

УДК 621.314.6

https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/53

ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЭТИЛЕНА ЧИСТЫМ КИСЛОРОДОМ НА МЕТАНОВОМ БАЛЛАСТЕ

©**Валеев А. А.**, Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Нижнекамск, Россия, albertvaleev050@gmail.com

©**Нуриева Э. Н.**, SPIN-код: 3105-8507, канд. пед. наук, Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Нижнекамск, Россия, nurieva-nk@yandex.ru

©**Сагдеева Г. С.**, SPIN-код: 2953-4605, канд. пед. наук, Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Нижнекамск, Россия, sagdeeva_g@mail.ru

PATENT ANALYSIS OF PRODUCTION OF ETHYLENE OXIDE BY PURE OXYGEN ON METHANE BALLAST

©**Valeev A.**, Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia, albertvaleev050@gmail.com

©**Nurieva E.**, SPIN-code: 3105-8507, Ph.D., Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia, nurieva-nk@yandex.ru

©**Sagdeeva G.**, SPIN-code: 2953-4605, Ph.D., Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia, sagdeeva_g@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению способов промышленного получения окиси этилена. Оксид этилена производится в больших объемах и в основном используется в качестве промежуточного продукта в производстве ряда промышленных химикатов, наиболее известным из которых является этиленгликоль. Процесс получения оксида этилена осуществляется процессом прямого парофазного окисления, при котором этилен окисляется до оксида этилена воздухом или кислородом и серебряным катализатором при 10–30 атм (1–3 МПа) и 200–300 °С. Окисление этилена можно проводить несколькими способами: воздушным, кислородный под азотным балластом, кислородный под метановым балластом. Производство окиси этилена является одним из наиболее динамично развивающимся. В России лидирующее место по производству окиси этилена занимает предприятие ПАО «Нижнекамскнифтехим». В 2012 году была реконструкция установки по получению окиси этилена. Реконструкция заключалась в переводе стадии синтеза окиси этилена на условия метанового балласта. Проведен патентный анализ на актуальность данного процесса.

Abstract. This article is devoted to the consideration of methods for the industrial production of ethylene oxide. Ethylene oxide is produced in large quantities and is primarily used as an intermediate in the production of a number of industrial chemicals, the best known of which is ethylene glycol. The process of producing ethylene oxide is carried out by a direct vapor-phase oxidation process, in which ethylene is oxidized to ethylene oxide by air or oxygen and a silver catalyst at 10-30 atm (1–3 MPa) and 200-300 °C. Ethylene oxidation can be carried out in several ways: air, oxygen under nitrogen ballast, oxygen under methane ballast. The production of ethylene oxide is one of the most dynamically developing. In Russia, the leading place in the production of ethylene oxide is occupied by the enterprise PJSC Nizhnekamskniftekhim. In 2012, the installation

for producing ethylene oxide was reconstructed. The reconstruction consisted of transferring the ethylene oxide synthesis stage to methane ballast conditions. A patent analysis was carried out to determine the relevance of this process.

Ключевые слова: окись этилена, способ получения, каталитическое окисление воздухом, каталитическое окисление кислородом.

Keywords: ethylene oxide, production method, catalytic oxidation with air, catalytic oxidation with oxygen.

Оксид этилена является одним из наиболее универсальных химических промежуточных продуктов, сыпучим химикатом, который в основном используется в производстве этиленгликолей, поверхностно-активных веществ, этаноламинов и эфиров гликолей. Производные оксида этилена также имеют промышленное значение. Их применяют при очистке природного газа с целью снижения коррозии компонентов, используемых при переработке нефти и газа, а также при рекультивации нефтяных скважин.

Оксид этилена является одним из ингредиентов веществ, поддерживающих добычу нефти, и защищает готовую продукцию от замерзания, что приводит к более эффективному преобразованию энергии. Оксид этилена и его производные также важны в сельском хозяйстве. Они используются для производства широкого спектра активных веществ и инертных ингредиентов, используемых в инсектицидах, пестицидах и гербицидах. Небольшой объем промышленно производимого этиленоксида используется для стерилизации, фумигации и борьбы с насекомыми [1].

Производство окиси этилена является одним из наиболее динамично развивающимся. В России лидирующее место по производству окиси этилена занимает предприятие ПАО «Нижнекамскнефтехим». Технология производства окиси этилена с побочным получением моноэтиленгликоля и жидкой углекислоты закуплено по импорту у фирмы «Зальциттер» (ФРГ) по лицензии фирмы «Сайнтифик Дизайн» (США).

Промышленный способ получения окиси этилена — это парциальное окисление этилена на серебрянном катализаторе и действие щелочей на этиленхлоргидрине. Окисление этилена на серебрянном катализаторе можно проводить тремя способами: 1) Воздушный способ; 2) Кислородный под азотным балластом; 3) Кислородный под метановым балластом.

Реакции контролируемого окисления углеводородов сегодня практикуются в реакторах с неподвижным слоем, псевдооживленным слоем или транспортным слоем с кислородом или воздухом в качестве окислителя. В реакторах с неподвижным слоем из-за экзотермичности реакций окисления отвод тепла и контроль температуры имеют решающее значение для достижения безопасных и оптимальных условий реакции, которые максимизируют конверсию и селективность.

Промышленные реакторы часто контролируют образование горячих точек, используя соответствующий газ-разбавитель (балласт). Наиболее часто используемыми балластными газами являются пар, азот, метан и углекислый газ [2].

Исторически азот использовался в качестве балластного газа при промышленном эпоксидировании этилена. За последние тридцать лет использование балласта метана постепенно заменило почти все коммерческие процессы с азотным балластом.

Преимущества использования метана в качестве балластного газа на установках: увеличение жизненного цикла катализатора; снижение потребления азота; снижение потребления кислорода; снижение температуры горячих точек в реакторах; повышение

селективности катализатора; увеличение производства окиси этилена; снижение мощности компрессора рециркуляционного газа; предотвращение затопления абсорбционной колонны окиси этилена; уменьшение давления в абсорбере CO₂.

Использование метана в качестве инертной добавки позволяет повысить взрывобезопасное содержание кислорода в процессе. Получение этиленоксида включает парофазное окисление этилена молекулярным кислородом в присутствии гетерогенного катализатора, представляющего собой серебро на носителе типа оксида алюминия. Современные катализаторы эпоксидирования этилена на основе серебра обладают высокой селективностью в отношении получения оксида этилена и могут достигать значений селективности, которые превышают теоретически максимальную селективность 6/7 или 85,7 мол. % (<https://kurl.ru/YPaFy>).

В 2012 г. осуществлена реконструкция производства окиси этилена с целью увеличения производительности установки по эквивалентной окиси этилена до 230 000 тонн в год, перевод стадии синтеза окиси этилена на условия метанового балласта. В Таблице показана патентная проработка с целью изучения процесса получения окиси этилена и используемые в процессе катализаторы (<http://www.fips.ru>).

Таблица

<i>Название, №, дата публикации</i>	<i>Автор, обладатель</i>	<i>Краткое описание</i>
Способ осуществления эпоксидирования этилена, RU 2 263 670 C2, 2005.11.10	Эванс Уэйн Эррол, Шелл Интернэшнл Рисерч Маатсхаппий Б.В.	Настоящее изобретение относится к способу осуществления парофазного эпоксидирования этилена в присутствии нанесенного на носитель высокоселективного катализатора на основе серебра.
Способ выделения оксида этилена, RU 2 220 963 C1, 2004.01.10	Сафин Д.Х., Нижнекамскнефтехим	Изобретение относится к способу выделения оксида этилена абсорбцией из газовой смеси, получаемой в процессе окисления этилена молекулярным кислородом в присутствии серебросодержащего катализатора, и может использоваться в производстве оксида этилена.
Способ стабилизации процесса выделения оксида этилена, RU 2 237 665 C1, 2004.10.10	Сафин Д.Х., Нижнекамскнефтехим	Предложен способ стабилизации процесса выделения оксида этилена из газовой смеси, образующейся при окислении этилена кислородом в присутствии серебросодержащего катализатора, включающий абсорбцию водными растворами этиленгликолей, десорбцию полученного насыщенного сорбента при повышенной температуре с последующей обработкой сорбента после стадии десорбции пеногасителем, щелочным реагентом и рециклом сорбента на стадию абсорбции, при этом дополнительно определяют содержание поверхностно-активных веществ в сорбенте после стадии десорбции оксида этилена и поддерживают их концентрацию не выше 0,02 мас. %.
Способ производства этиленоксида,	Матуш Марек, Шелл Интернэшнл Рисерч Маатсхаппий Б.В.	Способ включает эксплуатацию системы производства этиленоксида, которая включает реакционную систему эпоксидирования, систему

Название, №, дата публикации	Автор, обладатель	Краткое описание
RU 2 348 624 С2, 2009.03.10		выделения этиленоксида и систему удаления диоксида углерода, которые работают в непосредственной связи друг с другом для обеспечения частичного окисления этилена кислородом с получением этиленоксида и выделения этиленоксидного продукта.
Катализатор окисления этилена, RU 2 331 474 С2, 2008.08.20	Ризкалла Набил, Д Лиценцфервертунгсгезел ьшафт мбХ энд Ко.КГ	Описан катализатор окисления этилена в этиленоксид, свободный от рения и переходного металла, представляющий собой серебро на твердом носителе.
Способ получения этиленоксида прямым окислением этилена выдухом или кислородом, RU 2 229 477 С2, 27 мая 2004 г.	Тайс Герхард, БАСФ Акциенгезель Шафт	зобретение относится к способу получения этиленоксида путем прямого окисления этилена воздухом или кислородом, в котором вода используется в качестве теплоносителя для отвода тепла. При этом используются водяной пар разряд 25-70 бар, который впоследствии дросселируют в одной или нескольких паровых турбинах Т, работающих по принципу противодавления, до давления пара, соответствующих рабочему давлению паровой сети N или рабочему давлению потребителей или на испарителе давления S в нижней части колонны. обезвоживания. Оксид этилена, полученный данными способом, находит свое применение для получения моноэтиленгликоля.
Способы получения этиленоксида и этиленгликоля, RU 2 462 461 С2, 27.09.2012	Рекерс Доминикус Мария, Шелл Интернэшнл Рисерч Маатсхаппий Б.В.	Изобретение относится к способу получения этиленоксида и, кроме того, этиленгликоля. В соответствии с изобретением дополнительная светодиодная лампа к одной или более позициям ниже потока теплоотводной секции этиленоксидного абсорбера для поддержания рН в диапазоне от 5,5 до 9,5, в любой мере, в одной области, где гликолевые эфиры гидролизуются до органических кислот и этиленгликоля.

Из патентной проработки видно, что наибольшие усилия исследователи и изобретатели прилагают к изучению к различным способам производства окиси этилена и изучению каталитической системы данного процесса это объясняется тем, что мировые рынки этилена и его производных, оксида этилена и этиленгликоля, стимулируются растущим спросом со стороны производителей.

Выводы

Используемый в промышленности для получения окиси этилена процесс эпоксидирования этилена кислородом на метановом балласте характеризуется высокой степенью оптимизации.

Используемые катализаторы эпоксидирования этилена на основе серебра обладают высокой селективностью в отношении получения окси этилена и могут достигать высоких значений селективности.

Представленные выше результаты проведенных исследований подтверждают актуальность настоящей работы.

Список литературы:

1. Юкельсон И. И. Технология основного органического синтеза. М.: Химия, 1968. 848 с.
2. Зимаков П. В., Дымент О. Н. Окись этилена. М.: Химия, 1967. 320 с.

References:

1. Yukel'son, I. I. (1968). Tekhnologiya osnovnogo organicheskogo sinteza. Moscow. (in Russian).
2. Zimakov, P. V., & Dyment O. N. (1967). Okis' etilena. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 31.01.2024 г.*

*Принята к публикации
08.02.2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Валеев А. А., Нуриева Э. Н., Сагдеева Г. С. Патентный анализ получения оксида этилена чистым кислородом на метановом балласте // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №3. С. 428-432. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/53>

Cite as (APA):

Valeev, A., Nurieva, E., & Sagdeeva, G. (2024). Patent Analysis of Production of Ethylene Oxide by Pure Oxygen on Methane Ballast. *Bulletin of Science and Practice*, 10(3), 428-432. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/53>