**Громова Елена Викторовна. Новый процесс хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла и его аппаратурное оформление : диссертация... кандидата технических наук : 05.17.08 Ангарск, 2007 117 с. РГБ ОД, 61:07-5/3027**

АНГАРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

**На правах рукописи**

Громова Елена Викторовна

**НОВЫЙ ПРОЦЕСС ХЛОРИРОВАНИЯ ЭТИЛЕНА С  
КОМБИНИРОВАННЫМ ОТВОДОМ ТЕПЛА  
И ЕГО АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ  
05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий**

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Б.А. Ульянов

**Ангарск - 2007**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. Технологический процесс жидкофазного хлорирования этилена

1. Способы получения 1,2 - дихлорэтана 7
2. Конструкции реакторов хлорирования этилена 11
3. [Закономерности хемосорбции 19](#bookmark1)
4. Влияние различных факторов на интенсивность абсорбции и

хемосорбции 25

1. [Поверхностные явления при хемосорбции 30](#bookmark6)
2. [Методы исследования поверхностной конвекции 35](#bookmark7)
3. [Гидродинамика и массообмен в вакуумных испарителях ... 38](#bookmark8)
4. [Постановка задач исследования 53](#bookmark31)

ГЛАВА 2. Исследование процесса хлорирования этилена

1. [Процессы тепло - и массообмена в пленке жидкости 54](#bookmark33)
2. Экспериментальные исследования поверхностных явлений

при хемосорбции этилена раствором хлора 61

ГЛАВА 3. Разработка вакуумного реактора с комбинированным отводом тепла

1. Модель идеального вытеснения зоны реакции 67
2. [Ячеечная модель зоны реакции 73](#bookmark36)

ГЛАВА 4. Разработка нового способа жидкофазного хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла 81

ГЛАВА 5. Разработка устройств стабилизации и ввода этилена

1. Разработка устройства стабилизации потока жидкости в бар-

ботажных газлифтных реакторах 85

1. [Разработка эжекционного устройства для ввода этилена ... 89](#bookmark41)

ВЫВОДЫ 93

ЛИТЕРАТУРА 95

[Приложение 1 105](#bookmark54)

[Приложение 2 109](#bookmark59)

Приложение 3 114

Приложение 4 116

ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** 1,2-дихлорэтан является ценным хи­мическим сырьем, которое широко используется в различных областях промышленности в качестве растворителя, а также при производстве дру­гих хлорорганических продуктов. В химической промышленности 1,2- дихлорэтан получают методом хемосорбции этилена раствором хлора. Различают низкотемпературный и высокотемпературный процессы хлори­рования.

Достоинством низкотемпературного процесса является высокая се­лективность (99.6%), объясняющаяся замедлением побочных реакций при снижении температуры. К недостаткам, ограничивающим возможность более широкого использования низкотемпературного процесса в промыш­ленности, относятся большой объем сточных вод на стадии отмывки, зна­чительный расход катализатора на единицу продукции, большие расходы воды на охлаждение реакционной массы и потери тепла реакции.

При высокотемпературном процессе хлорирования этилена продук­ты реакции не содержат катализатор. Они отводятся из реактора в виде на­сыщенного пара, теплота конденсации которого может быть полезно ис­пользована. Однако, вследствие повышения температуры, селективность процесса снижается и требуется очистка 1,2-дихлорэтана от примесей с помощью энергоемкого процесса ректификации.

В предложенном нами низкотемпературном способе хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла 1/6 часть выделяющейся в ре­акторе теплоты отводится за счет испарения 1,2-дихлорэтана при кипении, а 5/6 частей теплоты отводится в выносном теплообменнике.

Жидкофазное хлорирование этилена под вакуумом позволяет со­вместить достоинства низкотемпературного и высокотемпературного про­цессов. Понижение давления приводит к уменьшению температуры кипе­ния среды в реакторе, что позволяет обеспечить высокую селективность процесса. Отвод продукта из раствора в виде пара исключает стадию от­мывки продукта от катализатора. Все это позволяет повысить технико­

экономические показатели процесса и имеет большое практическое значе­ние.

Цель работы. Разработать новый способ хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла и его аппаратурное оформление. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие за­дачи:

* исследовать поверхностные явления при хемосорбции этилена раство­ром хлора;
* разработать модель хемосорбции этилена раствором хлора в газлифт­ном реакторе;
* исследовать влияние давления в верхней части реактора на параметры зоны реакции;
* разработать устройства стабилизации расхода жидкости для барботаж- ного газлифтного реактора хлорирования этилена;
* разработать распределительные устройства для ввода этилена в слой жидкости.

Научная новизна работы состоит в следующем:

Разработан низкотемпературный способ хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла под вакуумом.

Теоретически предсказана и экспериментально подтверждена поверх­ностная конвекция при хемосорбции этилена раствором хлора.

Разработана модель хемосорбции этилена в барботажном реакторе, по­зволяющая определить основные характеристики зоны реакции в зависи­мости от определяющих факторов.

Разработаны эффективные распределительные устройства для ввода этилена и стабилизации потока жидкости в барботажном реакторе.

Практическая значимость. Реализация нового способа хлорирова­ния этилена позволяет обеспечить содержание 1,2-дихлорэтана в продук­тах реакции выше 99,6% и тем самым снизить потери реагентов (хлора и этилена), обусловленные побочными реакциями.

Высокое качество 1,2-дихлорэтана позволяет исключить стадию рек­тификации продуктов реакции, а также стадию отмывки продуктов от ка­тализатора.

**Апробация работы и публикации.** Результаты работы докладыва­лись и обсуждались на Всероссийской научно-технической конференции «Новые химические технологии: производство и применение», г. Пенза (2006 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Химия и хи­мическая технология», г. Иркутск (2006 г.), 16 международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях», г. Рос­тов - на - Дону (2003 г.), VI международном симпозиуме молодых ученых, г. Москва (2002 г.), на ежегодных научно - технических конференциях Ан­гарской государственной технической академии «Современные техноло­гии и научно - технический прогресс», г. Ангарск (2001 - 2006 г.г.). По ма­териалам диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 11 статей. По заявке № 2004131405 «Вакуумный реактор жидкофазного хло­рирования этилена» получено решение о выдаче патента РФ от 10.04.2006. По заявке № 2005116091 «Способ получения 1,2 - дихлорэтана под вакуу­мом» получено решение о выдаче патента РФ от 20.11.2006.

**Структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введе­ния, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложе­на на 114 страницах машинописного текста, содержит 40 рисунков, 1 таб­лицу и 4 приложения на 9 страницах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

* Разработан новый способ хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла за счет частичного испарения жидкости и ее охлажде­ния в выносном холодильнике, позволяющий повысить селектив­ность процесса до 99.9%.
* Экспериментальные исследования показали, что при хемосорбции этилена раствором хлора на горизонтальной поверхности разделафаз возникает упорядоченная ячеечная конвекция, ускоряющая мас­соперенос.
* Исследование хемосорбции этилена раствором хлора показали, что массообмен протекает в конвективном режиме, обусловленном не­стабильностью подвижной границы раздела фаз.
* На основе материального и теплового баланса, учитывающего теп­ловой эффект реакции и теплоту растворения хлора, рассчитаны протяженности зон реакции и кипения, и установлено влияние на них кратности циркуляции раствора и давления в аппарате. Показа­но, что понижение давления в аппарате благоприятно сказывается на температурном режиме реактора и позволяет увеличить селектив­ность процесса хлорирования этилена. Разработан новый реактор жидкофазного хлорирования этилена с комбинированным отводом тепла. Получено решение о выдаче патента РФ на «Способ получе­ния 1,2 - дихлорэтана под вакуумом». Получено решение о выдаче патента РФ на «Вакуумный реактор жидкофазного хлорирования этилена».
* Разработаны устройства стабилизации расхода жидкости в барбо- тажных газлифтных реакторах, обеспечивающие равномерное рас­пределение реагентов, исключающие пульсации среды и образова­ние обратных пристеночных потоков. Вследствие низкого гидравли­ческого сопротивления стабилизирующие устройства незначительно снижают протяженность зоны кипения и скорость циркуляции жид­кости.
* Разработаны распределительные устройства эжекторного типа для ввода этилена в слой жидкости. Газообразный этилен в них увлекает жидкость и ингибитор в виде мелкодисперсных капель с развитой поверхностью контакта фаз. Присутствие в газовой фазе капель аэ­розоля с катализатором способствует снижению скорости побочных реакций и обеспечивает образование целевого продукта.

Результаты доложены на техническом совете ОАО «СаянскХИМ­ПЛАСТ» и приняты к внедрению.