

ЕКОЛОГІЯ

УДК 661

ГРИНЬ Г. И.¹, д.т.н., проф.; ПОНОМАРЕВ В. А.²; НОСАЧ В. А.², к.т.н.; КОШОВЕЦ Н. В.², к.т.н.

¹Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт»

²ЧАО «Северодонецкий ОРГХИМ»

ВЫДЕЛЕНИЕ ЙОДА ИЗ СИСТЕМЫ $\text{HNO}_3\text{-N}_2\text{O}_4\text{-H}_2\text{O-I}_2\text{-HIO}_3$

Статья посвящена разработке технологии извлечения йода из систем на основе концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота. Авторы предлагают извлекать йод из системы путем взаимодействия растворенного йода с нитратами кальция и калия с последующим осаждением образовавшихся соединений. Принципиальным отличием предлагаемой технологии является использование дифференциально-контактного теплообменного аппарата, который позволяет заметно повысить степень удаления йода.

Ключевые слова: йод, ДКТМА, утилизация.

Постановка проблемы. В настоящее время скопилось значительное количество высокотоксичных и химически агрессивных веществ на основе концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота, которые необходимо утилизировать. Реализация отработанных способов переработки осложнена наличием в составе указанных систем, кроме концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота, ингибитора коррозии (йода). Это влечет за собой необходимость разработки технологии предварительного связывания I_2 и вывода из системы.

Анализ предыдущих исследований. Выделение йода из системы на основе концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота может быть осуществлено различными способами, которые позволяют получать либо молекулярный I_2 , либо HIO_3 , либо одновременно два продукта [1].

Из предлагаемых в литературе способов утилизации азотнокислотных систем с примесями йода наиболее полным, на наш взгляд, является способ [2] переработки некондиционных йодосодержащих систем на основе концентрированной нитратной кислоты ректификацией, с получением в кубовом остатке водного раствора нитратной и йодноватой кислот и отделением кристаллов йодноватой кислоты методом упаривания.

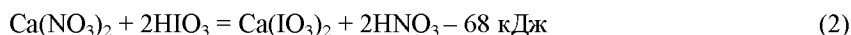
В случае полной утилизации системы методом ректификации паровая фаза будет обогащаться нитратной кислотой с образованием N_2O_5 , а кубовым остатком становятся образующиеся HIO_3 и I_2O_5 .

В присутствии воды I_2O_5 будет реагировать с образованием йодноватой кислоты по уравнению:

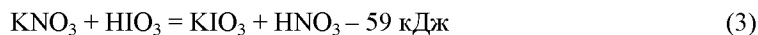


Вместе с тем известно, что растворимость йодатов в воде различна. Наименьшей растворимостью обладает йодат кальция и соединение $\text{KIO}_3 \cdot \text{HIO}_3$. Это вызывает целесообразность предварительного извлечения йода с помощью азотнокислых солей кальция и калия [3].

Взаимодействие нитрата кальция с йодноватой кислотой протекает по уравнению:



Взаимодействие нитрата калия с йодноватой кислотой протекает по уравнению:



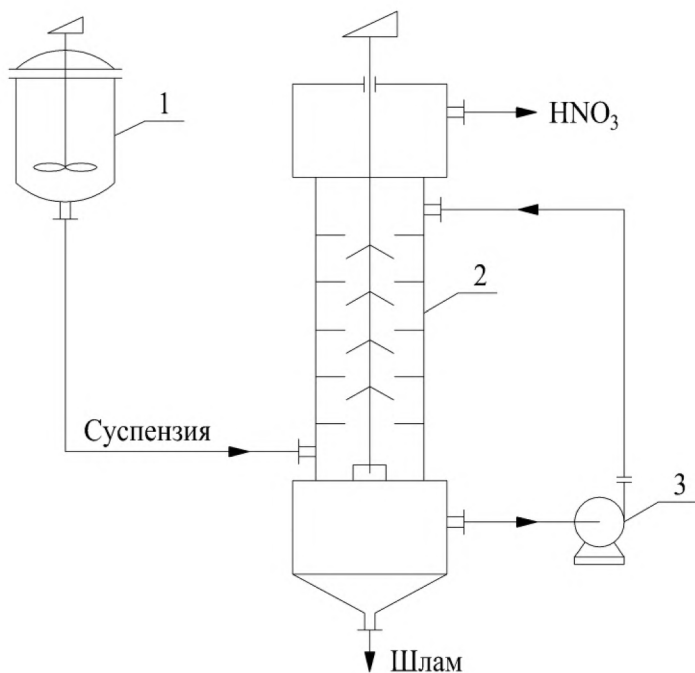
Общей научной проблемой является создание технологически реализуемой и экономически целесообразной технологии утилизации некондиционных систем на основе концентрированной нитратной кислоты, загрязненных йодом. Вместе с тем, предлагаемые технологии переработки таких систем технологически реализуемы, однако нерешенной частью поставленной проблемы остается именно создание экономически привлекательной технологии утилизации.

Цель исследования. Создание технологии утилизации систем на основе концентрированной нитратной кислоты технологически просто реализуемой и экономически и экологически привлекательной.

Изложение основного материала. Отличительной чертой предлагаемой технологии является использование дифференциально-контактного теплообменного аппарата, который прост в конструкции, однако позволяет интенсифицировать процесс извлечения растворенного йода.

В качестве модельной использовали смесь состава: HNO_3 – 69...73 %; N_2O_4 – 17,5...28,0 %; I_2 – 0,15 % (об.), остальное – вода.

В представленной схеме экстракционного извлечения йода из системы на основе концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота (рис. 1) в реакторе 1 в результате реакций (2) и (3) получают суспензию, которую подают в рабочую зону дифференциально-контактного теплообменного аппарата (ДКТМА; рис. 2), где происходит активация возбужденных молекул (при избытке $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$ за счет энергии от вращающихся конических диспергирующих дисков движущемуся потоку. При необходимости дальнейшей интенсификации процесса выделения йода в схему включается технологическая единица (насос) для рецикла взаимодействующих потоков. В этой схеме роль интенсификатора процесса экстракционного извлечения йода на молекулярном уровне отведена ДКТМА.



1 – реактор для приготовления суспензии;
2 – дифференциально-контактный теплообменный аппарат; 3 – циркуляционный насос

Рис. 1 – Принципиальная технологическая схема

ДКТМА состоит из цилиндрического корпуса 1, верхней 2 и нижней 8 с коническим дном отстойных зон [4]. Цилиндрический корпус снабжен вращающимся валом 6, проходящим по оси аппарата, на валу закреплены конусные диспергирующие диски 7 с радиальными прорезями, высота корпуса аппарата секционирована неподвижными кольцевыми перегородками 5, которые делят высоту на камеры интенсивного дробления (разделения) и коалесценции противоположно движущихся фаз. В верхней и нижней частях корпуса расположены патрубки: 4 – для входа циркуляционного потока и 12 – для входа суспензии из реактора в рабочую зону ДКТМА. В верхней отстойной зоне расположен патрубок 3 для выхода легкой фазы (рафината). В нижней отстойной зоне расположены патрубки: 9 – для забора раствора на циркуляцию, 11 – для удаления шлама (экстракта).

Энергия перемешивания передается жидкости в непосредственной близости от диска в результате трения диска о жидкость. Ввиду больших окружных скоростей вокруг диска возникают большие градиенты скоростей, что приводит к возникновению высоких напряжений сдвига.

Возникновение высоких напряжений сдвига и увеличение градиента скоростей разделяемых потоков приводит к интенсивному разрушению и слиянию капель смешиваемых потоков на легкую и тяжелую фазы, которые направляются в отстойные зоны.

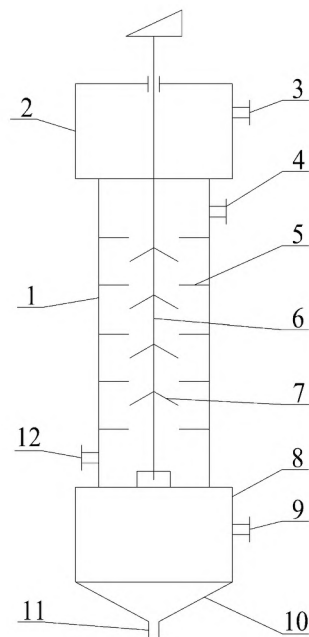


Рис. 2 – Дифференциально-контактный теплообменный аппарат (пояснения – в тексте)

Основные достоинства таких аппаратов: простота конструкции перемешивающего устройства, малый расход подводимой энергии извне, простота обслуживания, низкая чувствительность к твердым примесям.

Несмотря на небольшую степень образования йодата кальция и особенно калия при создании определенных условий процесса извлечения йода из системы на основе нитратной кислоты и оксидов азота, можно достичь степени образования $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ и соответственно извлечения йода порядка 6,1 % за счет активации выделения йода и разделения контактируемых масс.

Выводы и направления дальнейших исследований. В разработанной схеме утилизации йодосодержащих систем на основе концентрированной нитратной кислоты и оксидов азота экстракционным методом интенсификация выделения йода происходит за счет энергии, передающейся от вращающихся диспергирующих дисков ДКТМА движущимся потокам, что приводит к возбуждению молекул реакционных масс. В дальнейшем планируется создание мобильной установки переработки систем на основе концентрированной нитратной кислоты и наработка на ней оптимальных режимов работы.

Список использованной литературы

1. Созонтов В. Г. Виділення йоду з водних розчинів азотної кислоти / В. Г. Созонтов, У. Г. Кармазін, А. П. Мітронов, С. О. Саломахіна // Хім. пром-ть України. – 1999. – № 4. – С. 19-23.
2. Созонтов В. І. Технологія утилізації меланжеї / В. І. Созонтов, В. В. Казаков, Г. І. Гринь. – Северодонець : ОАО «Северодонецкая городская типография», 2006. – 176 с.
3. Созонтов В. Г. Кінетика виділення йоду з водних розчинів азотної кислоти та оксидів азоту / В. Г. Созонтов // Хім. пром-ть України. – 1999. – № 5. – С. 15-18.
4. Пат. 61721, Україна. Диференційно-контактний тепломасообмінний апарат / В. О. Носач. – Заявл. 25.07.11.

Надійшла до редакції 15.01.2012.

Grin' G. I., Ponomarev V. A., Nosach V. A., Koshovec N. V.
EXTRACTION OF IODINE FROM $\text{HNO}_3\text{-N}_2\text{O}_4\text{-H}_2\text{O-I}_2\text{-HIO}_3$

The article describes the development of technology of iodine extraction from the systems based on the concentrated nitrate acid. The authors offered to extract iodine from the system by interaction of iodine with dissolved calcium and potassium nitrate, followed by precipitation of compounds formed. The fundamental difference of the offered technology is the application of a differential heat and mass transfer exchange contactor allowing to significantly increase the degree of iodine removal.

Keywords: *iodine, differential heat and mass exchange contactor, utilization.*

References

1. Sozontov V. G. Vidilennja jodu z vodnih rozchiniv azotnoї kisloti [A selection an iodine from water solutions of aquafortis] / V. G. Sozontov, U. G. Karmazin, A. P. Mitronov, S. O. Salomahina // Khimichna promyslovistj Ukrainy. – 1999. – No. 4. – S. 19-23.
2. Sozontov V. I. Tehnologija utilizacii melanzhej [Technology of melange utilization] / V. I. Sozontov, V. V. Kazakov, G. I. Grin'. – Severodoneck : ОАО «Severodoneckaja gorodskaja tipografija», 2006. – 176 s.
3. Sozontov V. G. Kinetika vidilennja jodu z vodnih rozchiniv azotnoj kisloti ta oksidiv azotu [Kinetics of selection an iodine is from water solutions of aquafortis and oxides of nitrogen] / V. G. Sozontov // Khimichna promyslovistj Ukrainy. – 1999. – No. 5. – S. 15-18.
4. Pat. 61721, Ukraine. Diferencijno-kontaktnij teplomasoobminnij apparat [Differential heat and mass exchange contactor] / V. O. Nosach. – Zajavl. 25.07.11.