Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний вищий навчальний заклад
«Криворізький національний університет»
Кафедра екології

Лабораторно – практична робота

«Методика розрахунку скрубера для вловлювання бензольних вуглеводнів в коксохімічному виробництві»

З курсу:

«Проектування, експлуатація очисних споруд та пристроїв»

Для студентів спеціальності

«Екологія і охорона навколишнього середовища»

Кривий Ріг
2013 р.

Лабораторно – практична робота «Методика розрахунку скрубера для вловлювання бензольних вуглеводнів в коксохімічному виробництві» з курсу: «Проектування, експлуатація очисних споруд та пристроїв» для студентів спеціальності «Екологія і охорона навколишнього середовища» 8.070801

Укладач А.К. Гацький к.т.н., доц.

Відповідальний за випуск А.М. Бондаренко д.м.н.

Схвалено на засіданні
кафедри екології
Протокол № від

Загальні положення

Вловлювання бензольних вуглеводнів з коксового газу на більшості коксохімічних заводів здійснюється наступним чином (див. рис. 1).

Коксовий газ, охолоджений в кінцевому газовому холодильнику, надходить в бензольні скрубери, послідовно проходячи з одного скрубера в інший.

Обезбензолене поглинальне масло температурою 27-30 ° С подається відцентровим насосом на верхню частину насадки останнього по ходу газу скрубера, стікає по насадці і потім через гідро-затвор відводиться в переточний ящик, звідки насосом подається на наступний скрубер.

Насичене бензолом масло після першого по ходу газу скрубера насосом подається в апаратуру для десорбції бензолу.

Газопроводи при скруберах і комунікації для поглинального масла мають відповідні засувки, за допомогою яких можна вимикати будь-який з працюючих скруберів, не порушуючи нормальної роботи скруберної установки в цілому.

Для запобігання обводнення поглинального масла в скруберах, особливо в зимовий час, за рахунок конденсації водяних парів з коксового газу необхідно, щоб температура масла, що надходиться у скрубері, була вище температури коксового газу.

Зазвичай для одного газового потоку встановлюють три скрубера з дерев'яною або металевою спіральною насадкою. В якості поглинача бензольних вуглеводнів з коксового газу застосовують кам'яновугільне масло, що отримується на коксохімічних заводах при ректифікації смоли, або солярове масло, яке є продуктом перегонки нафти. Найбільше розповсюдження отримало кам'яновугільне масло.

Свіже кам'яновугільне масло повинне відповідати певним вимогам по вмісту нафталіну і відгону до 300 ° С.

У процесі роботи якість кам'яновугільного масла погіршується: збільшується його в'язкість, молекулярна маса і підвищується температура кипіння.

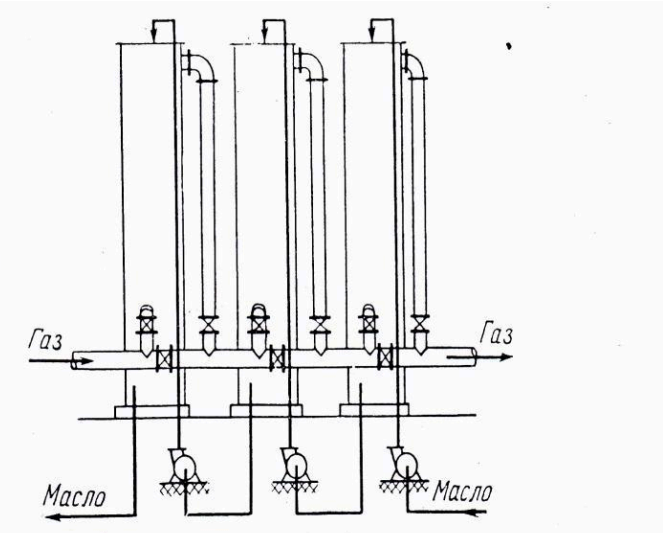


Рис.1 Схема вловлювання бензольних вуглеводнів із коксового газу

Тому для підтримки якості поглинального масла, циркулюючого в уловлювальній установці на певному рівні, невелика частина масла безперервно виводиться з циклу і піддається регенерації в спеціальному регенераторі.

Ступінь уловлювання бензольних вуглеводнів з коксового газу залежить від температури масла, вмісту бензольних вуглеводнів в обезбензоленому маслі, кількості масла, що подається і його якості, поверхні насадки, тиску і ряду інших факторів. Вміст бензольних вуглеводнів у зворотному газі не повинен перевищувати 2 г/м^3.

Скрубери для уловлювання бензольних вуглеводнів

Конструкції скруберів

Скрубери для поглинання бензольних вуглеводнів поглинальним маслом являють собою вертикальні циліндричні апарати діаметром 4-б м І висотою 34-45 м (рис. 2).

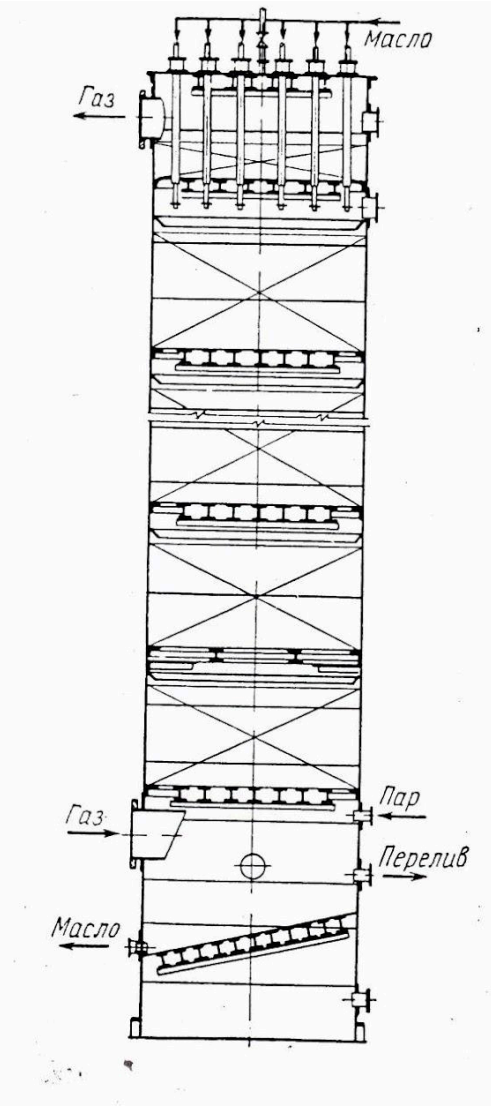


Рис.2 Бензольний скрубер

Скрубери заповнюють насадкою. У коксохімічній промисловості найбільше поширення отримали два види насадок для бензольних скруберів - дерев'яна хордова і металева спіральна.

Дерев'яну хордову насадку виготовляють з рейок товщиною 10-12 мм, висотою 100-120 мм і з відстанню між рейками 20-25 мм. По краях пакетів рейок встановлюють опорні рейки висотою 120-140 мм, товщиною 20-25 мм. Насадку укладають секціями по 20-25 кіл з відстанями між секціями до 0,5 м. Опір проходу газу 2-3 мм рід. ст. на 1 м висоти насадки.

Спіральну металеву насадку виготовляють із стальної оцинкованої стрічки шириною 9,5 - 10 мм і товщиною 0,2 - 0, 25 мм. Розміри спіралі: довжина 380 мм, діаметр 19 мм, крок 25-27 мм, кількість витків в одній спірали 15. Поверхня 1 $м^3$ насадки 130 $м^2$, маса 104 кг.

Насадку укладають ярусами висотою не більше 3 м. Кожен ярус - на металевій решітці, яку кладуть на швелери. Опір проходу газу 2-3 мм вод. ст. на 1 м насадки при v = 1 м /с у вільному перерізі. При експлуатації металева насадка більше забивається, ніж дерев'яна, тому в разі застосування металевої насадки коксовий газ необхідно ретельно очищати від смоляного тумана в електрофільтрах, а масло піддавати ректифікації.

В останньому за ходу газу скрубері над зрошувальним пристроєм встановлюють осушувальну насадку у вигляді шару керамічних кілець 25 Х 25 Х 3 мм, висотою 0,3-0,7 м для відділення крапель масла, що уносить газом.

У нижній частині скрубера є збірник для стікаючого з насадки масла зі штуцерами для відкачування та аварійного перелива, а також пристрій для автоматичної підтримки рівня масла. Збірник для масла відділений від газової частини суцільним дном.

Останнім часом значно збільшилися масштаби коксування і, отже, об'єми газів, що підлягають переробці. Тому бензольні скрубери стають дуже громіздкими, що викликає ускладнення з рівномірним розподілом масла по перетину скрубера. У зв'язку з цим планується заміна громіздких і малоефективних насадок скруберів для уловлювання бензольних вуглеводнів на інтенсивні абсорбційні апарати.

За останні роки досліджені та запропоновані різні нові конструкції апаратів для поглинання бензольних вуглеводнів: безнасадочні з форсунками, з плоскопаралельною насадкою, насадкові апарати, що працюють в режимі емульгування, тарілчасті апарати, що працюють в провальному ре-жимі, і ін. Опис цих конструкцій є в спеціальній літературі по технології коксохімічного виробництва і пропроцесів і апаратів хімічної технології.

Розрахунок бензольних скруберів

Вихідні дані:

1. Склад газу	кг/год	$м^3$/год
Сухий коксовий газ	32 984	72 490
Водяна пара	1 715	2 140
Бензольні вуглеводні	2 200	595
Сірководень	1 081	710
Всього:	37 980	75 935

1. Температура газу, що поступає, $T_1 = 25°$ С.
2. Тиск газу, що поступає, $P_1 = 847$ мм.рт.ст.
3. Втрати бензольних вуглеводнів з газом, що виходить, $П = 2$ г/$м^3$.
4. Вміст бензольних вуглеводнів у газі,що виходить, $a_2 = 1{,}91$ г/$м^3$.
5. Тиск газу на виході із скруберів, $P_2 = 825$ мм.рт.ст.
6. Товщина рейки, $a = 0{,}01$ м.
7. Відстань між рейками, $b = 0{,}02$ м.
8. Висота рейки, $c = 0{,}1$ м.
9. Густина газу на вході, $p_1 = 0{,}5$ кг/$м^3$.
10. Густина газу на виході, $p_2 = 0{,}476$ кг/$м^3$.

Температура газу, що надходить 25 ° С і тиск 847 мм рт. ст. Приймаються втрати бензольних вуглеводнів з газом, що виходить, рівними 2 г/м3 сухого газу, що становить

$$\frac{72490 \cdot 2}{1000} = 145 \text{ кг/год}$$

Тоді ступінь вловлювання

$$\eta = 1 - \frac{145}{2200} = 0,934, \text{ або } 93{,}4\%$$

Кількість поглинутих бензольних вуглеводнів

$$G = 2200 - 145 = 2055 \text{ кг/год}$$

Таким чином із скруберів виходить:

	кг/год	$м^3$/год
Сухий коксовий газ……	32 984	72 490
Водяна пара……..	1 715	2 140
Бензольні вуглеводні……..	145	40
Сірководень……...	1 081	710

Всього ……35 925 75 380

Фактичний вміст бензольних вуглеводнів у газі що надходить

$$a_1 = \frac{2200 \bullet 1000 \bullet 273 \bullet 847}{75935 \bullet 298 \bullet 760} = 29.4 \text{ г/м}^3$$

і в газі, що виходить

$$a_2 = \frac{145 \bullet 1000 \bullet 273 \bullet 825}{75380 \bullet 303 \bullet 760} = 1,91 \text{ г/м}^3,$$

де 825 - тиск газу після бензольних скруберів, мм рт. ст.;

303 - температура газу після бензольних скруберів, ° К.

Максимальний вміст бензольних вуглеводнів у вступнику маслі визначаємо за рівнянням, справедливого для невеликих концентрацій:

$$C_{1_{max}} = 2.24 \frac{a_2 \bullet P_2}{p_{сб} \bullet M_п}, \%,$$

де a_2 - вміст бензольних вуглеводнів у вихідному газі, г/м3, a_2 = 1,91 г/м3;

P_2 - тиск газу на виході з скруберів, P_2 = 825 мм.рт.ст.;

$M_п$ - молекулярна маса поглинача, $M_п$ = 170;

$p_{сб}$ - пружність пари бензольних вуглеводнів над маслом, що надходить , мм.рт.ст. при t = 30 ° С.

Для визначення пружності бензольних вуглеводнів над маслом, що надходить приймаємо наступний склад сирого бензолу: бензолу 73%, толуолу 21%, ксилолів 5%, сольвентів 1%.

Для розрахунків приймаємо умовно склад сирого бензолу в обезбензоленому маслі рівним складу отримуємого сирого бензолу.

Пружність компонентів сирого бензолу при 30° С рівна, мм.рт.ст.:
Бензол……..…..118,4
Толуол…….39,5
Ксилол…….23,5 (по пара-ксилилу)
Сольвент……5 (по 1-3-5 триметилбензолу)
Середня молекулярна маса сирого бензолу

$$M_{сб} = \frac{100}{\frac{73}{78} + \frac{21}{92} + \frac{5}{106} + \frac{1}{120}} = 83,$$

де 78, 92, 106, 120 – молекулярні маси компонентів.

$$\chi_б = \frac{73 \bullet 83}{78 \bullet 100} = 0,775; \qquad \chi_к = \frac{5 \bullet 83}{106 \bullet 100} = 0,039;$$

$$\chi_т = \frac{21 \bullet 83}{92 \bullet 100} = 0,179; \qquad \chi_с = \frac{1 \bullet 83}{120 \bullet 100} = 0,007.$$

Тоді пружність бензольних вуглеводнів при 30° С буде рівна

$$p_{сб} = \sum x_i p_i = 0.775 \bullet 118.4 + 0.179 \bullet 39.5 + 0.039 \bullet 23.5 + 0.007 \bullet 5 =$$

мм.рт.ст

Таким чином, максимальний вміст бензольних вуглеводнів в маслі, що поступає, рівне

$$C_{1_{max}} = \frac{2{,}24 \bullet 825 \bullet 1{,}91}{99 \bullet 170} = 0,21\%.$$

Дійсний вміст С повинен бути менше рівноважного для створення рушійної сили абсорбції зверху скрубера и рівним

$$C_1 = \frac{C_{1_{max}}}{n},$$

де n – коефіцієнт зрушення рівноваги, який можна прийняти рівним 1,1-1,2.

Приймаючи n = 1,15, отримаємо $C_1 = \frac{0{,}21}{1{,}15} = 0,18\%$.

Максимальний вміст бензольних вуглеводнів в маслі, що виходить із скруберів при умові рівноваги знизу скрубера визначаємо за рівнянням

$$C_{2_{max}} = \frac{2{,}24 \bullet 847 \bullet 29.4}{99 \bullet 170} = 3.32\%.$$

Для зрушення рівноваги знизу абсорбції приймаємо коефіцієнт зрушення рівноваги n = 1,5.

Тоді

$$C_2 = \frac{3.32}{1.5} = 2.2\%.$$

Мінімальна кількість поглинача

$$L_{min} = \frac{G}{C_{2_{max}} - C_1} 100 = \frac{2055 \bullet 100}{3.32 - 0.18} = 65\,400 \text{ кг/год.}$$

Дійсна кількість поглинача

$$L = \frac{G}{C_2 - C_1} 100 = \frac{2055 \bullet 100}{2.2 - 0.18} = 101700 \text{ кг/год,}$$

що складає на 1 м^3 сухого газу $\frac{101700}{72490}$ = 1,4 кг.

Таким чином, в маслі, що поступає, міститься бензольних вуглеводнів

$101700\frac{0.18}{100} = 183$ кг/ год

і в маслі, що виходить

$\frac{101700 \bullet 2.2}{100} = 2238$ кг/ год.

Отже, маслом поглинається бензольних вуглеводнів

2238-183=2055 кг/ год.

Матеріальний баланс скруберів, кг/год:

Прихід		Витрати	
Коксовий газ……..	37 980	Коксовий газ…….	35 925
Поглинальне масло….	101 700	Поглинальне масло…….	101 700
Бензольні вуглеводні……..	183	Бензольні вуглеводні……..	2 238
Всього……..	139 863	Всього……..	139 863

Визначення поверхні абсорбції і розмірів скруберів

Для скруберів приймаємо дерев'яну хордову насадку з наступною характеристикою:

Товщина рейки а, м…….0,01
Відстань між рейками b, м……..0,02
Висота рейки с, м…….0,1
Критична швидкість газу визначається за рівнянням

$v = 2.32\frac{Z}{d_e \rho}$.

В'язкість коксового газу при температурі виходу газу 30° С Z = 0.0127 спз.

Густина газу на виході

$\rho = \frac{35925}{75380} \bullet \frac{273}{303} \bullet \frac{825}{760} = 0.465$ кг/м^3

Еквівалентний діаметр насадки $d_e = 2b = 0.04$ м.

Таким чином критична швидкість газу рівна

$v = 2.32 \bullet \frac{0.0127}{0.04 \bullet 0.465} = 1.58$ м/сек.

Необхідний живий переріз насадки

$S_ж = \frac{V}{3600v}$ м^2,

де V – фактичний об'єм газу на виході із скрубера

$V = 75380\frac{303}{273} \bullet \frac{760}{825} = 77000$ м^3/год,

Звідки

$$S_{ж} = \frac{77000}{3600 \bullet 1.58} = 13.5 \text{ м}^2$$

Загальний переріз насадки скруббера

$$S_{общ} = \frac{a+b}{b},$$

$$S_{общ} = \frac{0.01+0.02}{0.02} 13.5 = 20.25 \text{ м}^2$$

Та діаметр скрубера

$$D = \sqrt{\frac{4 \bullet 20.25}{3.14}} = 5.06 \text{ м.}$$

Поверхня абсорбції визначається за рівнянням

$$F = \frac{G}{K \bullet \Delta p_{ср}},$$

де G - кількість поглинутих бензолних вуглеводнів, кг/год;

$\Delta p_{ср}$ - середня рушійна сила абсорбції, мм.рт.ст.;

К – коефіцієнт абсорбції, кг/(м^3•год•мм.рт.ст.).

Рушійна сила абсорбції зверху скрубера

$$\Delta p_2 = p''_{г} - p'_{ж},$$

де $p''_{г}$ - парціальний тиск бензольних вуглеводнів в газі, що виходить,

$$p''_{г} = 0,0224 \frac{a_2 P_2}{M_{сб}} = 0,0224 \frac{1.91 \bullet 825}{83} = 0,425 \text{ мм.рт.ст.}$$

$p'_{ж}$ - пружність бензольних вуглеводнів над поглиначем, що поступає,

$$p'_{ж} = 0,01 \frac{C_1 M_п p_{сб}}{M_{сб}} = 0,01 \frac{0,18 \bullet 170 \bullet 99}{83} = 0,366 \text{ мм.рт.ст.}$$

Тоді

$$\Delta p_2 = 0,425 - 0,366 = 0,059 \text{ мм.рт.ст.}$$

Рушійна сила абсорбції знизу скрубера

$$\Delta p_1 = p'_{г} - p''_{ж},$$

де $p'_{г}$ - парціальний тиск бензольних вуглеводнів в газі, що поступає,

$$p'_{г} = 0.0224 \frac{a_1 P_1}{M_{сб}} = 0.0224 \frac{29,4 \bullet 847}{83} = 6.7 \text{ мм.рт.ст.}$$

$p''_{ж}$ – пружність бензольних вуглеводнів над поглиначем, що виходить

$$p''_{ж} = 0,01\frac{C_2 M_п p_{сб}}{M_{сб}} = 0,01\frac{2,2•99•170}{83} = 4,45 \text{ мм.рт.ст.}$$

Тоді

$$\Delta p_1 = 6,7 - 4,45 = 2,25 \text{ мм.рт.ст.}$$

Середня рушійна сила абсорбції

$$\Delta p_{ср} = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_2}{2,3lg\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}} = \frac{2.25-0.059}{2,3lg\frac{2.25}{0.059}} = 0,602 \text{ мм.рт.ст.}$$

Коефіцієнт абсорбції визначається за рівнянням

$$K = \frac{K_г • K_ж}{K_г + K_ж} = \text{кг}/(\text{м}^2 • \text{год·мм. рт. ст.}),$$

де $K_г$ - коефіцієнт масовіддачі при абсорбції через газову плівку, визначається за рівнянням,

Число Нуссельта

$$Nu_г = 0.0445 Re_г^{0.752} • Pr_г^{0.628}\left(\frac{d_e}{C}\right)^{0.066}.$$

Число Рейнольдса

$$Re_г = 1000\frac{v d_e \rho}{Z} = 1000\frac{1.58•0.04•0.465}{0.0127} = 2320.$$

Число Прандтля визначаємо за формулою

$$Pr_г = \frac{v_г}{D_г},$$

$v_г$ - кінематична в’язкість газу при середніх умовах м^2/с

$$v_г = \frac{Z}{1000\rho_г}.$$

Густина газу на вході

$$\rho_1 = \frac{37980}{75935} = 0,5 \text{ кг/м}^3$$

І густина газу на виході

$$\rho_2 = \frac{35925}{75380} = 0,476 \text{ кг/м}^3$$

Середня густина газу

$$\rho_0 = \frac{0,5+0,476}{2} = 0,488 \text{ кг/м}^3$$

при фактичних умовах

$$\rho = 0,488\frac{273}{303} \bullet \frac{836}{760} = 0,485 \text{ кг/м}^3$$

Тоді

$$v_г = \frac{0,0127}{1000 \bullet 0,485} = 26,2 \bullet 10^{-6} \text{ м}^2\text{/сек.}$$

Коефіцієнт дифузії бензольних вуглеводнів в коксовому газі $D_г$ при нормальних умовах визначаємо за формулою

$$D_г = \frac{4.5 \bullet 10^{-4}}{\sqrt{M_г \bullet M_{сб}}} \text{ м}^2\text{/сек.}$$

де $M_г$ - молекулярна маса коксового газу, $M_г = 22,4 \bullet 0,488 = 11$, тоді

$$D_г = \frac{4,5 \bullet 10^{-6}}{\sqrt{11 \bullet 83}} = 14,8 \bullet 10^{-6} \text{ м}^2\text{/сек.}$$

Приводимо коефіцієнт дифузії до фактичних умов за фомрулою

$$D_г = D_0\left(\frac{T}{273}\right)^2 \frac{760}{P_{ср}},$$

Так як

$$P_{ср} = \frac{825+847}{2} = 836 \text{ мм.рт.ст. Т=300°К,}$$

то

$$D_г = 14,8 \bullet 10^{-6}\left(\frac{300}{273}\right)^2 \frac{760}{836} = 16,2 \bullet 10^{-6} \text{ м}^2\text{/сек.}$$

Тоді

$$Pr_г = \frac{26,2 \bullet 10^{-6}}{16,2 \bullet 10^{-6}} = 1,62.$$

Таким чином,

$$Nu_г = 0.0445 \bullet 2320^{0,752} \bullet 1,62^{0,628}\left(\frac{0,04}{0,1}\right)^{0.066} = 18,8$$

І коефіцієнт масовіддачі через газову плівку

$$К_г = Nu_г \frac{D_г}{d_e} = 18,8\frac{16,2 \bullet 10^{-6}}{0,04} = 0,0076 \text{ }^2\text{/сек}$$

або

$$К_г = 0,0076\frac{М_{сб}3600}{22,4•760} = 0,0076\frac{83•3600}{22,4•760} = 0,133$$

кг/(м^2 • год·мм. рт. ст.).

Коефіцієнт масовіддачі при абсорбції через рідинну плівку визначаємо за рівнянням

$$Nu_ж = 471Re_ж^{0.314}Pr_ж^{0.165}\left(\frac{d_e}{C}\right)^{0.503}.$$

Число Рейнольдса для поглинача

$$Re_ж = \frac{q_ж}{v_ж},$$

де $q_ж$ - густина зрошування, м^3/(м• год)

$v_ж$ – кінематична в'язкість поглинача, м^2/год.

Значення $q_ж$ визначаємо за рівнянням

$$q_ж = \frac{L}{Uρ_ж},$$

де L- кількість поглинача, кг/год;

$ρ_ж$ - густина поглинача, $ρ_ж$ = 1055 кг/м^3;

U - периметр збігання поглинача в одному колі насадки, м.

Периметр збігання поглинача в одному колі насадки

U=2l,

де l - довжина рейок в одному колі,

$$l = \frac{S_{заг} - S_р}{a} = \frac{20,2-13,5}{0,01} = 760 \text{ м},$$

тоді U=2•670=1340 м і

$$q_ж = \frac{101700}{1055•1340} = 0,072 \text{ м}^3/\text{м} •\text{год}$$

В'язкість поглинального масла при температурі 30°С рівна 16,5 спз, що у перерахунку на кінематичну в'язкість складатиме

$$v_ж = \frac{Z_ж}{1000ρ_ж} = \frac{16.5}{1000•1055} = 15.6 • 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$$

або

$$v_ж = 15.6 • 10^{-6} • 3600 = 0.0562 \text{ м}^2/\text{год}.$$

Тоді

$$Re_{ж} = \frac{0.072}{0.0562} = 1.28.$$

Число Прандтля$Pr_{ж}$ для поглинача визначаємо за рівнянням

$$Pr_{ж} = \frac{v_{ж}}{D_{ж}}.$$

Коефіцієнт дифузії бензольних вуглеводнів у поглинальному кам'яновугільному маслі при 30°С рівний

$$D_{ж} = 0.14 \bullet 10^{-6} \text{ м}^2/\text{год}$$

Тоді

$$Pr_{ж} = \frac{0.0562}{0.14 \bullet 10^{-6}} = 400000.$$

Таким чином

$$Nu_{ж} = 471 Re_{ж}^{0.314} \text{Pr}_{ж}^{0.165} \left(\frac{d_e}{C}\right)^{0.503} = 471 \bullet 1.28^{0.324} 400000^{0.165} \left(\frac{0.04}{0.1}\right)^{0.503} = 270$$

.

Звідси коефіцієнт масовіддачі через рідинну плівку

$$K_{ж} = Nu_{ж} \frac{D_{ж}}{d_e} = 2700 \frac{0{,}141 \bullet 10^{-6}}{0{,}04} = 0{,}0095 \text{ м/год.}$$

Для перерахунку на рушійну силу абсорбції у міліметрах ртутного стовпчика необхідно отримане значення $K_{ж}$ розділити на константу рівноваги Генрі:

$$K_{ж} = \frac{0{,}0095}{\text{H}},$$

де Н – константа Генрі ($\text{м}^3 \bullet$ год·мм. рт. ст.)/кг.

Так як пружність бензольних вуглеводнів над маслом, що поступає $p_{ж} = H \bullet x_1$,вона рівна 0,366 мм рт. Ст., а величина x_1 – вміст бензольних вуглеводнів в маслі, що поступає

$$x_1 = \frac{183 \bullet 1055}{101700} = 1{,}9 \text{ кг/м}^3,$$

то константа Генрі буде дорівнювати

$$\text{H} = \frac{0{,}366}{1{,}9} = 0{,}192 \ (\text{мм. рт. ст.} \bullet \text{м}^2)/\text{кг}.$$

Аналогічно отримуємо із умови рівноваги над маслом, що виходить

$x_2 = \frac{2238 \cdot 1055}{101700} = 23,2$ кг/м^3,

і

$H = \frac{4,45}{23,2} = 0,192$ (мм. рт. ст. • м^2)/кг.

Таким чином,

$K_ж = \frac{0,0095}{0,192} = 0,0495$ кг/(м^3•год•мм.рт.ст.).

Коефіцієнт масопередачі тоді буде дорівнювати

$K = \frac{K_г K_ж}{K_г + K_ж} = \frac{0,133 \cdot 0,0495}{0,133+0,0495} = 0,036$ кг/(м^3•год•мм.рт.ст.).

Необхідна поверхня абсорбції

$F = \frac{G}{K\Delta p_{ср}} = \frac{2055}{0.036 \cdot 0.602} = 95000$ м^2

Або на 1м^2 сухого коксового газу $\frac{95000}{72490} = 1,31$ м^2.

Поверхня кола насадки

$f = UC = 1340 \cdot 0.1 = 134$ м^2

де U – периметр збігання рідини по насадці, м;

C - висота рейки насадки, рівна 0,1 м.

Необхідне число кругів насадки

$n = \frac{95000}{134} = 710$ шт.

Приймаємо три скрубера по 240 кругів і в кожному скрубері 10 секцій по 24 круги.

Рахуючи відстань між секціями 0,5 м, висоту опорних рейок 0,12 м і відстань від верху насадки до кришки і від низу насадки до дна 5 м, отримаємо загальну висоту скрубера

$H = 240 \cdot 0,12 + 9 \cdot 0,5 + 5 = 38,3$ м.

Техніка безпеки

Працювати на скрубері за відсутності загороджень чи погано механізованих кожухах забороняється. Відкривати апарат за будь-яких, навіть короткочасних випадках, якщо його подальша робота загрожує життю людини, забороняється.

Очистка та огляд скрубера, проводиться в суворій відповідності з графіками і встановленими інструкціями.

Необхідно вести постійний контроль за рівнем і регенерацією масла в скрубері.

Використана література

1. І.Є. Коробчанский М.Д. Кузнєцов Розрахунок апаратури для уловлювання хімічних продуктів коксування.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	T_1 °C	P_1 мм.рт.ст.	П, г/м^3	a_2, г/м^3	P_2, мм.рт.ст.	a, м	b, м	c, м	p_1, кг/м^3	p_2, кг/м^3
1	20	840	2	1,9	825	0,011	0,02	0,1	0,5	0,476
2	21	841	3	1,8	826	0,012	0,021	0,11	0,51	0,477
3	22	842	4	1,92	827	0,013	0,022	0,12	0,52	0,478
4	23	843	5	1,93	828	0,014	0,023	0,13	0,54	0,479
5	24	844	1	1,81	829	0,015	0,024	0,14	0,53	0,471
6	25	845	2	1,82	830	0,016	0,025	0,15	0,55	0,472
7	26	846	3	1,83	820	0,017	0,026	0,16	0,56	0,473
8	27	847	4	1,85	821	0,018	0,027	0,17	0,57	0,474
9	28	848	5	1,86	822	0,019	0,021	0,18	0,58	0,475
10	29	849	2	1,87	823	0,01	0,022	0,19	0,49	0,475
11	30	850	2,5	1,88	824	0,017	0,023	0,11	0,48	0,477
12	25	846	3,5	1,89	825	0,018	0,024	0,12	0,51	0,478
13	24	847	4,5	1,9	826	0,015	0,02	0,13	0,52	0,479
14	23	842	5,0	1,91	827	0,016	0,022	0,14	0,53	0,471
15	22	844	1,9	1,92	828	0,012	0,023	0,15	0,54	0,472
16	21	841	1,8	1,93	829	0,013	0,025	0,16	0,55	0,473

17	26	845	1,8	1,94	830	0,014	0,026	0,17	0,56	0,474
18	27	840	1,7	1,95	821	0,015	0,027	0,18	0,57	0,475
19	29	850	2,2	1,96	822	0,016	0,02	0,19	0,58	0,476
20	30	2,3	1,95	1,97	820	0,017	0,021	0,1	0,52	0,477