнение или ненадлежащее исполнение по вине работника возложенных на него трудовых обязанностей влечет за собой применение мер дисциплинарного взыскания и иных мер, предусмотренных действующим законодательством республики Узбекистан.

### 2.0 Права и обязанности персонала.

2.1.1. Не принимать смену, если обнаружены неполадки в работе оборудования, нарушения технологического режима, неудовлетворительное состояние рабочего места, требовать устранения претензий от аппаратчика, сдающего смену, с последующим немедленным уведомлением бригадира и мастера своей смены.

В этом случае аппаратчик обязан принять смену после устранения сдающим замечаний (или по указанию мастера-технолога: при этом в технологическом журнале или в журнале приема и сдачи смены должны быть отмечены все замечания по рабочему месту на момент приема смены.)

2.1.2. Самостоятельно принимать меры по предупреждению и ликвидации аварий неполадок в работе или в случае угрозы несчастного случая, вплоть до полной остановки оборудования. После чего немедленно сообщить мастеру смены

2.1.3. требовать через мастера, начальника цеха и его заместителя, от соответствующих служб устранение неполадок и дефектов на рабочем (резервном) оборудовании, если они не могут быть устранены силами сменного персонала.

2.1.4. Требовать от администрации цеха обеспечения спецодеждой, спецобувью, индивидуальными средствами защиты и противопожарными средствами ,наличие которых предусмотрено на рабочем месте.

2.1.5. Не допускать проведения ремонтных работ неисправными инструментами и на не подготовленном к ремонту оборудовании, выполнение ремонтных работ без наличия соответствующих нарядов-допусков.

2.1.6. Требовать через мастера смены от вспомогательных служб и подрядных организаций уборки рабочего места по окончанию проведения каких либо работ.

3.0. Аппаратчик обязан:

3.1.1. Знать принципиальную, технологическую схему цепи аппаратов, порядок ведения технологического процесса и поддержания технологического режима.

3.1.2. Не допускать потерь технической воды, пара, воздуха, эл.энергии, материалов, реагентов и устранять причины их возникновения.

3.2.3. Запускать работу и останавливать обслуживаемое оборудование. По указанию сменного мастера обеспечивать своевременную подготовку оборудования к ремонту и прием его из ремонта.

3.2.4. Знать и строго выполнять правила техники безопасности и противопожарной профилактики, уметь оказать первую помощь при несчастном случае.

3.2.5. Следить за исправным состоянием обслуживаемого оборудования, аппаратов, запорной арматуры и трубопроводов.

3.2.6. Своевременно и правильно вести записи показаний КИПиА и контрольных замеров в технологическом журнале.

3.2.7. Обо всех замеченных неполадках, возникших в процессе работы, немедленно докладывать бригадиру или мастеру смены.

3.2.8. Находиться на рабочем месте и работать в положенной по нормам спец.одежде , спец.обуви, с применением предохранительных средств индивидуальной защиты (каска, рукавицы, резиновые перчатки, защитные очки, респиратор.)

#### 4. Экономическая оценка усовершенствованной технологии осветления продуктов ВЮХ

Экономический эффект от внедрения усовершенствованной технологии отмывки и сгущения продуктов ВЮХ состоит в уменьшении безвозвратных потерь золота со сгущенными продуктам КОВ. Дело в том, что растворы после отмывки продуктов ВЮХ, поступают на нейтрализацию известняком, последующее сгущение образующейся пульпы и вывод сгущенного продукта контура обогащенного водоснабжения (КОВ) на захоронение.

В случае низких скоростей осаждения, промывные растворы получаются мутными, содержат взвеси, на которых сорбируется золото. В этом случае, как было показано выше (табл.11), содержание золота в сгущенном продукте КОВ составляет в среднем 1,2 г/т. При реализации технологии подкисления пульпы продукта ВЮХ перед промывкой и осветлением до pH 1,2- 1,4 содержание золота в сгущенном продукте КОВ снизилось до 0,5 г/т.

При условном выводе 1000 т продукта КОВ в год дополнительно будет извлечено золота:

$$P = 1000\text{т} \cdot (1,2\text{г/т} - 0,5\text{г/т}) = 700\text{ г}$$

При стоимости золота 70дол/грамм эффект в денежном выражении составит:

$$\text{Э} = 70\text{дол/г} \cdot 700\text{г} = 49000\text{ долл.}$$

При удельном расходе серной кислоты 0,2 т/т КОВ, расход серной кислоты составит:

$$Q = 0,02\text{т/т} \cdot 1000\text{т} = 20\text{тонн.}$$

При стоимости серной кислоты 80дол за тонну затраты в денежном выражении составят:

$$З = 80\text{дол/т} \cdot 20\text{т} = 1600\text{ дол.}$$

Экономический эффект с учётом затрат составит:

$$\text{Э}_к = 49000\text{дол} - 1600\text{дол} = 47400\text{дол.}$$

## Заключение

1. В результате анализа данных научно – технической информации установлено, технология противоточной декантационной отмывки продуктов ВЮХ значительно эффективнее, чем фильтрационная технология их переработки. Однако вместе с преимуществами противоточная декантационная отмывка продуктов ВЮХ имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что в процессе осветления пульп образующейся верхний слив содержит большое количества мелких взвесей (до 1 г/л), что приводит безвозвратным потерям золота с этими сливами. Поэтому была поставлена цель - провести исследования по снятию скоростей осаждения пульп продуктов ВЮХ от рН жидкой фазы и определить оптимальное значение рН, при котором достигаются наибольшие скорости осаждения и получение прозрачных верхних сливов.

2. В реальных производственных условиях ГМЗ-3 на пульпах продукта ВЮХ проведен набор статистических данных по влиянию рН жидкой фазы продукта ВЮХ, поступающей на противоточную декантацию (ПТД). Установлена прямая зависимость снижения скоростей сгущения и ухудшения осветления верхнего слива ПТД-1 с ростом рН жидкой фазы. Установлена причина ухудшения осветления и образования мути в верхнем сливе, которая заключается в гидролизе солей трехвалентного железа с образованием коллоидного раствора скорродита - ярозита.

3. Проведены исследования по влиянию расхода флокулянта (прайстола) на скорость осаждения при постоянном рН=1,86. Установлено, что при рН =1,86 повышение расхода прайстола с 60 до 100 г/т практически не приводит к увеличению скорости осаждения.

4. Проведенными исследованиями установлено, что снижение рН жидкой фазы с рН=1,86 до рН=1,33 приводит к резкому увеличению скорости осаждения - с 0,55 до 1,1 м/час, при этом образуется слив, не содержащий твердых взвесей. Расход прайстола составлял всего 60 г/т.

5. Получение прозрачных верхних сливов узла ПТД положительно отразилось на концентрации золота в сливах и, как следствие, на его содержании золота в нейтрализованном известняком сгущенном продукте разгрузке КОВ. Содержание золота в продукте КОВ уменьшилось с 1-1,5 г/т до 0,5 г/т.

6. На основании полученных данных скоростей сгущения продукта ВЮХ рассчитан сгуститель, диаметр которого составляет 30 метров, при часовой производительности по пульпе  $1000\text{м}^3/\text{час}$ .

7. Проведен укрупненный экономический расчет от внедрения усовершенствованной технологии отмывки и осветления продукта ВЮХ. При условном выводе 1000 т/год продукта КОВ ориентировочный экономический эффект с учетом затрат составит 47400 дол/год.

## Список литературы

1. Тюфтин Е.П. Промывка гидрометаллургических пульп. – М.: Металлургия, 1970.
2. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий.- М.: Химия. 1971.
3. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Белявская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1975.
4. Судариков Б.Н., Раков Э.Г. Процессы и аппараты урановых производств. – М.: Машиностроение, 1969.
5. Бедрань Н.Г., Денисенко А.И. и др. Практикум по обогащению полезных ископаемых. – М.: Недра, 1991.

