

УДК 338.364.4

Т.І. Балич, Р.І. Михайлишин, канд. тех. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛОБМІННИКІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РОЗЧИНУ ФОРМАЛІНУ

T.I. Balych, R.I. Mykhailyshyn, Ph.D.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CALCULATING PLATE HEAT EXCHANGERS IN THE PRODUCTION OF FORMALIN SOLUTION

Основний спосіб отримання формальдегіду - абсорбція формальдегідомісних реакційних газів. Ці гази утворюються в результаті взаємодії метанолу з киснем повітря, в присутності парів води, в контактному апараті, в шарі каталізатора. Окислення метанолу в формальдегід проводиться з використанням срібного каталізатора при температурі 650°C і атмосферному тиску. Це добре освоєний технологічний процес, і 80% формальдегіду виходить саме за цим методом. Нещодавно розроблений більш перспективний спосіб, заснований на використанні залізо-молібденових каталізаторів. При цьому реакція проводиться при 300°C . В обох процесах ступінь перетворення становить 99% [1].

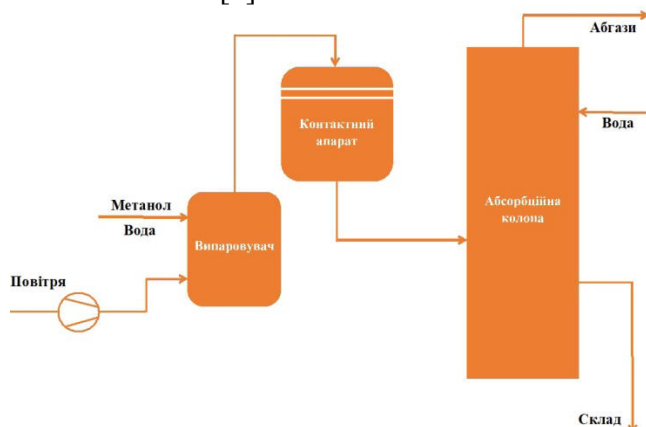


Рисунок 1. Процес виробництва формаліну

колони;

- готова продукція, розчин формальдегіду, направляється на склад готової продукції.

Варто згадати, що карбамідоформальдегідний концентрат (КФК) отримують так само, як і формалін, тільки абсорбцію формальдегідомісного газу ведуть розчином карбаміду, а не водою, як в разі отримання формаліну [2].

В процесі дослідження виробництва КФК було виявлено, що на одному із етапів виробництва газ, що виходить з восьмої тарілки, практично вільний від органічних речовин, насичений парою і має достатньо високу температуру (від 45 до 55°C). Частина газу використовується для окислення метанолу, частина викидається з установки.

Так як кількість пари в газі для окислення надто велика, його необхідно перед відправкою в секцію окислення метанолу охолодити, що дає можливість сконденсувати його і відділити частину пари з газу.

Таке охолодження досягається в третій насадці колони, яка працює як конденсатор газопарової суміші. В третій насадці газ промивається конденсатом, який циркулює при роботі насоса через пластинчастий охолоджувач.

Надлишкова частина одержаного водного конденсату відправляється в ємність

У загальних рисах, процес виробництва формаліну виглядає наступним чином:

- стадія підготовки спиртоповітряної суміші, яка проводиться в випарнику метанолу;
- каталітичне перетворення метанолу в формальдегід, яке проводиться в контактному апараті при температурі понад шестисот градусів, в шарі каталізатора;
- стадія поглинання формальдегіду водою, яка проводиться в абсорбційній

технічного конденсату і використовується для приготування розчину карбаміду, що подається на восьму тарілку колони, а також служить для першого наповнення третьої насадки. Чим більший перепад температури між входом і виходом теплообмінника, тим більше пари сконденсується з газу, який набуде більшої концентрації. Теоретично це може дозволити збільшити вихід готової продукції КФК, та зменшити викиди в атмосферу. Розрахунок теплообмінного апарату і визначення площі поверхні теплообмінника проводяться за рівнянням теплопередачі, з якого слід:

$$F = \frac{Q}{k \times \Delta t} \quad (1)$$

Рішення поставленої задачі полягає в послідовному визначенні $Q, k, \Delta t$

$$Q = G_1 \times c_{p1} \times (t_{1,1} - t_{1,2}) \quad (2)$$

де $t_{1,1}$ – температура формальдегіду на вході в теплообмінник, $t_{1,2}$ – температура формальдегіду на виході з теплообмінника, G_1 – витрата формальдегіду, C_{p1} – питома теплоємність.

$$\Delta t = \frac{(t_{1,2} - t_{2,1}) - (t_{1,1} - t_{2,2})}{\ln\left(\frac{t_{1,2} - t_{2,1}}{t_{1,1} - t_{2,2}}\right)} \quad (3)$$

де $t_{2,1}$ – температура охолоджуючої води на вході в теплообмінник, $t_{2,2}$ – температура охолоджуючої води на виході з теплообмінника.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4)$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі формальдегіду, α_2 – коефіцієнт тепловіддачі води, δ_{cm} – товщина стінки пластини, λ_{cm} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу пластини.

В даній роботі був розроблений програмний застосунок, який дозволяє автоматизувати розрахунок пластинчастих теплообмінників по заданим параметрам.

Охолодження потоку 2% розчину формальдегіду від температури	t1_1	35,6	°C
Охолодження потоку 2% розчину формальдегіду до температури	t1_2	33	°C
Масова витрата формальдегіду	G1	78	kg/s
Температура охолоджуючої води на вході в теплообмінник	t2_1	28	°C
Витрата охолоджуючої води	G2	56	kg/s
Коефіцієнт тепловіддачі	α1	2000	W/(m²·K)
Коефіцієнт тепловіддачі	α2	4000	W/(m²·K)
Товщина стінки	δст	0,0015	m
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки	λст	100	W/(m·K)
Питома теплоємність	Ср2	4191	J/(kg·K)
Питома теплоємність	Ср1	4187	J/(kg·K)

Результат: 145,26 м²



Рисунок 2. Програма для розрахунку теплообмінників

Література

1. Усачев Н.Я., Круковский И.М., Канаев С.А. Неокислительное дегидрирование метанола в формальдегид- М.: издательство «Российская академия наук (Москва)», 2004. - 420 с.
2. Митронов О. П., Глікін М. А., Кочергін О. М., Мудрий О. П., Ставраті В. І., Зубко Л. П., Кулешов М. П., Громихаліна С. О. Спосіб одержання формальдегіду. — 2003.
3. Небесний Р. В., Івасів В. В., Жизневський В. М., Шибанов С. В. Спосіб отримання каталізатора газозфазної конденсації насичених карбонових кислот з формальдегідом. — 2010.
4. Химическая энциклопедия / Под. ред. Зефирова Н. С. — Москва : Большая российская энциклопедия, 1998. — Т. 5. — С. 115.