

3. Карелин В.А., Микуцкая Е.Н. Потенциометрическое определение фторид-ионов в обессоленных водах энергетических уста-

новок // Известия ТПУ, 2005.– Т.308.– №4.– С.85–89.

АЛГОРИТМ ДОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТОМ ДЕСУБЛИМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА UF₆

А.В. Николаев, Н.С. Криницын

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Ф. Дядик

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, niav@tpu.ru

Рассматриваемый в работе аппарат десублимации применяется на Сублимажном заводе АО СХК. Он предназначен для получения твердого гексафторида урана из многокомпонентного газа. Аппарат десублимации представляет собой стальную вертикальную обогреваемую цилиндрическую ёмкость, нижняя часть которого заканчивается конусом и запорной задвижкой. Внутри аппарата смонтирована трубчатка, состоящая из каскада трубок Фильдо соединённых секционно-параллельно. Трубки закреплены верхними концами в крышке аппарата.

Десублимация гексафторида урана проходит во время движения нагретого технологического газа вдоль трубчатки, в которую подаётся хладагент. Температура и давление в аппарате подобраны таким образом, что происходит фазовый переход целевого продукта из газообразного состояния в твёрдое вещество и его постепенное нарастание на поверхности трубчатки. Сброс накопленного гексафторида урана выполняется в результате пропускания через трубчатку аппарата теплоносителя с высокой температурой. Скорость нарастания десублимата зависит не только от температуры поверхности трубчатки и технологического газа, но и концентрации активных компонентов газа. По известной равновесной концентрации компонента определяется рабочий диапазон температур в котором процесс десублимации идёт наиболее эффективно. Таким образом, путем изменения расхода хладагента при известной концентрации целевого продукта в аппарате, можно поддерживать температуру на поверхности трубчатки в нужном диапазоне.

На сегодняшний день перед многими предприятиями ставится задача снижения эксплуатационных затрат. Одним из способов является повышение эффективности работы отдельных узлов аппарата. Узел подачи теплоносителя или

хладагента в трубчатку включает в себя как подготовительную аппаратуру, так и распределительную обвязку на самом десублиматоре. Существующий алгоритм управления аппаратом десублимации не учитывает нагрузку на аппарат и состав перерабатываемого сырья, что влечёт за собой нерациональное расходование хладагента. Его переизбыток приводит к излишней нагрузке на его подготовку и рециркуляцию.

Разработка алгоритма управления, учитывающего объем целевого продукта в технологическом газе, текущее время работы в режиме накопления десублимата позволит снизить эксплуатационные затраты, связанные с подготовкой теплоносителя и хладагента.

Ввиду ограниченного количества контролируемых параметров решение задачи минимизации эксплуатационных затрат затруднительно. Выгодным решением является использование метода математического моделирования, что позволяет выявить необходимые зависимости для построения адаптивной системы управления. Ранее была получена математическая модель описывающая термодинамические процессы, проходящие между хладагентом, нарастающим слоем десублимата и технологическим газом [1]. Тепловой эффект химической реакции рассчитывался исходя из концентрации целевого продукта в технологическом газе и оказывал основное влияние на нагрев хладагента в трубчатке. В тоже время, толщина слоя, нарастающего десублимата оказывает влияние на скорость десублимации, снижает теплопроводность всей системы. В результате чего происходит повышение температуры пограничного слоя со стороны технологического газа, что приводит к замедлению процесса десублимации. Момент наступления теплового равновесия характеризует окончание процесса массообмена. По данным

математического моделирования составлена зависимость расхода хладагента в трубчатке аппарата от толщины слоя десублимата и концентрации целевого продукта в технологическом газе.

На основании результатов проведенных исследований был разработан алгоритм дозирования теплоносителя для системы управления

аппаратом десублимации производства гексафторида урана. Алгоритм является адаптивным к изменению состава технологического газа и изменению длительности накопления десублимата. Он позволит сократить расход теплоносителя при плановой производительности десублиматора.

Список литературы

1. Николаев А.В., Креницын Н.С., Дядик В.Ф. Математическая модель десублиматора производства гексафторида урана // *Изве-*

стия высших учебных заведений. Физика, 2015.– Т.58.– №12–3.– С.97–103.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСКРЫТИЯ ДИУРАНАТА НАТРИЯ ХЛОРИДОМ АММОНИЯ

И.А. Пивоваров

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г.Н. Амелина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, all1@tpu.ru

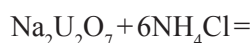
При переработке монацитовых концентратов, представляющих собой комплексные фосфаты редкоземельных элементов, тория и урана, одной из наиболее сложных является задача разделения РЗЭ и радиоактивных элементов.

Щелочной метод позволяет уже в начале схемы отделить фосфор и смесь РЗЭ [1]. При этом радиоактивные элементы осаждаются в виде смеси гидроксида тория и ураната натрия. Для определения возможности отделения урана от тория в этой смеси с помощью хлорида аммония необходимо было изучить поведение отдельных компонентов в процессе вскрытия.

В данной работе приведены результаты экспериментов по вскрытию диураната натрия хлоридом аммония.

Для экспериментов использовали $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$, полученный из раствора нитрата уранила добавлением гидроксида натрия. Для получения хорошо фильтрующегося осадка осаждение проводили 0,5н. раствором NaOH в интервале pH=7–8 [2]. Далее осадок ураната натрия отфильтровывали и сушили при температуре 115–125 °С в течение двух часов.

Охлажденный продукт измельчали, смешивали с кристаллическим хлоридом аммония, растирали в ступке для гомогенизации и спекали в фарфоровых тиглях при температуре 250–300 °С:



Поскольку хлорид аммония разлагается при температуре 337,6 °С и частично теряется в процессе вскрытия, то для определения оптимального соотношения реагентов добавляли трех-, пяти-, семи- и десятикратный избыток NH_4Cl от стехиометрии. Нагревание проводили до полного исчезновения паров аммиака.

Хлорид уранила выщелачивали из плава водой, фильтровали с целью отделения не вскрывшегося диураната натрия.

Определение количества урана в растворе проводили объемным методом с использованием в качестве титранта бихромата калия [3]. Для этого хлорид уранила переводили в сульфат, восстанавливали U(VI) до U(IV) в среде серной кислоты в течение 25 мин. и проводили титрование в присутствии ферроина.

Для каждого мольного соотношения реагентов анализ повторяли от 5 до 7 раз.

Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица 1. Результаты исследования

| Мольное соотношение $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7 : \text{NH}_4\text{Cl}$ | Степень вскрытия, % |
|--|---------------------|
| 1 : 3 | 89,43 ± 3,10 |
| 1 : 5 | 90,54 ± 2,78 |
| 1 : 7 | 96,70 ± 1,66 |
| 1 : 10 | 97,57 ± 1,40 |