

Ульянов Борис Александрович,
д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: xtt-agta@yandex.ru

Раскулова Татьяна Валентиновна,
д.х.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: raskulova@list.ru

Фереферов Михаил Юрьевич,
к.т.н, доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: fmu@agta.ru

ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ СТАДИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛБЕНЗОЛА

Ulyanov B.A., Raskulova T.V., Fereferov M.U.

THE OFF-GAS PURIFICATION AFTER THE CATALYTIC COMPLEX PREPARATION'S STAGE OF THE ETHYL BENZENE PRODUCTION

Аннотация. Предложено осуществлять очистку отходящих газов от паров бензола путем абсорбции их в насадочной колонне. Определены условия процесса и рассчитаны основные размеры колонны.

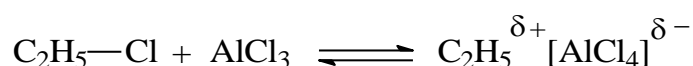
Ключевые слова: пары бензола, абсорбция, насадочная колонна.

Abstract. It is offered to carry out purification of flue gases of benzene vapors by absorption them in a nozzle column. Conditions of process are defined and the main sizes of a column are calculated.

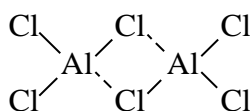
Keywords: benzene vapor, absorption, packed column.

В процессе алкилирования бензола используется катализаторный комплекс, который готовится из хлористого алюминия и хлористого этилена в смеси бензола, моно- или полиалкилбензолами.

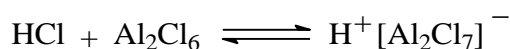
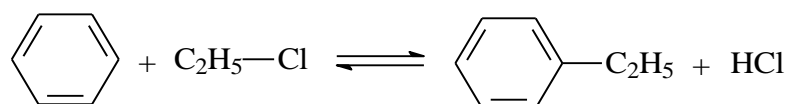
Упрощенно реакцию образования каталитического комплекса Густавсона можно представить в следующем виде [1]:



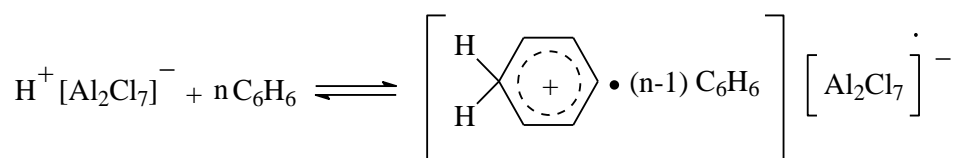
В структуру каталитического комплекса обязательно включается от 1 до 6 молекул бензола или ПАБ, кроме того, молекулы хлорида алюминия в составе комплекса ассоциированы попарно (Al_2Cl_6):



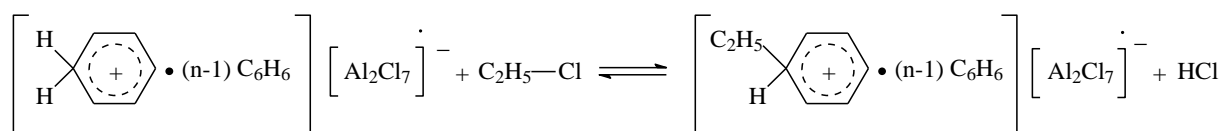
В образовании комплекса также участвует хлороводород, который выделяется за счет первичной реакции сокатализатора (хлористого этила) с молекулой бензола или ПАБ:



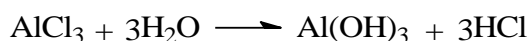
Таким образом, реальная структура комплекса Густавсона может быть представлена следующей формулой:



За счет дальнейшего взаимодействия с хлористым этилом данный комплекс выделяет хлористый водород:



Металлоорганический катализаторный комплекс крайне неустойчив к воздействию воды, при контакте с которой происходит разложение хлорида алюминия с образованием гидроксида алюминия и выделением хлористого водорода:



Таким образом, процессы получения каталитического комплекса обязательно сопровождаются выделением хлористого водорода.

Кроме хлористого водорода отходящие газы содержат значительное количество паров бензола, концентрация которых превышает предельно допустимые нормы. Для удаления хлористого водорода используются водная отмывка, а проблема очистки газов от паров бензола требует своего решения.

С целью удаления паров бензола из отходящих газов предложено осуществлять процесс абсорбции их полиалкилбензолами, получаемыми на стадии ректификации этилбензола. Полиалкилбензолы представляют собой побочные продукты алкилирования, образующиеся за счет последовательного замещения атомов водорода в ароматическом кольце на этильные группы. Характерный состав полиалкилбензолов представлен в таблице 1.

Полагая смесь компонентов идеальной, было рассчитано равновесие между газом и жидкостью и определены условия проведения процесса абсорбции, обеспечивающие требуемую степень очистки отходящих газов от паров бензола.

Таблица 1

Состав полиалкилбензолов и молярные массы компонентов смеси

№	Концентрация компонентов ПАБ, % масс.							
	бензол	толуол	этил-бензол	изопропил-бензол	этил-толуол	втор-бутил-бензол	диэтил-бензол	фракция C ₉
1	0,05	следы	1,5	2,4	23,7	3,7	64,6	4,1
2	следы	отс.	0,8	2,4	22,7	4,1	62,6	7,4

На рисунке 1 представлена равновесная зависимость концентрации бензола в газе от содержания его в полиалкилбензоле и от температуры. Пунктиром показана допустимая концентрация бензола в отходящих газах.

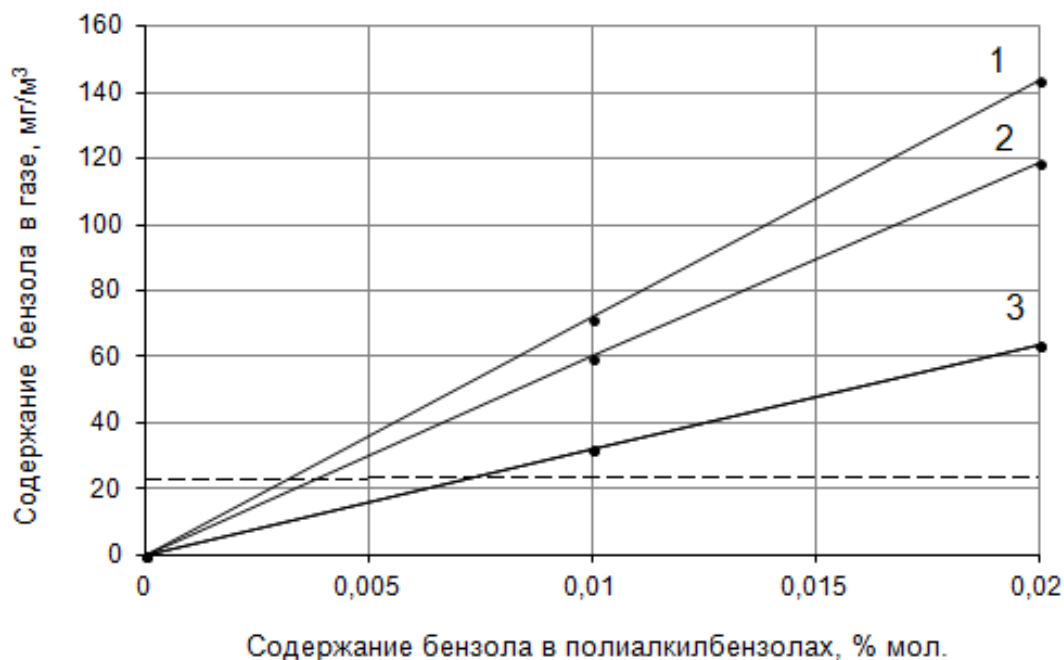


Рисунок 1 – Зависимость концентрации бензола в газе от концентрации его в полиалкилбензолах при разных температурах: 1 – 40 °C; 2 – 30 °C; 3 – 20 °C

Как следует из рисунка 1, для обеспечения качественной очистки допустимая концентрация бензола в полиалкилбензолах должна быть очень низкой, не превышающей 0,007 % мол. Это предъявляет большие требования к качеству поглотителя и, следовательно, к процессу ректификации этилбензола. Видно также, что понижение температуры способствует улучшению качества очистки отходящих газов.

Для реализации процесса предложена установка абсорбции, принципиальная схема которой представлена на рисунке 2.

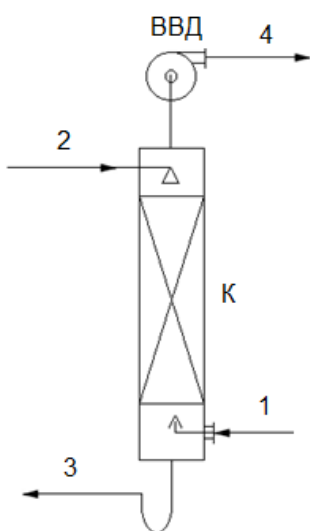


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки абсорбции паров бензола полиалкилбензолами: К – насадочная колонна; ВВД – вентилятор высокого давления

Отходящие газы после отмывки от хлористого водорода (1) поступают в нижнюю часть колонны и проходят через слой насадки. Сверху насадка орошается полиалкилбензолами (2), поступающими с установки ректификации. Насыщенные полиалкилбензолы (3) отводятся из нижней части колонны и направляются на стадию ректификации. Очищенный отходящий газ (4) отсасывается из системы вентилятором ВВД и выбрасывается в атмосферу.

Для оснащения колонны предложено использовать насадку «Инжехим-2000», параметры которой представлены в таблице 2 [2]. Указанная насадка отличается высокой эффективностью. Высота эквивалентная теоретической степени для элементов размером 35 мм не превышает одного метра

и резко сокращается с уменьшением их размера.

Таблица 2

Технические характеристики насадки «Инжехим-2000»

Номинальный размер, мм	Удельный свободный объем, м ³ /м ³	Удельная поверхность, м ² /м ³	Высота эквивалентная теоретической ступени, м
60	0,94-0,96	110	1,0-1,5
35	0,94-0,96	140	0,5-1,0
24	0,94-0,96	220	0,35-0,6
16	0,94-0,96	340	0,15-0,4

Важным достоинством насадки «Инжехим-2000» является большой удельный свободный объем, который обеспечивает низкое гидравлическое сопротивление колонны и позволяет использовать экономичные нагнетатели.

Исходя из нагрузок колонны по газу и жидкости были рассчитаны основные размеры аппарата и осуществлен подбор вытяжного вентилятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алкилирование. Исследования и промышленное оформление процесса / Под ред. Л.Ф. Олбрайта и А.Р. Голдсби. М.: Химия, 1982. 336 с.
2. Фарахов Т.М., Башаров М.М., Шигапов И.М. Гидравлические характеристики новых высокоэффективных нерегулярных теплообменных насадок // Нефтегазовое дело. 2011. № 2. С. 192-207.