



УДК 547 + 66.01:661

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИАМИНОВ ПО БЕСХЛОРОМУ МЕТОДУ

### DEVELOPMENT OF POLYAMINE PRODUCTION TECHNOLOGY BY THE CHLORINE-FREE METHOD

#### Пучкова Людмила Николаевна

кандидат технических наук,  
доцент кафедры общей химической технологии,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет,  
филиал в г. Стерлитамаке  
ludnp@rambler.ru

#### Шаяхметова Алина Илгизовна

магистрант,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет,  
филиал в г. Стерлитамаке  
alinkashayahmetova@yandex.ru

**Аннотация.** Этилендиамин применяется как ингибитор коррозии и для получения этилендиаминтетрауксусной кислоты, которую используют для смягчения воды и очистки нефти. В промышленности самым известным способом получения этилендиамина является аммонолиз 1,2-дихлорэтана. Авторы предлагают бесхлорный метод получения этилендиамина электрохимическим аминированием моноэтаноламина в водном растворе аммиака с использованием электролизера. Этот метод позволяет исключить использование щелочи для производства, данного продукта. Также не образуются сточные воды, содержащие соль и амины.

**Ключевые слова:** этилендиамин, аммиак, электролизер.

#### Puchkova Ljudmila Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences,  
associate professor of  
the general chemical technology,  
Ufa State Petroleum  
Technological University,  
Sterlitamak branch  
ludnp@rambler.ru

#### Shayahmetova Alina Ilgizovna

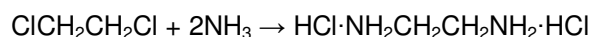
Undergraduate,  
Ufa State Petroleum Technological  
University, branch in Sterlitamak  
alinkashayahmetova@yandex.ru

**Annotation.** Ethylenediamine is used as a corrosion inhibitor and for the teaching of ethylenediaminetetraacetic acid, which is used for water softening and oil purification. In industry, the most known method for producing ethylenediamine is the ammonolysis of 1,2-dichloroethane. The chlorine-free method for obtaining ethylenediamine by electrochemical amination of monoethanolamine in an aqueous solution of ammonia using an electrolyzer. This method eliminates the use of alkali for the production of this product. Also, no wastewater containing salt and amines is formed.

**Keywords:** ethylenediamine, ammonia, electrolyser.

Этилендиамин (ЭДА) и этиленовые полиамины широко применяются в химической промышленности в качестве исходных и промежуточных веществ. На их основе получают вспомогательные вещества для текстильной промышленности, ускорители вулканизации каучуков, эмульгаторы для обработки волокон, инсектициды, пестициды, красители, резинохимикаты, как консерванты, используемые в косметических кремах и средствах ухода за кожей, фармацевтические аппараты. ЭДА применяется как ингибитор коррозии и для получения этилендиаминтетрауксусной кислоты, которую используют для смягчения воды, очистки нефти и другие.

Потребности в этилендиамина постоянно растут. В промышленности распространен метод получения этилендиамина аммонолизом 1,2-дихлорэтана. Этилендиамин получают в виде хлоргидрата:



Свободный ЭДА выделяют в результате нейтрализации. Наряду с этилендиамином в этом процессе получают побочные ценные продукты: диэтилентриамин, триэтилентетраамин [1].

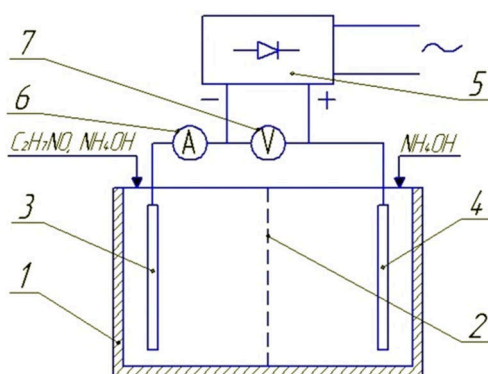
В своей работе мы рассматриваем бесхлорный способ получения этилендиамина электрохимическим аминированием моноэтаноламина в водном растворе аммиака. При электрохимической обработке водного раствора, содержащего моноэтаноламин и аммиак, на катоде происходит два процесса: выделение водорода и замена ОН-групп моноэтаноламина на аммиак, что приводит к образованию ЭДА [2, 3]. При использовании в качестве катода материала с высоким перенапряжением выделения водорода (свинец) на катоде преимущественно протекает процесс аминирования моноэтаноламина. В качестве анода использовали графит. В электролизер заливали водный раствор, содержащий моноэтаноламин и аммиак. Исследовали процесс получения ЭДА при различных плотностях тока. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.



**Таблица 1** – Результаты эксперимента без разделения катодного и анодного пространств

Содержание МЭА в исходном растворе, г/л	Мольное отношение МЭА : NH <sub>3</sub>	Плотность тока на катоде, мА/см <sup>2</sup>	Продолжительность процесса, час	Содержание ЭДА после электролиза, г/л
99,4	1 : 4	15,2	8	91,0
61,0	1 : 5,5	16,7	6	57,3
61,0	1 : 5,5	16,0	9	59,3

Из результатов, представленных в таблице видно, что содержание аминов в растворе после электролиза уменьшается, так как при проведении процесса в электролизере без разделения электродных пространств с применением графитового анода на последнем идет окисление органических веществ. Чтобы избежать этого, дальнейшие эксперименты проводили в двухкамерном лабораторном электролизере с разделением анодного и катодного пространства катионообменной мембраной марки МК-40 (рис. 1). В качестве катода использовали свинец, в качестве анода – графит. В катодное пространство заливали водный раствор, содержащий моноэтаноламин и аммиак, в анодное пространство – водный раствор аммиака.



**Рисунок 1** – Принципиальная схема установки:

1 – электролизер; 2 – катионообменная мембрана; 3 – катод; 4 – анод; 5 – выпрямитель; 6 – амперметр; 7 – вольтметр

Результаты опыта представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Результаты эксперимента с разделением катодного и анодного пространств

Содержание МЭА в исходном растворе, г/л	Мольное отношение МЭА : NH <sub>3</sub>	Плотность тока на катоде, мА/см <sup>2</sup>	Продолжительность процесса, час	Содержание аминов после электролиза, г/л	Содержание ЭДА в обработанном растворе, г/л
61	1 : 5,5	19,5	7,0	67,8	6,8

Разделение катодного и анодного пространства электролизера привело к увеличению содержания аминов в растворе после его электрохимической обработки. В результате аминирования моноэтаноламина в катодной камере происходило понижение концентрации аммиака. При этом ионы NH<sup>4+</sup> под действием электрического поля электролизера мигрировали из анодного пространства через катионообменную мембрану в катодное пространство и тем самым поддерживали концентрацию аммиака в катодной камере на нужном уровне.

В заключение можно сказать, что получение этилендиамина электрохимическим аминированием моноэтаноламина в водном растворе аммиака возможно. По сравнению с хлорным методом предлагаемый метод исключает загрязнение окружающей среды сточными водами, содержащими амины и хлориды; газовыми выбросами в атмосферу, что на сегодняшний день является наиболее актуальной проблемой для промышленного производства.

**Литература:**

1. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного и нефтехимического синтеза : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1988. – 592 с.
2. Дамаскин Б.Б. Электрохимия : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – 2-е изд., испр. и перераб. – СПб. : Лань, 2015. – 672 с.



2. Быковский Н.А. Влияние электрохимической обработки на качество сточных вод в производстве этилендиамина / Н.А. Быковский, И.М. Муллабаев, Е.А. Кантор // Экология и промышленность России. – 2010 (декабрь). – С. 8–10.

#### References:

1. Lebedev N.N. Chemistry and Technology of Basic and Petrochemical Synthesis : Textbook for Universities. 4 th ed., recycle and correct. – М. : Chemistry, 1988. – 592 p.
2. Damaskin B.B. Electrochemistry : education guidance / B.B. Damaskin, O.A. Petriy, G.A. Cirlina. – 2 th ed., recycle and correct. – SPb. : Lan, 2015. – 672 p.
3. Bikovsky N.A. Influence of electrochemical processing on quality of sewage in production of ethylene diamine / N.A. Bikovsky, I.M. Mullabaev, E.A. Kantor // Ecology and industry of Russia. – 2010 (December). – P. 8–10.