

значения рН после предварительной кислотной обработки и она была практически нулевой при рН ниже 3,0. Полученные результаты показыва-

ют, что различия во флотуемости ильменита и титанаугита возрастают после предварительной обработки поверхности минералов кислотой.

### Список литературы

1. Bulatovic S., Wyslouzil D. M. // *Miner. Eng.*, 1999. – № 12. – P. 1407–1417.
2. Chen D. S., Zhao L. S., Tao Q. I., Guo-Ping H. U., Zhao H. X., Jie L. I., Wang L. N. // *Trans. Nonferrous Metals Soc. China*, 2013. – V. 23. – P. 3076–3082.
3. Samal S., Mohapatra B. K., Mukherjee P. S., Chatterjee S. K. // *J. Alloys Compd.*, 2009. – V. 474. – P. 484–489.
4. Mehdilo A., Irannajad M., Rezai B. // *Int. J. Miner. Process*, 2015. – V. 137. – P. 71–81.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛОННЫ ОЧИСТКИ СОЛЯНОГО СТОКА ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

П. И. Кульчаковский<sup>1,2</sup>

Научный руководитель – к.т.н., научный сотрудник Н. С. Белинская<sup>1</sup>

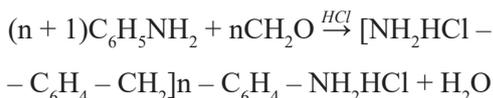
<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

<sup>2</sup>ООО НИОСТ

г. Томск, Кузовлевский тракт 2, строение 270, kulchakovskiy@niost.sibur.ru

Многие химические производства, использующие кислоты в качестве катализатора или сырья, такие как производство акрилатов, пластификаторов, изоцианатов и др. используют стадию нейтрализации и водной промывки для удаления образующихся солей и остатков, применяемых основных соединений. Известно, что растворимость органических соединений в подобных потоках снижена благодаря эффекту высаливания, тем не менее сточные воды по-прежнему содержат следы органических примесей.

Так, при производстве полиизоцианатов на основе метилендифенилдиизоцианата (МДИ) на стадии получения полиамина образуется поток фузельной воды, содержащий в себе ряд органических примесей. Основной примесью в данном потоке является анилин, избыток которого применяется на стадии синтеза полиамина по реакции:



Также анилин используется для извлечения из фузельной воды метилендифенилдиамин (МДА) методом экстракции анилином.

Типовыми решениями по утилизации соляного стока является его сброс в морскую воду или использование в качестве сырья для электролиза [1]. Вне зависимости от способа утилиза-

ции необходимо извлечение анилина из потока, поскольку в первом случае компонент является высокотоксичным веществом, а во втором случае низкий показатель общего органического углерода (ТОС) является входным требованием для электролиза. Стоит также упомянуть, что анилин сам по себе довольно ценный компонент и его прямая утилизация нецелесообразна по экономическим причинам.

На данный момент существуют или разрабатываются различные способы извлечения анилина из потока фузельной воды, однако, традиционным остается способ ректификации [2].

Целью настоящей работы является разработка узла ректификации потока фузельной воды, а также оптимизация режима его работы. Разработка узла проводилась методом математического моделирования в среде Aspen Plus. Для проведения расчета использовался термодинамический пакет elecNRTL.

В работе проведен анализ равновесия Txxу, рассчитанный с помощью elecNRTL и сопоставление результатов с экспериментальными данными, полученными из базы NIST. Начальная концентрация анилина на выходе из экстрактора МДА сравнивается с данными работы Даллоса [3] для учета эффекта высаливания.

В работе проведено сопоставление различных вариантов организации узла – от однократной дистилляции до узла выделения чистого

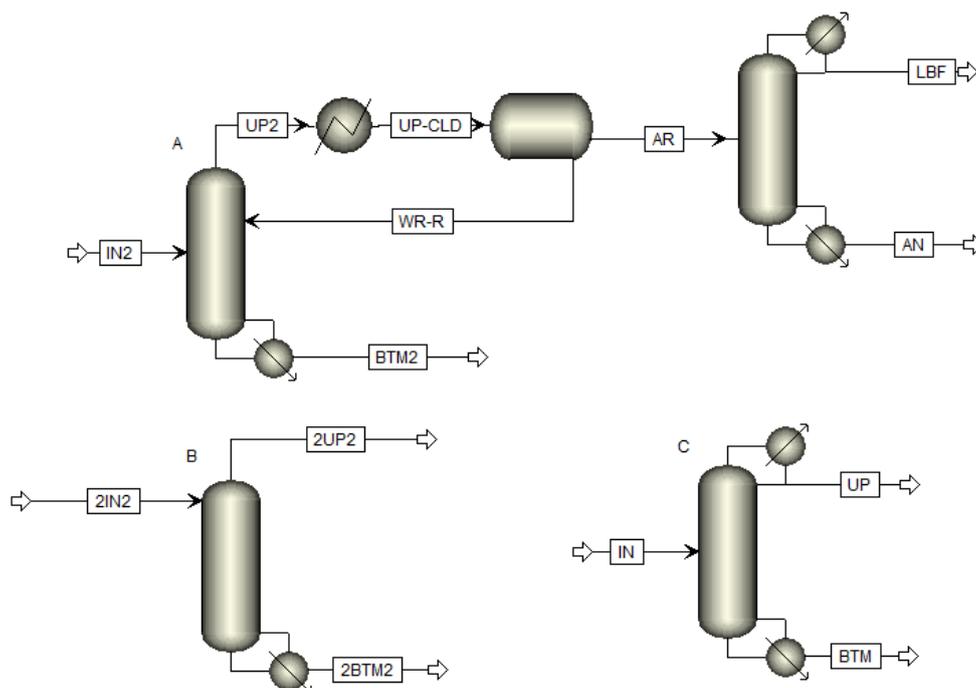


Рис. 1. Варианты организации узла очистки фузельной воды от анилина. А – с выделением чистого анилина, В – однократной дистилляции, С – ректификации

анилина, а также промежуточный вариант ректификации, позволяющий определять качество верхнего продукта. Варианты организации узла представлены на рис. 1.

Вариант ректификации (С по рис. 1) оптимален для реализации при производстве полиамиона, поскольку позволяет использовать отогнанную воду на этапе промывки и таким образом

свести к минимуму подпитку свежей водой всей технологии. Для этого варианта определено оптимальное количество тарелок и тарелка питания, обеспечивающее минимальную нагрузку на куб. Также показан способ подбора внутренних устройств из базы данных Aspen, расчет габаритов колонны и ее гидравлики.

### Список литературы

1. Ding J., Hua W., Zhang H., Lou Y. // *Journal of Cleaner Production*, 2013. – Vol. 41. – P. 97–104.
2. Falcke H., Holbrook S., Clenahan I., et al. // *Industrial Emission Directive 2010/75/EU. Best Available Techniques*, 2017. – 693 p.
3. Dallos A., Imre O., Ratkovics F. // *Fluid Phase Equilibria*, 1983. – Vol. 11. – P. 91–102.

## ВЛИЯНИЕ ВЫСАЛИВАТЕЛЕЙ НА ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НИТРАТА МОЛИБДЕНИЛА

И. В. Никитин, В. А. Карелин

Научный руководитель – д.т.н., профессор ОЯТЦ ТПУ В. А. Карелин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ivn16@tpu.ru

Молибден – это один из продуктов деления облученного ядерного топлива (ОЯТ). С различными катионами, например с  $Zr^{4+}$ , он может образовывать комплексные соединения, которые в процессе экстракционной переработки ОЯТ пе-

реходят в органическую фазу вместе с целевыми компонентами и загрязняют их. Поэтому знание условий, при которых молибден экстрагируется трибутилфосфатом (ТБФ) чрезвычайно важно. В ТБФ в качестве солюбилизующей добавки