УДК 669.053

В.О.ГОЛУБЕВ
Металлургический факультет, студент группы ЭП-98,
ассистент профессора

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕСС-ФИЛЬТРОВ КОМПАНИИ LAROX OY

Целью данной работы является совершенствование математического описания и аппаратурного оформления процессов разделения технологических вод и сбросных растворов гидрометаллургического производства.

В работе показано, что автоматизированные фильтр-прессы типа ФПАКМ и их усовершенствованные модели – фильтр-прессы LAROX OY могут с высокой эффективностью использоваться на современных гидрометаллургических предприятиях, что подтверждается результатами лабораторных исследований. Испытания велись на специализированном лабораторном фильтр-прессе финского производства, позволяющем с высокой точностью моделировать работу крупных промышленных фильтр-прессов. В ходе экспериментов было произведено тестирование образцов технологических пульп ряда отечественных предприятий.

При оценке эффективности разделения суспензий на фильтр-прессах более рационально использовать метод математического моделирования. С этой целью был выполнен анализ имеющейся литературы по процессам фильтрования суспензий, промывки и сушки получающегося осадка, гидродинамике и теплообмену в дисперсных средах. На основе собранных сведений составлено обобщенное математическое описание этих процессов. Данная модель может найти широкое применение на практике при проектировании, выборе и настройке автоматизированных фильтр-прессов, а при включении ее в состав программного обеспечения последних позволит повысить эффективность их работы.

The aim of the present work is to master the mathematical description and equipment maintenance of separation processes of technological waters and sewage solutions in hydrometallurgical manufacturing.

It has been shown in the work that automatized filtre- presses like FPAKM and their improved models – filtre-presses LAROX OY may be effectively used at modern hydrometallurgical factories – that had been proved by the results of laboratory research. The trials were carried out on a specialized laboratory filtre-press produced in Finland and allowing to model the work of big industrial filtre-presses with high accuracy. During the experiments patterns of technological pulps of some home factories have been tested.

While evaluating the effectiveness of suspension separation on filtre- presses it is more rational to use the method of mathematical modelling. To this purpose available literature on processes of suspention filtering, washing and drainage of the sediment obtained, hydrodynamics and heat exchange in dispersive media has been analysed. On the basis of the collected data common mathematical description of these processes has been made up. The given model can be of great practical appliance in designing, choosing and tuning automatized filtre- presses, and its inclusion into software of the latter will give an opportunity to increase the efficiency of their work.

На современном этапе своего развития мировая промышленность столкнулась с целым рядом глобальных проблем, важнейшими из которых являются существенное сокращение запасов природных ресурсов, сопровождающееся снижением содержания полезного продукта в них, и загрязнение окружающей среды отходами производства.

Следует отметить, что наиболее отрицательное влияние на окружающую среду при производстве цветных металлов оказывает сброс отработанных промышленных вод и шламов.

Одним из основных технологических процессов, определяющих эффективность гидрометаллургических схем предприятий цветной металлургии, химической и обогатительной промышленностей и ряда других, является процесс фильтрации технологических пульп и сбросных растворов (или шламов), последние из которых представляют большую опасность для окружающей среды, прежде всего, вследствие наличия в них химически активных веществ и тяжелых металлов. Утилизация взвешенных частиц, содержащихся в сбрасываемых сточных водах и пульпах, требует постройки шламонакопителей, дорого обходящихся предприятию, занимающих большие площади и наносящих непоправимый вред окружающей среде, так как содержащаяся в пульпах влага проникает в почву и, сливаясь с подземными водами, заражает токсичными веществами большие территории.

В настоящее время на практике применяется большое число разнообразных по принципу действия и конструкции фильтров, однако выбор оптимального варианта оформления процесса фильтрации в каждом конкретном случае требует проведения комплексных экспериментальных и теоретических исследований, причем для реализации последних широко применяются методы математического моделирования. Вышеизложенное подтверждает необходимость глубокого изучения теории фильтрования с целью дальнейшего использования накопленных знаний при математическом моделировании процессов фильтрования применительно к конкретным суспензиям и фильтровальным агрегатам.

Во многих типах фильтровального оборудования помимо собственно стадии фильтрования могут быть реализованы и иные процессы, к числу которых, в первую очередь, следует отнести промывку и сушку осадка. Одним из наиболее универсальных агрегатов, в котором последовательно и эффективно реализуются все три перечисленные стадии, является автоматизированный фильтр-пресс, оригинальность конструкции которого позволяет осуществлять прессование осадка при давлении 16 ат, а иные стадии разделения при 5-6 ат.

Одним из крупнейших производителей автоматизированных фильтр-прессов является финская компания LAROX OY, выпускающая более 20 марок фильтров данного типа с эффективной площадью фильтрации от 1,6 до 144 $м^2$ и производительностью в пределах от 0,1 до 150 т/ч по сухому продукту. Одна из модификаций этих агрегатов – фильтр-пресс LAROX PF144H с площадью фильтрации 144 $м^2$ и производительностью до 150 т/ч.

К июлю 2000 г. в общей сложности компания LAROX поставила на заводы мира свыше 40 единиц пресс-фильтров. Они успешно работают на обогатительных фабриках, гидрометаллургических предприятиях, в каустизационных цехах, на производстве наполнителей и пигментов, в сахарной промышленности и др. Надежность и эффективность пресс-фильтров LAROX OY подтверждают и ведущие специалисты отечественных предприятий, на площадках которых установлено подобное оборудование: «Челябинский электролитный цинковый завод» и АО «Печенганикель».

Однако, несмотря на хорошие показатели разделения суспензий, возможность 100-процентной автоматизации и высокую экономичность фильтр-прессов, они не полностью используют свои ресурсы. Повышение эффективности работы автоматизированных фильтр-прессов достигается за счет грамотного подбора режимов их работы, при выборе которых необходимо учитывать закономерности протекания каждой операции в отдельности.

Процесс решения поставленной задачи требует использования как теоретического, так и экспериментального подходов. Они предусматривают всестороннее изучение протекающих процессов, построение математической модели и производство расчетов на ее основе с последующей проверкой полученных результатов экспериментальным путем.

В ходе работы произведен анализ разработанных ранее математических моделей процессов фильтрации, промывки и сушки, обобщение которых позволило составить подробный алгоритм расчета этих процессов.

Изучение процессов фильтрования, промывки и сушки строилось на основе системного анализа, предполагающего всестороннее исследование протекающих процессов на всех уровнях, начиная с микроуровня (взаимодействие отдельных частиц и их ассоциаций) и заканчивая объемом аппарата в целом.

В состав обобщенной математической модели вошли не только уравнения, описывающие гидродинамические особенности протекания вышеперечисленных процессов, но и условия тепломассообмена. Основным достоинством обобщенной модели является универсальность, т.е. возможность ее использования при расчете не только автоматизированных фильтр-прессов компании LAROX, но и однотипного фильтровального оборудования иных фирм (OUTOKUMPU OY, Финляндия; ФПАКМ, Украина).

Математическая модель процесса фильтрования суспензий строится по следующему принципу: вначале рассматриваются его основные закономерности и даются рекомендации по установлению конкретного режима протекания процесса, затем следуют математические модели, описывающие характер протекания каждого из возможных режимов (фильтрование с образованием осадка, фильтрование с закупориванием пор фильтрующей перегородки), и методы расчета определяющих показателей фильтрования.

Процесс промывки осадка во многом аналогичен фильтрованию. Особенно велика его роль в случае, когда перед нами стоит задача максимально отмыть кек, а к концентрации компонента в фильтрате предъявляются пониженные требования.

Особое внимание необходимо уделить математической модели сушки осадков, поскольку закономерности сушки дисперсных материалов с просачиванием сушильного агента сквозь слой на настоящее время практически не изучены. В работе приводится только общая полуэмпирическая модель сушки дисперсных материалов, которая требует более глубокого анализа и уточнения.

В 1998-2001 гг. в СПГГИ (ТУ) в соответствии с договором между институтом и компанией LAROX кафедрами ПКАМП и ОПИ проводилось тестирование пульп гидрометаллургических предприятий России. Для моделирования работы промышленных фильтровальных установок с эффективной поверхностью фильтрации от 9,5 до 144 м^2 использовался фильтр-пресс LAROX RF 0,1 H2 с гидравлическим приводом и площадью фильтрации 0,1 м^2.

Целью исследований ставилось определение условий максимального снижения остаточной влажности кека при фильтрации и содержания твердой фазы в фильтрате, а также установление максимальной производительности фильтрации.

В ходе экспериментов исследованиям были подвергнуты суспензии медного, никелевого, медно-никелевого, цинкового и пиритного концентратов с исходным содержанием твердого в диапазоне 50-70 % по массе.

Эксперименты показали, что показатели фильтрования, полученные на пилотной лабораторной установке, хорошо моделируют результаты работы промышленных фильтр-прессов. В этой связи очевидно, что собранные экспериментальные данные можно использовать для проверки достоверности обобщенной математической модели, что является направлением дальнейших исследований.

Актуальность работы:

1. В работе обобщены основные зависимости процессов фильтрации, промывки и сушки, приведенные в работах различных исследователей. На их основе составлен подробный алгоритм расчета этих процессов, учитывающий гидродинамические и тепломассообменные закономерности их протекания.

2. На основании ранее собранных экспериментальных данных обоснована возможность применения фильтр-прессов компании LAROX OY для фильтрации пульп гидрометаллургических производств.

3. Произведены обработка экспериментальных данных по процессам разделения суспензий и их подготовка к проведению численных расчетов.

Научный руководитель профессор, д.т.н. *И.Н.Белоглазов*

УДК 631.43:539.16

***М.В.ИВАНОВ*[1], *Д.Э.ЧИРКСТ*[2]**

[1] Горный факультет, студент группы ИЗ-98-1, ассистент профессора
[2] Металлургический факультет, кафедра ОФХ, профессор, д.х.н.

ИЗУЧЕНИЕ ИОННОГО ОБМЕНА В ГРУНТАХ С ЦЕЛЬЮ ИХ ОЧИСТКИ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Была изучена адсорбция стронция и железа из водных растворов на различных минералах. В соответствии с сорбционной способностью изученные минералы можно расположить в следующей последовательности: кембрийская глина ~ каолинит > калиевый полевой шпат > альбит > олигоклаз. Данная последовательность хорошо кореллирует с удельной поверхностью изученных минералов, определенной методом тепловой десорбции аргона, и их обменной емкостью, определенной по адсорбции метиленового голубого. Были определены коэффициенты распределения Sr^{2+} и Fe^{3+} между минералами и водными растворами и константы ионного обмена между Sr^{2+} и Fe^{3+}. Значение последней величины составило 23,6 для альбита и 17,1 для олигоклаза. Поэтому для очистки грунтов от загрязнений стронцием можно рекомендовать водные растворы железа (III).

The absorbtion of strontium and ferrum from water solutions on different minerals has been studied. In accordance with absorbing ability the studied minerals can be put in the following sequence: Cambrian clay ~ kaolinyte > potassium feldspar > albyte > olicoglas. The given sequence has good correlation with the spesific surface of the studied minerals, determined by the method of heat desorbtion of argon and their exchanging capacity, determined by the absorbtion of methylene blue. Distrbution factors of Sr^{2+} and Fe^{3+} between the minerals and the water solutions and constants of ionic exchange between Sr^{2+} and Fe^{3+} have been determined. The value of the latter magnitude is 23,6 for albyte and 17,1 for olicoglas. Therefore, water solutions of Fe (III) can be recommended to purify soil from strontium pollution.

Среди техногенных изменений окружающей среды, в частности геосферы, особую опасность представляет ее загрязнение и ухудшение экологического состояния территорий в результате накопления на поверхности и в недрах земли различных промышленных и бытовых отходов. Актуальность работы обусловлена наличием в различных регионах земного шара территорий, загрязненных радионуклидами в результате аварий, техногенной деятельности, ядерных испытаний: «чернобыльский след», бассейн реки Течь, районы Сибирского химического комбината и комбината «Маяк», некоторые районы Астраханской области.

Непосредственно проект направлен на проблему очистки 5-го квартала Васильевского острова в Санкт-Петербурге от загрязнения ^{90}Sr. Загрязненная законсервированная территория имеет площадь 3600 $м^2$. Верхний слой грунта загрязнен преимущественно стронцием-90 с содержанием около