

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 416 (2016), 152 – 158

## IMPROVEMENT OF CLASSICAL PURIFICATION SCHEME OF AQUEOUS SOLUTION OF MONOETHANOLAMINE FROM HEAT RESISTANT COMPOUNDS, MINERALS AND SOLIDS

N.S. Ivanov, Zh.Zh. Tilepbergen, A.Z. Abilmagzhanov, M.Zh. Zhurinov

D. V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [nikolay.ivs.@gmail.com](mailto:nikolay.ivs.@gmail.com)

**Keywords:** monoethanolamine, treatment, recovery, refining, distillation.

**Abstract.** The results of research on distillation under various conditions were shown for the system of monoethanolamine-water and regenerated monoethanolamine solution from the oil refinery factory. The investigations were carried out at atmospheric pressure and at 3 kPa to vacuum, as well as dynamic conditions of vaporization. It is found that at a residual pressure of 3 kPa the regenerated solution containing with 10.6% MEA boils at 80 °C, but this does not affect the rate of evaporation, wherein the recovery rate was 48.1%. The best result was achieved by distillation at atmospheric pressure with additional fed working solution with fourfold volume when the first preassembled poor fraction recycled to distillation step of the second fraction. The work shows that the optimal variant of the MEA purification by using distillation process includes separation into two fractions with the return of the first poor fraction in the step of second distillation fraction, excepting use of steam. The proposed method allows to extract almost completely the MEA from technical solution without increasing volume, which allows the use of feeding fresh MEA and return it to the production cycle. It is shown that purified monoethanolamine solution by proposed method is a colorless solution with characteristic of amine odor. Mineral and mechanical impurities are heat-resistant and with resinous compounds remained in the bottoms, which can be utilized to obtain valuable substances.

УДК 66.067.8

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДНОГО РАСТВОРА МОНОЭТАНОЛАМИНА ОТ ТЕРМОСТОЙКИХ СОЕДИНЕНИЙ, МИНЕРАЛЬНЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Н. С. Иванов, Ж. Ж. Тилепберген, А. З. Абиьмагжанов, М. Ж. Журинов

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** моноэтанолламин, очистка, регенерация, нефтепереработка, разгонка.

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по разгонке системы моноэтанолламин-вода и регенерированного раствора моноэтанолламина нефтеперерабатывающего завода при различных условиях. Исследования проводились как при атмосферном давлении, так и при разрежении до 3 кПа, а также в условиях динамического испарения. Установлено, что при остаточном давлении 3 кПа регенерированный раствор МЭА с содержанием 10,6% кипит при 80 °С, однако это практически не влияет на скорость испарения, при этом степень извлечения составляет 48,1%. Наилучший результат достигнут при перегонке при атмосферном давлении с дополнительной подпиткой рабочим раствором в четырехкратном объеме, если предварительно собранную первую бедную фракцию возвращать на стадию отгонки второй фракции. Проведенная работа показывает, что оптимальный вариант очистки МЭА методом отгонки включает разделение процесса на две фракции с возвратом первой бедной фракции на стадию отгонки второй фракции, исключая использование пара. Предложенный метод позволяет практически полностью

извлекать МЭА из технологического раствора без увеличения объема, что позволяет использовать подпитку свежим МЭА и возвращать его в производственный цикл. Очищенный по предложенному способу раствор моноэтаноламина представляет собой бесцветный раствор с характерным аминным запахом. Минеральные и механические примеси совместно с термостойкими и с смолистыми соединениями остаются в кубовом остатке, который затем можно утилизировать с получением ценных соединений.

**Введение.** Для очистки углеводородных газов от сероводорода в нефтехимической промышленности и от углекислого газа в аммиачной, наибольшее распространение получил процесс очистки моноэтаноламином, а за рубежом чаще используют диэтаноламин и совсем редко из-за малой поглотительной способности – триэтаноламин [1-3]. Используют также и сложные смеси, содержащие аминспирты [4-6].

Очистка газа проводится в две ступени. Поступающий на очистку газ попадает в сепаратор для отделения сопутствующего ему конденсата. Выходящий с верха сепаратора газ направляется в низ абсорбционной колонны, где, поднимаясь вверх, он контактирует на тарелках (или насадке) с 15-17 %- водным раствором МЭА, подаваемого в колонну сверху [2].

Выходящий с низа колонны насыщенный раствор МЭА нагревается в теплообменниках до 80-90 °С регенерированным раствором МЭА и поступает в десорбер. Десорбер представляет собой колонный аппарат, оборудованный 14-16 ситчатыми или желобчатыми тарелками и работающий при давлении 0,15-0,20 МПа. После удаления сероводорода и диоксида углерода регенерированный МЭА вновь подается в абсорбционные колонны.

В результате побочных реакций моноэтаноламина с диоксидом углерода и присутствующими в углеводородном газе кислородом, сероуглеродом, тиооксидом углерода и другими соединениями образуется сложная смесь, имеющая высокие температуры кипения [7]. С сероводородом, например, в присутствии кислорода образуется тиосульфат, не регенерируемый в условиях очистки моноэтаноламином. Количество образующихся побочных продуктов примерно 0,5 % (масс.) на циркулирующий раствор МЭА. В результате накопления продуктов окисления, изначально не обладающий коррозионными свойствами раствор МЭА способствует разрушению оборудования, что дополнительно приводит к образованию механических примесей. Во избежание накопления в системе нерегенерируемых продуктов часть раствора МЭА с низа десорбера насосом направляется на разгонку в колонну, куда подается раствор щелочи. Выделившиеся при разгонке водяные пары моноэтаноламина возвращаются в десорбер, остаток высококипящих продуктов сбрасывается в канализацию.

**Экспериментальная часть.** Классическая разгонная технология очистки характеризуется большими потерями, достигающими 40%, что приводит к необходимости постоянной подпитки системы свежим МЭА [8]. Модернизированные варианты позволяют извлекать МЭА более полно, однако отгонка с паром приводит к тому, что общий объем полученного раствора превышает изначальный, либо на выходе образуется 2 фракции [9, 10]. Существуют также и альтернативные технологии, основанные не на разгонке. Авторы [11] предлагают использовать обратный осмос через полупроницаемые мембраны из полисульфонамида с пористостью 65-70% или из этилцеллюлозы с пористостью 68-72%. Предложенный метод предполагает предварительную очистку рабочего раствора от механических примесей и ограничивается сроком службы мембран. Также предложена схема очистки от смолистых веществ посредством фильтрации через активированное углеродное волокно со степенью обгара 20-45% [12]. В работе [13] описано применение нитрата калия в качестве ингибитора процессов окисления МЭА. Указано, что данная добавка при повышении температуры разрушает гидратные комплексы образованные моноэтаноламином, что улучшает процесс регенерации, увеличивает выход кислых компонентов, а также обладает высоким пассивирующим действием для различных образцов сталей.

В данной работе разгонка проводилась четырьмя способами:

- 1) Без подпитки рабочим раствором и паром при пониженном давлении;
- 2) Без подпитки рабочим раствором, вторая фракция отгонялась с паром;
- 3) С четырехкратной подпиткой рабочим раствором, вторая фракция отгонялась с паром, процесс проводился в условиях динамического испарения;
- 4) С четырехкратной подпиткой рабочим раствором, вторая фракция отгонялась при подпитке первой фракцией.

Определение МЭА проводилось титриметрически в присутствии индикатора метилрота [14].

**Результаты и их обсуждение.** Моноэтаноламин – густая маслянистая жидкость с температурой кипения 170 °С, смешивается с водой в любых соотношениях [15]. На рисунке 1 представлены зависимости температуры кипения и концентрации МЭА в конденсате от его начальной концентрации в растворе, содержащем 3,5% гидроксида натрия. Применительно к регенерированному МЭА при добавлении щелочи к раствору, содержащему тиосульфаты, образуется гипосульфит натрия и выделяется свободный амин. Также оставшиеся после регенерации углекислый газ и сероводород переходят в карбонат и сульфид натрия соответственно, что исключает их выброс в атмосферу. Обе зависимости имеют излом в области концентраций выше 85%. Наибольший интерес представляет зависимость концентрации МЭА в конденсате. Согласно рисунку 1, даже при незначительном содержании воды в растворе концентрация МЭА на выходе не превышает 20%. Даже при больших концентрациях МЭА в растворе, в отгоне будет преобладать вода, соответственно для полного извлечения МЭА с паром, последнего потребуется в большом количестве.

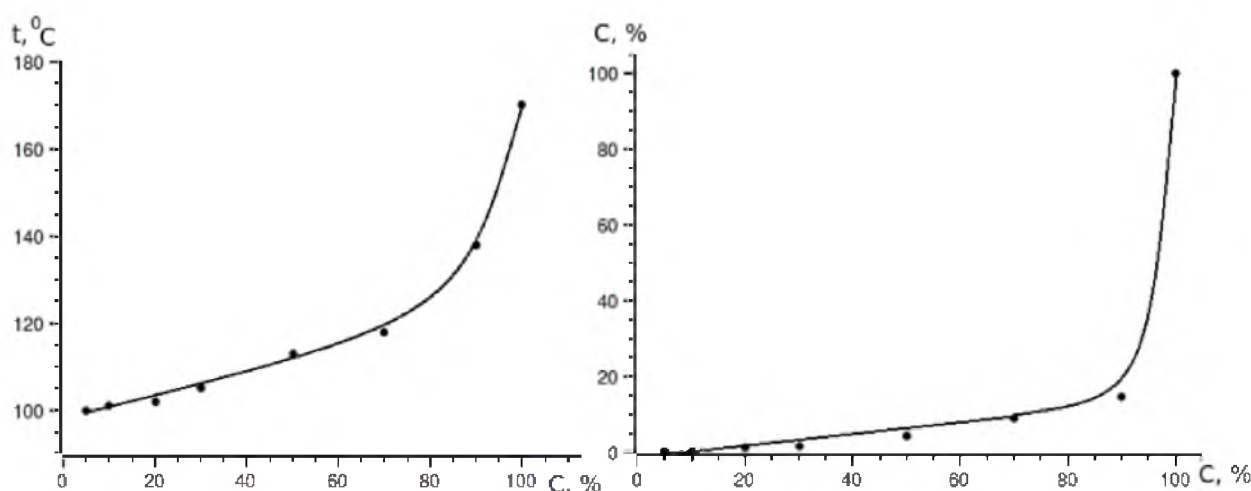


Рисунок 1 – Зависимость температуры кипения и концентрации МЭА в конденсате от его начальной концентрации в растворе

Далее работы проводились раствором МЭА, регенерированным после очистки углеводородных газов. Состав раствора приведен в таблице 1. Регенерированный раствор МЭА представляет собой жидкость желтого цвета с ярко-выраженным запахом сероводорода, после перегонки – бесцветный раствор со слабым аминным запахом.

Таблица 1 – Состав регенерированного раствора МЭА

Наименование продукта	Показатели качества	Ед. изм.	Значение
Регенерированный раствор МЭА	Содержание сероводорода	г/дм <sup>3</sup>	1,12
	Содержание тиосульфатов	г/дм <sup>3</sup>	3,84
	Содержание углеводов	мг/дм <sup>3</sup>	1,98
	Концентрация МЭА	%	10,55

По первому способу не удастся достичь приемлемого извлечения МЭА, поскольку при уменьшении объема раствора в испарителе повышается его плотность и температура кипения в следствие увеличения концентрации неорганических соединений, в результате чего испарение практически прекращается.

По второму способу отгонке подвергалось 250 мл раствора с отгонкой второй фракции с паром, концентрация щелочи 10%. На рисунке 2 представлена зависимость концентрации МЭА на выходе из испарителя от времени. Последняя точка на кривой соответствует окончанию сбора первой фракции, при этом ее объем составил 203,5 мл с концентрацией МЭА 4,2%. Далее

отгонялась вторая фракция с паром. После окончания перегонки общий объем составил 500 мл с концентрацией МЭА 5,61%, извлечение составило 106%, однако общий объем увеличился вдвое, излишки образовались за счет возврата связанного МЭА.

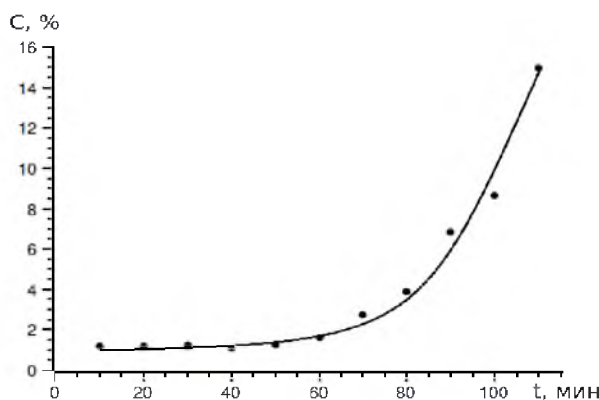


Рисунок 2 – Зависимость концентрации МЭА на выходе от времени перегонки

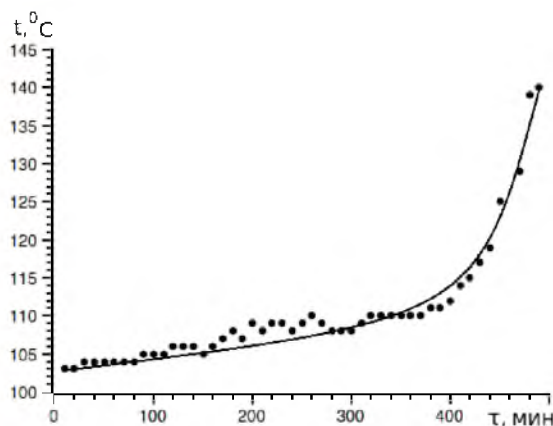


Рисунок 3 – Зависимость температуры кипения раствора от времени

По третьему способу в испаритель заливалось 250 мл, при достижении температуры кипения в испаритель непрерывно подается рабочий раствор со скоростью равной скорости испарения, чтобы поддерживать постоянный объем, всего подвергнут переработке 1 л раствора. Поскольку концентрация МЭА на выходе из испарителя значительно ниже, чем на входе, происходит постепенное повышение содержания МЭА в растворе, о чем согласно рисунку 3, можно судить по росту температуры кипения раствора. На рисунке 4 представлено изменение концентрации МЭА на выходе из испарителя. При достижении 140 °C отгонялась вторая фракция с паром. Несмотря на то, что МЭА является термически стабильным, дальнейшее повышение температуры приведет к испарению смолистых веществ [16]. Также устойчивые к умеренному нагреванию аминспирты способны окисляться под действием кислорода. В первую очередь окисляются концевые ОН-группы в карбоксильные (-СООН), затем в образовавшихся молекулах аминокислот разрывается связь С-N с получением оксиуксусной (гликолевой) кислоты, а из нее – щавелевой и т.д. [17]. По указанному способу получено 1 фракция 745 мл с концентрацией 4,81%, второй фракции 750 мл с концентрацией 13,05, общий объем 1495 мл с концентрацией 9,16%. По сравнению со вторым вариантом увеличение конечного объема составило 1,5 раза.

По четвертому способу отгонку проводили аналогично третьему варианту, за исключением того, что вторую фракцию отгоняли не с паром, а при подаче первой бедной фракции. Всего после отгонки получено 927 мл раствора с концентрацией 9,94%. Этот вариант является наиболее предпочтительным, поскольку извлечено 94,2% МЭА без увеличения объема раствора на выходе.

Для сокращения производственных затрат была исследована зависимость концентрации МЭА в отгоне от концентрации щелочи. Согласно таблице 2, содержание щелочи незначительно влияет на эффективность отгонки, однако при содержании щелочи менее 2% происходит выброс сероводорода в атмосферу.

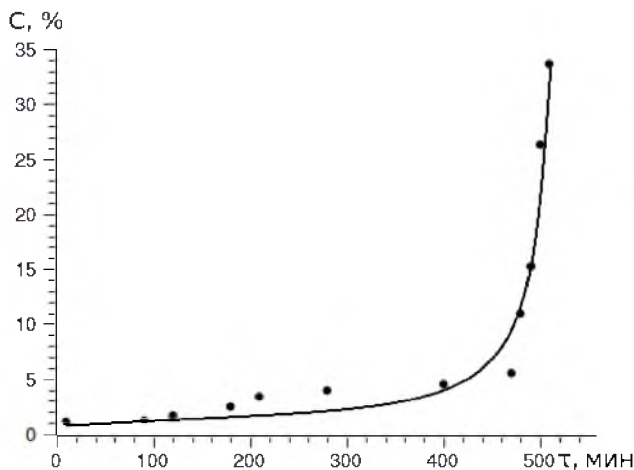


Рисунок 4 – Зависимость концентрации МЭА на выходе из испарителя от времени

Таблица 2 – Влияние концентрации щелочи на эффективность отгонки

С NaOH, %	1,57	2,7	5,3	19,8
С МЭА, %	10,8	10,7	11,0	9,4

**Заключение.** Таким образом, проведенная работа показывает, что оптимальный вариант очистки МЭА методом отгонки включает разделение процесса на две фракции с возвратом первой бедной фракции на стадию отгонки второй фракции, исключая использование пара. Предложенный метод позволяет практически полностью извлекать МЭА из технологического раствора без увеличения объема, что позволяет использовать подпитку свежим МЭА и возвращать его в производственный цикл. Кубовый остаток можно утилизировать с получением ценных соединений [18-20].

**Источник финансирования исследований.** Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по проекту 0251/ГФ4

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Демиденко Н.М. и др. Аммиак. Вопросы технологии. Донецк: Новая печать, 2001.
- [2] Саркисянц Г.А., Беньяминович О.А., Кельцев В.В., Полозков В.Т., Халиф А.Л., Ходанович И.Е. Переработка и использование газа. М.: ГНТИ Нефтяной и горно-топливной литературы, 1962.
- [3] Рамм В.М. Абсорбция газов.- М.: Химия, 1966. - 768 с.
- [4] Кравченко Б.В., Островская А.И., Никитина Э.Ф., Пахно Е.Н., Лозовая В.И., Пильноватых Л.В. Абсорбент для очистки газов от диоксида углерода, Патент НА № 1695553 . Оpubл. 25.06.93.
- [5] Нититина Э.Ф., Польоха А.М., Кравченко Б.В., Островская А.И., Стасюк Л.М., Демиденко И.М., Заблуда М.В., Ролик В.В., Фоменко С.Д., Коломийченко В.В., Артюшин С.Ю., Рукавцова М.Г., Пахно Е.Н. Абсорбент для очистки газов от диоксида углерода, Патент РФ № 2054958. Оpubл. 27.02.96.
- [6] Нититина Э.Ф., Янковский Н.А., Польоха А.М., Кравченко Б.В., Островская А.И., Стасюк Л.М., Добровольский В.С., Демиденко И.М., Коломийченко В.В. Способ очистки газов от двуокиси углерода, Патент РФ № 1981362. Заявл. 8.09.91. Оpubл. 20.03.93.
- [7] Язвикова Н.В. Автореферат. Химические превращения моноэтаноламина при очистке газов от диоксида углерода. М.: ГИАП, 1972.
- [8] Семенов В.И. Производство аммиака. М.: Химия, 1985, с. 109-112.

- [9] Туголуков А.В., Степанов В.А., Федосеенко Д.В., Пономаренко В.В., Шуплик О.Ю., Остапенко С.В. Способ утилизации отработанного раствора моноэтаноламина системы очистки конвертированного газа аммиачного производства. Патент РФ № 2223943. Оpubл. 20.02.2004.
- [10] Кравченко Б.В., Островская А.И., Янковский Н.А., Польоха А.М., Никитина Э.Ф. и др. Способ очистки водного раствора моноэтаноламина Патент РФ №2083554. Оpubл. 10.07.1997.
- [11] Амирханын В.В., Каталевский Е.Е., Гончаров Н.С., Березин Г.И. и др. Способ очистки раствора моноэтаноламина от смолистых веществ. Патент СССР №943226. Оpubл. 15.07.82. Бюлл. №26.
- [12] Терещенко Л.Я., Чупалов В.С., Уханова Е.И., Фридман Л.И., Жаворонкова Н.Е., Корнилова Л.В., Иванов Е.Г., Смирнов А.Н. Фильтр для очистки растворов моноэтаноламина от смолистых веществ и механических примесей. Патент РФ № 2046629. Оpubл. 27.10.1995.
- [13] Есипов Д.В., Анищенко О.В. Совершенствование процесса регенерации раствора моноэтаноламина абсорбента кислых газов в процессах очистки углеводородов. *Международный журнал экспериментального образования* 2010. №2. С.63-64.
- [14] Алтунджи С.В., Бухарин В.В., Адобкина Е.А. и др. Производство и применение жидкой углекислоты. М.: Пищепромиздат, 1959. – 146с.
- [15] Павлов Б.А. Курс органической химии. М.: Издательство «Химия», 1965. 686с.
- [16] Проблемный информационный сборник. Постоянная рубрика. Прогрессивная техника и технология. Методы очистки природного газа справочно-информационное обслуживание. ВНИИГАЗПРОМ выпуск № 2. - Москва. 1988 г. 18 С.
- [17] Sigmund P.W., Butwell K.F., Wussler A.J. HS process removes H<sub>2</sub>S selectively// *Hydrocarbon Processing*. 1981. V.60. № 5. P.118-124.
- [18] Фахрутдинов Р.З., Кемалов А.Ф., Ганиева Т.Ф., Дияров И.Н., Чекапов А.А., Закиев Ф.А., Надыршин Р.Г., Ахметова А.Н., Насретдинов Т.Г., Лутфуллин Р.А., Шафиков Р.Х., Мингазетдинов Р.Ф., Кемалов Р.А., Фахрутдинов Б.Р., Шаламова О.И. Катионактивная адгезионная присадка к битумам. Патент РФ № 2185401. Оpubл. 20.07.2002.
- [19] Евстифеев Е.Н., Смирнов В.Н., Вакуленко И.И., Межов В.Д., Попова В.Л., Паршиков Г.Д., Сайфутдинов Н.И. Связующее теплового отверждения для изготовления литейных стержней и форм. Патент РФ № 1132415. Оpubл. 27.05.1996
- [20] Барштейн В.Ю., Шульга С.М., Мельникова Н.В. Опыт утилизации отходов процессов очистки технологических газов и производства углекислоты // Тезисы докладов II Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов» Харьков. 2005, С. 173.

#### REFERENCES

- [1] Demidenko N. M., etc. Ammonia. Questions of technology. Donetsk: New seal. **2001**. (in Russ.).
- [2] Sarkisyants G. A., Benyaminovich O. A., Keltsev V. V., Polozkov V. T., Caliph A.L., Hodanovich I.E. Processing and use of gas. M.: GNTI of Oil and mountain and fuel literature. **1962**. (in Russ.).
- [3] Ramm V. M. Absorption of gases. M.: Himija, **1966**, 768 p.(in Russ.).
- [4] Kravchenko B. V., Ostrovskaya A.I., Nikitina E.F., Pakhno E.N., Lozovaya V. I., Pilnovatykh L.V. Absorbent for purification of gases of Carbon dioxide. NA patent № 1695553. Opubl. 25.06.93. (in Russ.).
- [5] Nititin E.F., Polyokh A.M., Kravchenko B. V., Ostrovskaya A.I., Stasyuk L.M., Demidenko I.M., Zabluda M. V., Roller V.V., Fomenko S.D., Kolomiychenko V. V., Artyushin S.Yu., Rukavtsova M. G., Pakhno E.N. Absorbent for purification of gases of Carbon dioxide. Patent RF № 2054958. Opubl. 27.02.96. (in Russ.).
- [6] Nititin E.F., Yankovsky N. A., Polyokh A.M., Kravchenko B. V., Ostrovskaya A.I., Stasyuk L.M., Dobrovolsky V. S., Demidenko I.M., Kolomiychenko V. V. Way of Purification of Gases from Carbon dioxide. Patent RF № 1981362. Zayavl. 8.09.91. Opubl. 20.03.93. (in Russ.).
- [7] Yazvikova N. V. Abstract. Chemical transformations of monoethanol amine at purification of gases of carbon dioxide. M.: GIAP, **1972**. (in Russ.).
- [8] V. I. Semenov. Production of ammonia. M.: Himija, **1985**, 109-112. (in Russ.).
- [9] Tugolukov A.V., Stepanov V.A., Fedoseenko D.V., Ponomarenko V. V., Shuplik O. Yu., Ostapenko S. A way of utilization of the fulfilled solution of monoethanol amine of system of purification of the converted gas of ammoniac production. Patent № 2223943. 2.20.2004. (in Russ.).
- [10] Kravchenko B. V., Ostrovskaya A.I., Yankovsky N. A., Polyokh A.M., Nikitina E.F. Way of Cleaning of water solution Monoethanol amine. Patent № 2083554. Opubl.7.10.1997. (in Russ.).
- [11] Amirkhanyan V. V., Katalevsky E.E., Goncharov N. S., Berезин G. I. Way of purification of solution of monoethanol amine of resinous substances. USSR Patent № 943226. Opubl. 15.07.82 Bjuull. № 26. (in Russ.).

[12] Tereshchenko L. Ya., Chupalov V. S., Ukhanova E.I., Friedman L.I., Zhavoronkova N. E., Kornilov L. V., Ivanov E.G., Smirnov A.N. Filter for purification of solutions of monoethanol amine of resinous substances and mechanical impurity. RF Patent № 2046629. Opubl. 10.27.1995. (in Russ.).

[13] Yesipov D.V., Anishchenko O. V. Improvement of process of regeneration of solution of monoethanol amine of absorbent of sour gases in processes of purification of hydrocarbons. International magazine of experimental education №2. **2010**, 63-64. (in Russ.). [14] Altundzhi S.V., Bukharin V. V., Adobkin E.A., etc. Production and use of liquid carbonic acid. M.: Pishchepromizdat, **1959**, 146. (in Russ.).

[15] Pavlov B. A. Course of organic chemistry. M.: Himija. publishing house, **1965**, 686 p. (in Russ.).

[16] Problem information collection. Constant heading. Progressive equipment and technology. Methods of purification of natural gas reference service. VNIIGAZPROM release of № 2. Moscow. 1988, 18. (in Russ.).

[17] Sigmund P.W., Butwell K.F., Wussler A.J. HS process removes H<sub>2</sub>S selectively//Hydrocarbon Processing. **1981**, 60, 5, 118-124. (in Eng.).

[18] Fakhruddinov R. Z., Kemalov A.F., Ganiyeva T.F., Diyarov I.N., Chekashov A.A., Zakiyev F.A., Nadyrshin R. G., Akhmetova A.N., Nasretdinov T.G., Lutfullin R. A., Shafikov R. H., Mingazetdinov R. F., Kemalov R. A., Fakhruddinov B. R., Shalamova O. I. Kationaktivnaya adhesive additive to bitumens. RF Patent № 2185401. Opubl. 7.20.2002. (in Russ.).

[19] Evstifeev E.N., Smirnov V.N., Vakulenko I.I., Mezhev V.D., Popova V. L., Parshikov G.D., Sayfutdinov N. I. Binding thermal hardening for production of wafer cores and forms. RF Patent № 1132415. Opubl. 5.27.1996. (in Russ.).

[20] Barstein V. Yu., Shulga S.M., Melnikova N. V. Experience of recycling of processes of purification of technological gases and production of carbonic acid. Theses of reports of the II International conference. Cooperation for a Solution of the Problem of Waste. Kharkiv, **2005**. 173 p. (in Russ.).

#### **МОНОЭТАНОЛАМИННІН СУЛЫ ЕРІТІНДІСІН ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ ҚОСЫЛЫСТАРДАН, МИНЕРАЛДЫ ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДАН ТАЗАЛАУДЫҢ КЛАССИКАЛЫҚ СХЕМАСЫН ЖЕТІЛДІРУ**

**Н.С. Иванов, Ж.Ж. Тілепберген, А.З. Абилямагжанов, М.Ж. Жұрынов**

Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

**Түйін сөздер:** моноэтанолламин, тазалау, қайта қалпына келтіру, мұнайды өңдеу, айдау.

**Аннотация.** Әр түрлі жағдайларда мұнай өңдеу зауытынан шыққан қайта қалпына келтірілген моноэтанолламин ерітіндісін және моноэтанолламин су жүйесін айдау бойынша алынған зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу жұмыстары атмосфералық қысымда, 3 кПа-ға дейін сейілтілген ауада, және динамикалық булану жағдайларында жүргізілді. 3 кПа-ды қысымда 10,6 % қалпына келтірілген МЭА бар ерітіндісі 80 °С-да қайнайтындығы анықталды, дегенмен бұл булану жылдамдығына әсер етпейді, осы кезде бөліп алу дәрежесі 48,1%-ға тең. Бірінші кезеңнен алдын ала жинап алынған кедей фракцияны екінші фракцияны айдау кезеңіне қайтаратын болсақ, атмосфералық қысымда көлемі төрт есе көп болған жұмысшы ерітіндісін қосқан кезде ең оңтайлы нәтижеге қол жеткізілді. Жүргізілген жұмыс нәтижелері МЭА-ды айдау әдісі арқылы тазалаудың оңтайлы нұсқасы бұл - буды қолданбай-ақ, үдерісті екі фракцияға бөлу, яғни бірінші кезеңнен алынған кедей фракцияны екінші фракцияны айдау кезеңіне қайтару болып табылатындығын көрсетеді. Ұсынылған әдіс МЭА-ды технологиялық ерітіндіден, көлемін көбейтпей-ақ, дерлік толығымен бөліп алуға мүмкіндік береді, бұл жаңа МЭА-ды қосып, оны өндірістік циклға қайтаруға мүмкіндік береді. Ұсынылған әдіс бойынша тазаланған моноэтанолламин ерітіндісі өзіне тән аминдік иісі бар түссіз ерітіндіні көрсетеді. Минералды және механикалық қоспалар ыстыққа төзімді және шайырлы қосылыстармен бірге түбінде қалып, оларды пайдалы қосылыстар алу мақсатында қайта өңдеуге болады.

Поступила 23.05.2016 г.