

УДК 66.01/.09.542.973

ПИРОЛИЗ ДИХЛОРЕТАНА В УСЛОВИЯХ АЭРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛИЗА. СХЕМА ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Ляскевич В. С., Гликина И. М.

PYROLYSIS OF ETHYLENE DICHLORIDE UNDER AEROSOL NANOKATALISYS. INDUSTRIAL IMPLEMENTATION SCHEME

Lyaskevich V. S., Glikina I. M.

Реализован синтез винилхлорида по реакции дегидрохлорирования дихлорэтана. В существующих промышленно освоенных технологиях при термическом пиролизе дихлорэтана в трубчатых печах (до 550°C) наблюдается повышенное коксообразование. Низкая конверсия дихлорэтана (не более 55%) приводит к повышенным энергетическим затратам на очистку и рецикл непрореагировавшего дихлорэтана. Это указывает на необходимость совершенствования стадии пиролиза 1,2-дихлорэтана (ДХЭ) в производстве винилхлорида.

Представлены результаты экспериментальных исследований термокаталитического пиролиза 1,2-дихлорэтана в условиях технологии аэрозольного нанокатализа. Показано, что применение наночастичек катализатора (CuO или Fe₂O₃) и непрерывная их механохимическая активация в реакционной зоне позволяет снизить температуру процесса пиролиза до 300°C. Одновременно увеличивается скорость химических превращений, степень конверсии и снижается коксообразование. Проведено сравнение процесса пиролиза аэрозольным нанокатализом (AnCVB) с промышленно освоенными технологиями. Предложена возможная новая технологическая схема промышленного процесса.

Ключевые слова: 1,2-дихлорэтан, винилхлорид, пиролиз, дегидрохлорирование, катализатор, аэрозоль.

1. Введение. Получение винилхлорида (ВХ) – входит в десятку крупнейших производств основного органического синтеза. В настоящее время существуют три основных способа получения винилхлорида, которые реализованы в промышленных масштабах [1]:

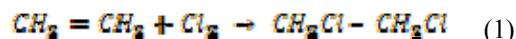
- каталитическое газофазное гидрохлорирование ацетилена;
- комбинированный метод на основе этилена и ацетилена;

- метод на основе этилена сбалансированный по хлору.

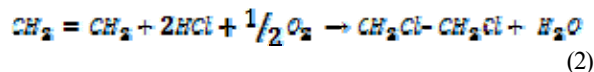
Первые два способа по-прежнему существуют на многих предприятиях, не смотря на то, что они используют более дорогой ацетилен в качестве сырья.

Самым современным и наиболее эффективным с экономической точки зрения является сбалансированный по хлору процесс окислительного хлорирования этилена. Этим методом в 2010 году было произведено более 95% винилхлорида [2]. В данном процессе получение мономера ВХ из этилена протекает в три стадии. Химизм процесса сбалансированного по хлору метода на основе этилена:

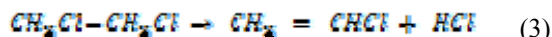
Хлорирование этилена – I стадия производства ВХ:



Окислительное хлорирование этилена – II стадия:



Термическое дегидрохлорирование 1,2-ДХЭ – III стадия:



При такой схеме производства распределение этилена происходит примерно поровну между стадиями прямого и окислительного хлорирования. Одной из самых распространённых технологий производства винилхлорида в мире является «Vinnolit VCM Process» [2], лицензируемый немецкой компанией «Vinnolit» GmbH & Co (рис. 1)

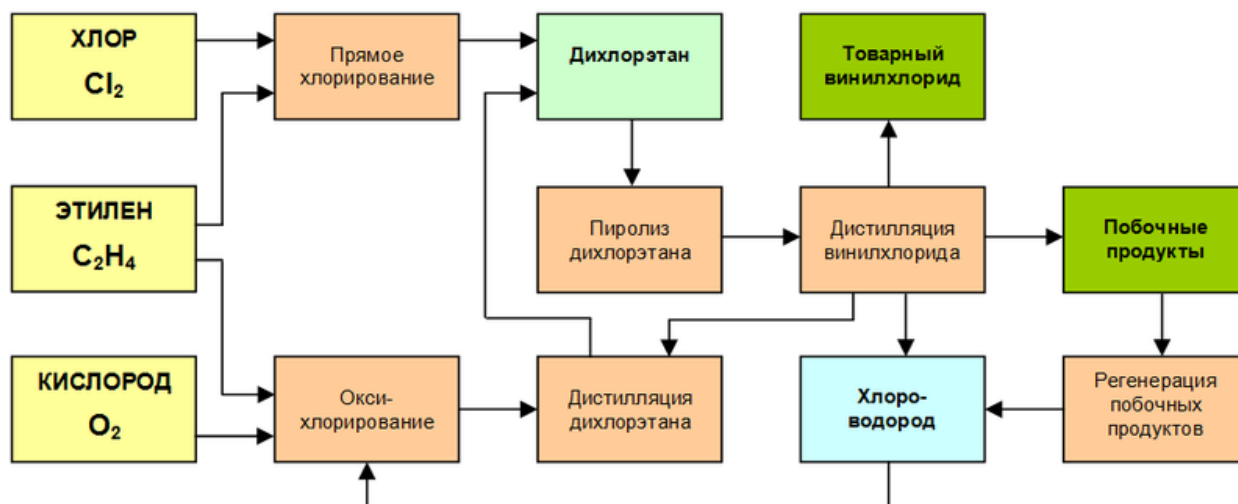


Рис. 1. Блок-схема производна винилхлорида по сбалансированному методу

На первой стадии получают ДХЭ за счет прямого хлорирования (1), на второй стадии – за счет оксихлорирования (2). Обе реакции – экзотермические. ДХЭ, полученный при прямом хлорировании без дополнительной очистки, подается непосредственно в печь пиролиза. ДХЭ, полученный в процессе оксихлорирования, до подачи в пиролизную печь проходит через стадию очистки (дистилляцию ДХЭ). На третьей стадии ДХЭ подвергается разложению в печи пиролиза (3). Образовавшийся при этом ВХ, а также HCl и непрореагировавший ДХЭ отделяются на стадии дистилляции ВХ. ДХЭ хранится в резервуаре, в то время как HCl возвращается на стадию оксихлорирования (2), а непрореагировавший ДХЭ – в пиролизную печь (3). Образовавшаяся при этом технологическая вода отправляется на химочистку. Газы перед сбрасыванием в атмосферу необходимо обезвреживать, что усложняет технологию процесса. HCl выделяется в колонне и направляется на стадию оксихлорирования. Очищенный ВХ выделяется в верхней части колонны.

Отходящие газы, содержащие загрязняющие вещества, и жидкие отходы подаются на стадию утилизации HCl и разделяются на HCl, CO₂ и воду. За счет повторного использования рекуперированного HCl в процессе оксихлорирования достигают практически полного превращения подаваемого хлора [2].

2. Проблема рассматриваемой технологии. ДХЭ подвергается разложению в пиролизной печи, работающей на разных видах топлива (природном газе, мазуте и т. д.). ВХ и HCl образуются при температуре $\geq 480^\circ\text{C}$ в ходе обратимой эндотермической реакции. Кроме ВХ и HCl образуются побочные продукты разной химической структуры, в т. ч. и кокс. Интервалы безостановочного пробега очень длительные – до 1 года или больше [2].

На выходе из пиролизной печи продукт состоит из ВХ, HCl, непрореагировавшего ДХЭ и

побочных продуктов разной химической структуры. В процессе термического пиролиза образуется значительное количество побочных соединений: ацетилен, бутadiен, хлоропрен, метилхлорид и другие.

Современная технология компании «Vinnolit» GmbH & Co по пиролизу ДХЭ отличается следующими преимуществами:

- высокая надежность работы в связи с низкой закоксованностью (малое время контакта);
- степень пиролиза до 60%;
- большая экономия первичной и вторичной энергии за счет:
 - ✓ предварительного испарения ДХЭ под теплом пиролизного газа;
 - ✓ получения пара за счет тепла дымного и пиролизного газов.

Но данные преимущества процесса не решают все указанные выше проблемы многостадийной очистки в колоннах. В существующих промышленно освоенных технологиях при пиролизе ДХЭ в трубчатых печах наблюдается повышенное коксообразование.

Процесс пиролиза проходит при температуре до 480°C , что приводит к значительным энергетическим затратам, образованию побочных продуктов осмоления, коксованию, прогару трубок печи, поэтому требуется периодическая термическая очистка.

3. Цель работы – осуществление пиролиза ДХЭ по технологии аэрозольного нанокатализа [3,4]. В данной статье рассматривается вторая стадия – пиролиз ДХЭ. Для решения подобных задач применение традиционных каталитических систем с носителем нами не практикуется [8], так как они не отличаются высокой активностью и дезактивируются за счет отложения полимеров и кокса [5].

По итогам проведенных исследований [2, 3] было показано, что этих недостатков лишен

предложенный процесс пиролиза с применением аэрозольного нанокатализа (AnCVB).

Целью работы является анализ целесообразности применения AnCVB для процесса каталитического пиролиза ДХЭ с использованием простых порошкообразных катализаторов (CuO или Fe₂O₃) и получение мономера винилхлорида.

4. Задачи исследования

- изучить влияние частоты механохимической активации и температуры на селективность по ВХ и степень превращения ДХЭ при применении AnCVB;

- определить оптимальные условия для проведения каталитического пиролиза в условиях AnCVB на порошкообразном катализаторе CuO или Fe₂O₃ без носителя;

- сопоставить результаты исследований с промышленными данными;

- предложить вариант промышленной реализации процесса пиролиза ДХЭ по технологии AnCVB.

5. Исследовательская работа с применением виброреактора [11]. Применение наночастиц катализатора без носителя и постоянная механохимическая активация частиц катализатора является особенностью AnCVB (Aerosol nanoCatalysis with Vibration Bed) [13]. В реакционном объеме в результате непрерывной механохимической активации образуются активные наночастицы с размерами 8÷100 нм [6]. При вибрации реактора происходит образование квазиструктуры каталитической системы, включающей наночастицы катализатора [6] во всем объеме реакционной зоны. Размер и активность частиц катализатора зависят от частоты колебаний реактора и подлежат исследованию. Для этого требуется специальное оборудование.

Совокупность специфических свойств AnCVB [6, 12] позволяет ожидать положительные результаты применения технологии для стадии пиролиза 1,2-дихлорэтана и возможное повышение ее эффективности. Этому будут способствовать известные свойства технологии AnCVB:

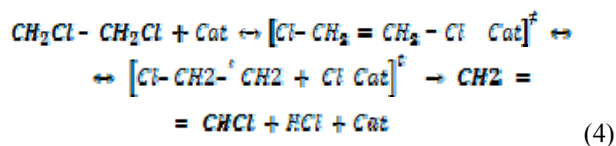
- использование каталитически активного материала без носителя, т. е. исключение внутридиффузионных стадий процесса;
- применение в качестве катализаторов оксидов металлов в количестве до 10 г/м³ реакционной зоны;
- механическое удаление образующегося реакционного кокса с активной поверхности частиц катализатора (его структура не имеет пор, а частицы подвергаются непрерывной механообработке (соударению) диспергирующим материалом);
- возможное исключение (или существенное снижение) подачи пара в реакционную зону - подавление коксообразования и осмоления, чему будет способствовать снижение температуры процесса.

С учетом указанных особенностей [3, 4, 6] была создана лабораторная установка, схема которой приведена в [2]:

- подача паров дихлорэтана с разной степенью разбавления инертным газом позволит за счет снижения парциального давления ДХЭ снизить скорость протекания побочных реакций и обеспечить равномерность подачи и распределения сырья в реакционном объеме;
- закалку реакционных газов охлаждением необходимо проводить в нескольких барботерах, что обеспечит отделения не прореагировавшей органики, и повысит точность анализа смеси на HCl;
- необходимо за счет больших объемных скоростей обеспечить уменьшение времени контакта для снижения (исключения) коксообразования при снижении температуры до 300°C.

В работах [2, 3] изучались следующие параметры процесса: зависимость степени превращения (X_{ДХЭ}), селективности (S_{ВХ}) по винилхлориду, скорости пиролиза дихлорэтана (W_{ДХЭ}) от времени контакта (τ), частоты колебания (f) слоя катализатора, концентрации катализатора (C_{кат}) и температуры (t). Итоговая сравнительная характеристика технической составляющей и режима промышленной и предложенной технологий приведена в [3, 4].

Процесс каталитического дегидрохлорирования 1,2-ДХЭ (3) по принципу фазового состояния реагентов и катализатора – гетерогенный [1]. Механизм взаимодействия катализатора и реагентов – радикальный и включает следующие основные стадии:



Результаты исследований приведены в табл. 1. Возможность сравнения результатов эффективности каталитических систем подтверждена применением катализаторов основы, подобной промышленным аналогам (соли Cu²⁺ и Fe³⁺), при этом получены более высокие показатели процесса пиролиза ДХЭ. Сравнительные основные характеристики традиционных процессов каталитического пиролиза и предлагаемой технологии аэрозольного нанокатализа приведены в табл. 2.

Экспериментальные исследования проводились с целью доказательства того, что процесс пиролиза по технологии аэрозольного нанокатализа (AnCVB) является экономически более эффективным методом получения ВХ, чем пиролиз в печах.

Таблица 1

Экспериментальные данные пиролиза по технологии AnCVB

($V_{\text{реактора}}=220$ мл, $C_{\text{CuO}} = 0,01$ г/л)

№	Условия эксперимента					Кол-во продуктов			Параметры процесса			
	Задаваемые величины		Расход		Время контакта				X	S	$k_{\text{эф}}$	$W_{\text{ДХЭ}}$
	t	f	ДХЭ	N ₂	τ	BX	HCL	$C_{xH_yCl_z+Cl_2}$				
	°C	Гц	мл/мин	мл/мин	с	г	г	мг				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	250	0	0.33/0.66	13.33	0.45	2.11	0.68	3.45	46.1	55.2	2.34555	0.04763
	250	1		28.83	0.78	3.07	0.81	2.35	65.4	54.8	0.21144	0.0074
	250	2		33.33	0.63	2.75	1.05	2.43	61.7	55.6	0.69415	0.01963
	250	3		83.33	0.45	2.56	1.22	2.46	59.8	56.3	1.77139	0.03597
	250	4		141.67	0.34	2.21	1.38	2.64	54.8	57.5	3.44932	0.05271
	250	5		186.67	0.29	3.94	1.54	2.75	58.7	58.9	4.95124	0.06353
	250	6		233.33	0.24	4.70	1.80	2.73	61.1	59.5	6.55764	0.07214
	300	0	0.33/0.66	13.33	0.38	2.60	0.84	4.24	64.6	75.6	2.79120	0.05668
	300	1		28.83	0.31	3.78	1.00	2.89	91.6	75.0	0.25161	0.00881
	300	2		33.33	0.25	3.38	1.29	2.99	86.4	76.2	0.82604	0.02336
	300	3		83.33	0.18	3.15	1.50	3.03	83.7	77.2	2.10795	0.04280
	300	4		141.67	0.14	2.72	1.70	3.25	76.7	78.8	4.10469	0.06272
	300	5		186.67	0.12	4.85	1.89	3.38	82.2	80.7	5.89198	0.07560
	300	6		233.33	0.10	5.78	2.21	3.36	85.5	81.5	7.80359	0.08585
	350	0	0.33/0.66	13.33	0.18	2.26	0.97	3.14	72.4	67.7	2.65164	0.06518
	350	1		28.83	0.31	3.29	1.15	4.88	102.6	67.1	0.23903	0.01013
	350	2		33.33	0.25	2.94	1.48	3.32	96.8	68.2	0.78474	0.02686
	350	3		83.33	0.18	2.74	1.73	3.44	93.7	69.1	2.00255	0.04922
	350	4		141.67	0.14	2.37	1.96	3.48	85.9	70.5	3.89946	0.07213
	350	5		186.67	0.12	4.22	2.17	3.74	92.1	72.2	5.59738	0.08694
	350	6		233.33	0.10	5.03	2.54	3.89	95.8	72.9	7.41341	0.09873

Таблица 2

Сравнение традиционного каталитического пиролиза и исследуемой технологии

Параметр	Метод получения BX		
	Термический пиролиз [1]	Термокаталитический пиролиз (промышл.), в т. ч. VCM	AnCVB пиролиз [2, 3, эксперимент] оптимальные данные
Температура процесса, °C	600	480÷550	300
Катализатор	–	CuO + носитель	CuO (порошок) Fe ₂ O ₃ (порошок)
Время деактивации, ч	–	≈ 7000	отсутствует
Степень превращения	58	60	75
Селективность	60	65	85
Скорость пиролиза, кг/(кг _{кат} *час)	–	2,5	4,9·10 ⁵

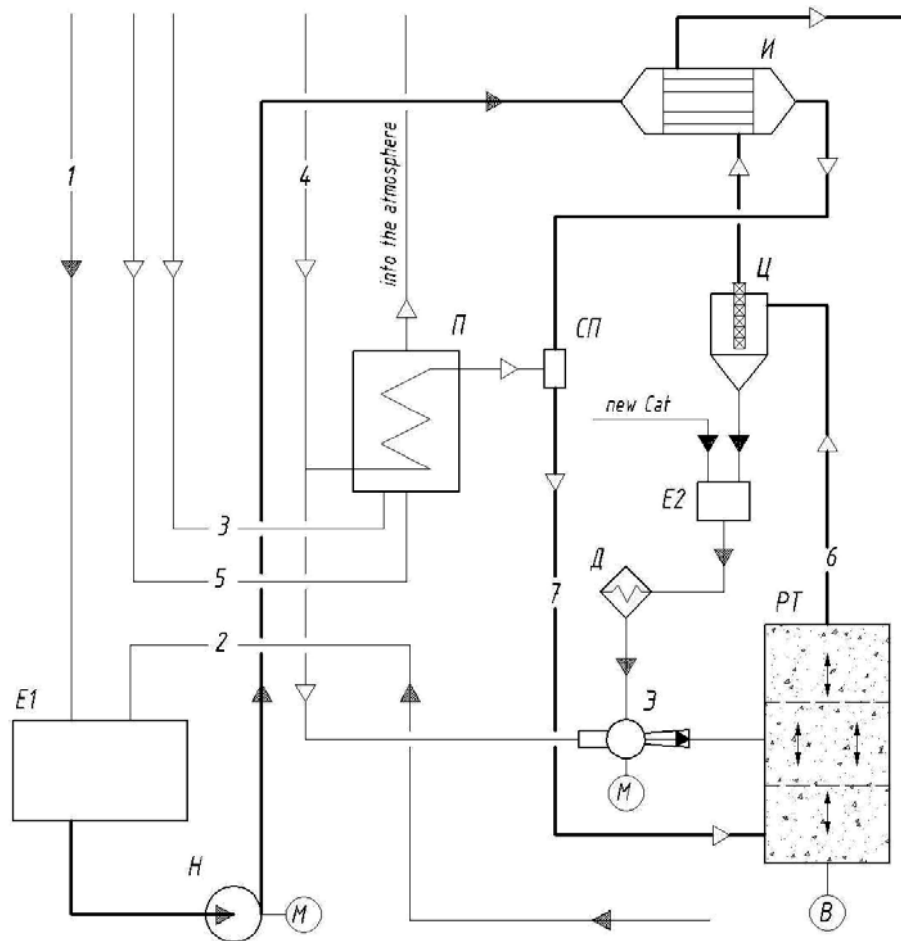


Рис. 2. Возможная промышленная технологическая схема получения винилхлорида со стадией пиролиза на основе аэрозольного нанокатализа (AnCVB):

1 – ДХЭ-сырье; 2 – ДХЭ возвратный; 3 – воздух; 4 – азот технический; 5 – природный газ; 6 – газы пиролиза; 7 – паро-азотная смесь; Д – дозатор катализатора; Е1 – емкость буферная; Е2 – бункер для катализатора; И – испаритель; Н – насос подачи; П – печь; Р – реактор пиролиза; С – смеситель; Ц – циклон; Э – эжектор

Как видно из таблицы 2, основные показатели процесса с применением аэрозольного нанокатализа качественно выше, чем при пиролизе в печах, что подтверждает необходимость проведения дальнейших исследований на установках большего размера.

С учетом данных об эффективности процесса, указанных выше, и проведенного анализа особенностей технологии AnCVB [3, 4, 6, 7, 8] для осуществления пиролиза ДХЭ с применением аэрозольного нанокатализа была предложена схема узла пиролиза промышленного производства ВХ, представленная на рис. 2.

Данная схема разработана с учетом результатов, приведенных в [9, 10], с изменением стадии пиролиза дихлорэтана – части комбинированного производства винилхлорида из этилена через стадию пиролиза 1,2-дихлорэтана способом сбалансированным по хлору (технология «Vinnolit VCM Process»).

ДХЭ со стадии хлорирования этилена, смешиваясь с оборотным в буферной емкости Е1,

подаётся насосом Н в испаритель И, нагреваемый газами пиролиза, которые выходят из реактора РТ. Перегретые пары ДХЭ смешиваются с горячим азотом, нагреваемым в печи П, в смесителе потоков (С). Полученная парогазовая смесь направляется в реактор РТ, где в секционированном виброожиженном слое каталитической наносистемы происходит термокаталитическое разложение (пиролиз) 1,2-дихлорэтана на винилхлорид, хлористый водород и побочные продукты. Газы пиролиза проходят через циклон (Ц), очищаясь от незначительного количества унесенного катализатора, и подаются в (И). Из циклона катализатор сыпается в бункер (Е2), где, смешиваясь со свежим катализатором через эжектор (Э), подается в реактор. После испарения ДХЭ в (И) газы пиролиза проходят на стадию выделения (ректификационный узел).

6. Выводы Исследованы влияние параметров процесса пиролиза по AnCVB на селективность по ВХ и степень превращения ДХЭ. Определены оптимальные условия для проведения

каталитического пиролиза в условиях AnCVB на порошкообразном катализаторе CuO или Fe₂O₃ без носителя. Показаны преимущества предложенной технологии AnCVB относительно пиролиза в печи: снижение температуры процесса, энергии активации, исключение подачи пара, расходов на очистку и разделение продуктов.

Произведено сопоставление результатов исследований с промышленными данными: показано, что по сравнению с традиционным каталитическим пиролизом температура процесса снижается на 180÷200°C при более высокой степени превращения. Непрерывная механохимическая активация катализатора *in situ* (в зоне реакции) препятствует отложению кокса на его поверхности, и это позволит в промышленной реализации процесса сохранить высокую постоянную активность неограниченно долгое время.

Предложена схема возможной промышленной реализации процесса пиролиза по технологии AnCVB.

Л и т е р а т у р а

1. Флид М. Р. Винилхлорид: химия и технология: в 2 кн. / М. Р. Флид, Ю. А. Трегер – М.: Калвис, 2008.
2. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Винилхлорид>.
3. Ляскевич В. С. Изучение термокatalитического пиролиза 1,2-дихлорэтана по технологии аэрозольного нанокатализа / В. С. Ляскевич, И. М. Гликина // Вестник Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. – 2011. – Ч. 2, № 15 (169). – С. 62-70.
4. Отримання винилхлориду аерозольним нанокатализом на Fe₂O₃ з вивченням впливу основних технологічних чинників на швидкість реакції / В. С. Ляскевич, І. М. Глікіна, А. М. Керімова, М. В. Чумак // Вестник Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. – 2012. – Ч. 2, № 14 (186). – С. 74-82.
5. Мухина Т. Н. Пиролиз углеводородного сырья / Мухина Т. Н., Барабанов Н. Л., Бабаш С. Е. – М.: Химия, 1987. – 239 с.
6. Гликин М. А. Аэрозольный катализ / М. А. Гликин // Теоретические основы химической технологии. – 1996. – Т. 30, № 4. – С. 430-435.
7. Глікіна І. М. Основи технології аерозольної нанокаталітичної переробки органічних сполук у віброзрідженому шарі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.04 «Технологія продуктів органічного синтезу» / Глікіна І. М. – Львів, 2005.
8. Гетерогенный катализ на пористой структуре и в аэрозоле / М. А. Гликин, Д. А. Кутакова, Е. М. Принь, И. М. Гликина, А. И. Волга // Катализ и нефтехимия. – 2000. – № 5-6. – С. 92-100.
9. Членов В. А. Виброкипящий слой / В. А. Членов, Н. В. Михайлов – М.: Наука, 1972. – 340 с.
10. Поливинилхлорид / [Ульянов В. М., Рыбкин Э. П., Гуткович А. Д., Пишин Г. А.]. – М.: Химия, 1992. – 288 с.
11. Декларационный пат. 67504 Украина, А, 7 В 01 J8/18. Способ осуществления газозольных химических процессов аэрозольным нанокатализом / Гликин М. А., Гликина И. М., Попова Л. В., Принь Е. М.; заявитель и патентообладатель; опубл. 15.03.99, Бюл. № 13 (III ч.).
12. A new way to increase catalytic activity / M. A. Glikin, D. A. Kutakova, I. M. Glikina, A. I. Volga // Adsorption science and technology. – Vol. 19, No. 2. – 2001. – P. 101-115.
13. Glikin M. A. Investigations and Applications of Aerosol Nano-catalysis in a Vibrofluidized (Vibrating) Bed / M. A. Glikin, E. Kauffeldt, I. M. Glikina // Adsorption Science & Technology. – Vol. 23, No. 2. – 2005. – P. 135-143.

References

1. Flid M. R. Vinilkhlорid: Chimiya & tehnologiya: v 2 kn. / M. R. Flid, U. A. Treger – M.: Kalvis, 2008.
2. Materialu iz Wikipedii – svobodnoy entsiklopedii [Elektronniy resurs] – Rezim dostupa k statie: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Винилхлорид>.
3. Lyaskevich V. S. Izuchenie termokataliticheskogo piroliza 1,2-dichlorenana po tehnologii aerezolnogo nanokataliza / V. S. Lyaskevich, I. M. Glikina // Vestnik Vostochnonatsionalnogo universitety imeni Vladimira Dalya. – 2011. – Ch. 2, № 15 (169). – S. 62-70.
4. Otrumannya vinilkhlорidy aerezolnum nanokatalizom na Fe₂O₃ z vuvchennyam vplyvy osnovnykh tehnologichnykh chunnikov na shvidkist reaktzii / V. S. Lyaskevich, I. M. Glikina, A. M. Keremova, M. V. Chymak // Vestnik Vostochnonatsionalnogo universitety imeni Vladimira Dalya. – 2012. – Ch. 2, № 14 (186). – S. 74-82.
5. Mychina T. N. Piroliz uglevodorodnogo suriya / Mychina T. N., Barabanov N. L., Babasch S. E. – M.: Chimiya, 1987. – 239 s.
6. Glikin M. A. Aerezolnyi kataliz / M. A. Glikin // Teoriticheskie osnovu khimicheskoi tehnologii. – 1996. – T. 30, № 4. – S. 430-435.
7. Glikina I. M. Osnovu tehnologii aerezolnoi nanokatalichnoi pererobotki organichnykh spolyk u vibrozridgennoy shari: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tech. nauk: spec. 05.17.04 «Tehnologiya produktiv organchnogo sintezy» / Glikina I. M. – Lviv, 2005.
8. Geterogeniyy kataliz na poristoy strukture i v aerezole / M. A. Glikin, D. A. Kutakova, E. M. Prun, I. M. Glikina, A. I. Volga // Kataliz i neftechimiya. – 2000. – № 5-6. – S. 92-100.
9. Chlenov V. A. Vibrokipyaschiy sloy / V.A. Chlenov, N. B. Michailov – M.: Nauka, 1972. – 340 s.
10. Polivinilchlorid / [Yl'yanov V. M., Rubkin E. P., Gutkoivh A. D., Pischin G. A.]. – M.: Chimiya, 1992. – 288 s.
11. Deklaratsionnyy pat. 67504 Ukraina, A, 7 B 01 J8/18. Sposob osuschestvleniya gazofaznykh khimicheskikh protsessov aerezolnum nanokatalizom / Glikin M. A., Glikina I. M., Popova L. V. Prun E. M.; zayavitel I patentoobladatel; opubl. 15.03.99, Bul. № 13 (III ch.)
12. A new way to increase catalytic activity / M. A. Glikin, D. A. Kutakova, I. M. Glikina, A. I. Volga // Adsorption science and technology. – Vol. 19, No. 2. – 2001. – P. 101-115.
13. Glikin M. A. Investigations and Applications of Aerosol Nano-catalysis in a Vibrofluidized (Vibrating) Bed / M. A. Glikin, E. Kauffeldt, I. M. Glikina // Adsorption Science & Technology. – Vol. 23, No. 2. – 2005. – P. 135-143.

Ляскевич В. С., Гликіна І. М. Піроліз дихлоретану в умовах аерозольного нанокаталізу. Схема промислової реалізації

Реалізований синтез вінілхлориду з реакції дегідрохлоридування дихлоретану. В існуючих промислово освоєних технологіях при термічному піролізі дихлоретану в трубчастих печах (до 550°C) спостерігається підвищене коксоутворення. Низька конверсія дихлоретану (не більше 55%) призводить до підвищеним енергетичним витратам на очистку і рецикл неперетвореного дихлоретану. Це вказує на необхідність вдосконалення стадії піролізу 1,2-дихлоретану в виробництві вінілхлориду. Наведені результати експериментальних досліджень термокаталітичного піролізу 1,2-дихлоретану в умовах технології аерозольного нанокаталізу.

Показано, що застосування наночастинок каталізатора (CuO або Fe₂O₃) і безперервна їх механохімічна активація в реакційній зоні дозволяє знизити температуру процесу піролізу до 300°C. Одночасно збільшується швидкість хімічних перетворень, ступінь конверсії і знижується коксоутворення. Проведено порівняння процесу піролізу аерозольним нанокаталізом AnCVB з промислово освоєними технологіями. Запропоновано можлива нова технологічна схема промислового процесу.

Ключові слова: 1,2-дихлоретан, вінілхлорид, піроліз, дегідрохлоридування, каталізатор, аерозоль.

Lyaskevich V. S., Glikina I. M. Pyrolysis of ethylene dichloride under aerosol nanokatalisys. Industrial implementation scheme

The synthesis of vinyl chloride has been examined through the reaction of dehydrochlorination of dichloroethane. An increased coke formation is observed in the industrially mature technologies of the thermal pyrolysis of ethylene dichloride in tube furnaces (up to 550°C). Low conversion of dichloroethane (no more than 55%) results in higher energy costs for cleaning and recycling of unreacted ethylene dichloride. This points to the need of improving the pyrolysis step of 1,2-dichloroethane in the production of vinyl chloride.

Experimental research results of thermocatalytic pyrolysis of 1,2-dichloroethane under the aerosol nanokatalisys technology are displayed. It is shown that the use of nanoparticles of catalyst (CuO or Fe₂O₃) and the continuity of their mechanic and chemical activation in the reaction zone allows to reduce the temperature of the pyrolysis to 300°C. Simultaneously, the speed of chemical conversions and the conversion rate increase, and coke formation reduces. A comparison has been made of the pyrolysis by aerosol nanokatalisys AnCVB against industrially mature technologies. The new possible process flow scheme of an industrial process has been suggested.

Key words: 1,2-dichloroethane, vinyl chloride, pyrolysis, dehydrochlorination, catalyst, aerosol.

Ляскевич Віктор Сосланович – аспірант кафедри технології органічних речовин, палива і полімерів, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). lvs-007@ua.ru

Глікіна Ірина Маратівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології органічних речовин, палива та полімерів, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). irene555@mail.ru

Рецензент: Глікін М. А. - д. т. н., професор

Стаття подана 15.10.2014