

Бобылев Евгений Петрович,
магистрант, Ангарский государственный технический университет
Подоплелов Евгений Викторович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: uch_sovet@angtu.ru
Дементьев Анатолий Иванович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: anatdementev@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО АММИАКА ИЗ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

Bobylev E.V., Podoplelov E.V., Dement'ev A.I.

DESIGN OF AN ABSORPTION COLUMN FOR CAPTURING AMMONIA GAS FROM RAILWAY TANKS

Аннотация. В работе предлагается проект абсорбционной колонны на ООО «Ангарский азотно-туковый завод» предназначенной для улавливания газообразного аммиака, откачиваемого из железнодорожных цистерн при их наполнении водным аммиаком.

Ключевые слова: абсорбционная колонна, насадка, железнодорожная цистерна.

Abstract. The paper proposes a project of an absorption column at Angarsk nitrogen-tuk plant LLC designed to capture gaseous ammonia pumped from railway tanks when they are filled with water ammonia.

Keywords: absorption column, nozzle, railway tank.

Улавливание газообразного аммиака, откачиваемого из железнодорожных цистерн при их наполнении водным аммиаком и поглощение газообразного аммиака из емкостей для приготовления аммиачной воды, производится на установке ООО «Ангарский азотно-туковый завод», состоящей из двух абсорбционных колонн. Колонны представляют собой вертикальные емкости, объемом 4 м³, диаметром 1000 мм, высотой 4500 мм, заполненные насадкой – керамическими кольцами Рашига размером 50×50×5 мм. Воздушно-аммиачная газовая смесь из железнодорожных цистерн и емкостей для приготовления аммиачной воды, содержащая 27 – 40 % объемных аммиака, подается в нижнюю часть абсорбера поз. 9 (1). В абсорбере происходит частичное поглощение аммиака водой, подаваемой на орошение. Неочищенные газы из верхней части абсорбера поз. 9 (1) с концентрацией аммиака 2 – 10 % объемных, поступают в нижнюю часть абсорбера поз. 9 (2) и далее очищенные газы через каплеотделитель выбрасываются в атмосферу. Содержание аммиака в газах, выбрасываемых в атмосферу, должно составлять не более 1706,5 мг/м³. При выводе в ремонт одной из колонн, предусмотрена схема работы одного абсорбера при условии увеличения подачи промышленной воды на орошение.

В связи с низкой эффективностью работы абсорбционных колонн и высоким физическим их износом предлагается проект абсорбционной колонны, позволяющей заменить две колонны на одну. В расчете принимались следующие

исходные данные: расход газовой смеси $V = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при рабочих условиях), начальная и конечная концентрации аммиака в газовой смеси $y_n = 40 \text{ \%}$ (об.), $\bar{C}_k = 1,7 \text{ г}/\text{м}^3$, давление (абсолютное) в колонне $P = 2,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$, температура абсорбции $30 \text{ }^\circ\text{C}$, поступающая на абсорбцию вода не содержит аммиака. В качестве насадки выбраны неупорядоченные керамические кольца Рашига размером $25 \times 25 \times 3 \text{ мм}$, расположенные внавал со следующей характеристикой: удельная поверхность насадки $f = 200 \text{ м}^2/\text{м}^3$, свободный объем $\varepsilon = 0,74 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Предельная фиктивная скорость газа в точке захлебывания (инверсии), пренебрегая небольшим содержанием аммиака в жидкости и газе рассчитывалась по формуле [1]

$$\ell g \cdot \left(\frac{\omega_{PP}^2 \cdot f \cdot \rho_y \cdot \mu_x^{0,16}}{g \cdot \varepsilon^3 \cdot \rho_x} \right) = A - 1,75 \left(\frac{L}{G} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right)^{0,125},$$

где: L – расход поглотителя, кг/ч; G – расход инертного газа (воздуха), кг/ч; ρ_y – плотность инертного газа (воздуха) при рабочих условиях, кг/м³; ρ_x – плотность воды, кг/м³; μ_x – динамическая вязкость воды, мПа·с; $A = 0,022$ – коэффициент для насадки из колец.

Рабочая скорость газа ω_y принималась на 25 % меньше предельной скорости газа. Диаметр колонны определялся по формуле [1]:

$$d = \sqrt{\frac{V}{3600 \cdot 0,785 \cdot \omega_y}}.$$

Высота слоя насадки рассчитывалась по формуле [1]

$$H' = h_{oy} \cdot n_{oy},$$

где: h_{oy} – общая высота единицы переноса, м; n_{oy} – общее число единиц переноса.

По результатам расчетов диаметр абсорбера составил 600 мм, высота слоя насадки 1 м, общая габаритная высота абсорбера 3350 мм, гидравлические сопротивления слоя насадки – 63,2 Па.

В заключение можно сделать следующий вывод: для извлечения аммиака из газо-воздушной смеси, поступающей из железнодорожных цистерн, взамен двух абсорбционных колонн достаточно будет одной, что позволит снизить капитальные вложения в строительство абсорбционной установки и соблюсти экологические нормы выбросов вредных веществ в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбалко Л.И., Подоплелов Е.В., Щукина Л.В., Свиридов Д.П. Расчет абсорбционных аппаратов. Учебное пособие по курсовому проектированию ПАХТ. Ангарск: АГТА, 2012. – 75 с.