

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота магістра

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
освітня програма «Обладнання хімічних виробництв
і підприємств будівельних матеріалів»

Тема роботи: Установка підготовки газу Мачухського
газоконденсатного родовища. Розробити та модернізувати
сепаратор I ступеня сепарації

Виконав:

студент групи ХМ.м-01

Голохвост Олександр Олександрович

підпис

Залікова книжка

№ _____

Кваліфікаційна робота магістра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

" ____ " _____ 20__ р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:

проф., докт. техн. наук,

Ляпощенко О.О.

підпис, дата

Реферат

Пояснювальна записка: 55с., 25 рис., 9 табл., 3 додатка, 16 джерела.

Графічні матеріали: технологічна схема установки, складальне креслення апарата, складальні одиниці, робоче креслення деталі – разом 6 аркуша формат А1

Тема кваліфікаційної роботи магістра «Установка підготовки газу Мачухського газоконденсатного родовища. Розробити та модернізувати сепаратор I ступеня сепарації»

Неведені недоліки нафто-газових установок та методи підвищення їх ефективності, наведені теоретичні основи роботи установки та апарату, наведена конструкція апарату. Виконані оптимізаційні розрахунки установки, проведено технологічні розрахунки процесу, конструктивні розрахунки апарату, його розміри та гідравлічний опір. Обґрунтований вибір матеріалів і вибране допоміжне обладнання.

Розрахунки на міцність і герметичність показали надійність спроектованого апарату.

Ключові слова: УСТАНОВКА ПІДГОТОВКИ ГАЗУ, СЕПАРАТОР I СТУПЕНЯ, ОПТИМІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ, СЕМСАД.

Зміст

| | |
|---|---------|
| Вступ | с. 3 |
| 1 Аналіз літературних джерел | 4 |
| 2 Технологічна частина | 8 |
| 2.1 Теоретичні основи процесу | 8 |
| 2.2 Опис об'єкта розроблення | 8 |
| 2.3 Матеріальний та тепловий баланси процесу | 9 |
| 2.4 Конструктивні розрахунки | 11 |
| 2.5 Гідравлічний опір апарата | 14 |
| 2.6 Вибір допоміжного обладнання | 16 |
| 3 Проектно-конструкторська частина | 19 |
| 3.1 Вибір матеріалів | 19 |
| 3.2. Розрахунки на міцність, стійкість та герметичність | 21 |
| 3.2.1 Визначення товщини стінки апарата | 21 |
| 3.2.2 Визначення товщини стінки днища, кришки | 23 |
| 3.2.3 Розрахунок фланцевого з'єднання | 24 |
| 3.2.4 Розрахунок зміцнення стінок у зоні отворів | 25 |
| 3.2.5 Розрахунок та вибір опори апарата | 28 |
| 4 Монтажна частина | 30 |
| 5 Оптимізаційні моделювання | 39 |
| 5.1 Загальна методика проведення числових моделювань | 39 |
| 5.2 Опис установки та налаштування розрахункової моделі | 40 |
| 5.3 Результати оптимізаційних моделювань | 45 |
| 6 Охорона праці | 47 |
| 6.1 Нормування і розрахунок освітлення | 47 |
| 6.2 Розрахунок прожекторного освітлення | 51 |
| Література | 55 |
| Додаток А | 56 |
| Додаток Б | 58 |
| Додаток В | 78 |

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | | | | |
|-----------|------|-----------|-------|------|-----------------------------|------|-------|---------|
| Розробив | | Голохвост | | | | Літ. | Аркуш | Аркушіє |
| Перевірів | | Ляпощенко | | | | | 2 | 93 |
| Т. контр. | | | | | Пояснювальна записка | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Затв. | | | | | | | | |
| | | | | | ХМ.м-01 | | | |

Вступ

З нафтових і газових родовищ видобувають багатокомпонентну суміш яка складається з газової та рідкої фази, містить пластову воду і механічні домішки знижуючи якість продуктів її переробки. На установках підготовки газу з газового потоку відділяють воду і механічні домішки. Природний газ відправляють на подальшу переробку або продають іншим підприємствам як паливо.

Підготовка та переробка нафти і газу – це складні технологічні процеси, які реалізують за допомогою технологічних ліній, що в свою чергу складаються зі значної кількості основного обладнання, багатозфазні сепаратори, теплообмінники, ректифікаційні та абсорбційні колони і допоміжного обладнання. При цьому існуючі установки не завжди є високоефективними та потребують вдосконалення, оскільки з часом кількість цільових компонентів у сировині, що добувається зі свердловини, знижується, а вміст води, парафінів та інших шкідливих домішок зростає. Це в свою чергу змушує підвищувати інтенсивність процесів сепарації та масообміну, яка в свою чергу обмежується наявним на установці обладнанням. Також слід зазначити, що видобуток попутного газу неможливо регулювати, так як він виділяється при видобутку нафти з розчиненого в ньому стані або з газоконденсатних родовищ.

Виходячи з вищесказаного, нафтогазова промисловість постійно потребує модернізацію та оновлення сепараційного обладнання з метою забезпечення високого ступеня розділення фаз та компонентів, внаслідок збільшення концентрації шкідливих домішок (сірководень) та води у вуглеводневих потоках, що надходять зі свердловин.

Тому актуальним завданням є розробка методики режимно-технологічних й апаратурно-конструктивних оптимізаційних розрахунків, у тому числі за допомогою сучасних програмних комплексів, сепараційного обладнання УПН.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

| |
|------|
| Арк. |
| 3 |

1 Аналіз літературних джерел

Існує велика різновидність промислових установок в хімічній та нафтовій промисловості. Прикладами можуть слугувати установки підготовки природного газу, установки стабілізації нафти, установки переробки нафти, установки переробки газового конденсату, установки зневоднення нафти та ін., (рисунок 1.1-1.3).

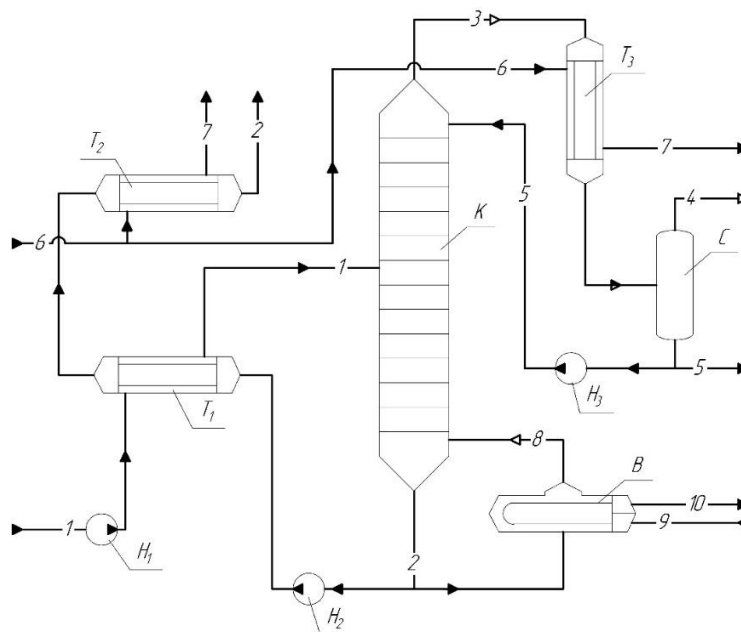


Рисунок 1.1 - Технологічна схема установки стабілізації нафти.

1 - нафта після підготовки на УПН; 2 - стабільна нафта; 3 - дистиллят;
4 - газова фракція; 5 - ШФЛВ; 6 - холодний теплоносіє; 7 – нагрітий теплоносіє; 8 - пари; 9 - гарячий теплоносіє; 10 - охолоджений теплоносіє.

К - колона; С - сепаратор; В-випарник; Н1...3 - насос;
Т1...3 - теплообмінне обладнання.

У багатьох установках нафтової промисловості для розділення гетерогенних систем використовують сепараційне обладнання, але їх найрозповсюдженішим недоліком є бризковинесення, яке в свою чергу може виникати внаслідок недотримання оптимальних параметрів процесу (тиску та температури). Для вирішення даної проблеми існує ряд шляхів, а також запропоновані не традиційні шляхи вирішення даної проблеми. Необхідно відмітити, що для застосування останніх способів необхідно розробити інженерні методики їх розрахунку. Зважаючи на складність та комплексність процесів що розглядаються для цього доцільно застосовувати засоби

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

математичної ідентифікації за результатами проведених натурних експериментів та чисельних.

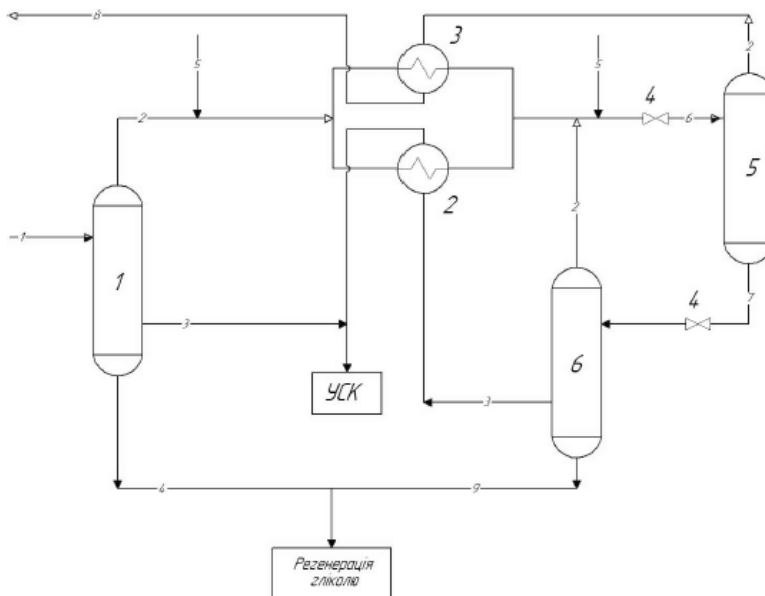


Рис. 1 – Схема установки підготовки газу

Рисунок 1.2 – Технологічна схема установки підготовки газу:
 1- сепаратор I ступеня; 2,3- теплообмінники; 4- дросель; 5- сепаратор II ступеня (низькотемпературний); 6- трифазний сепаратор

Родовища, з часом, втрачають свій ресурс, що в свою чергу погано впливає на ефективність роботи установок. Тому треба модернізувати виробництво та виводити його на більш оптимальні режими роботи. Для вирішення цих проблем треба розглянути всю схему та режим установки, від вихідної сировини до кінцевого продукту.

Одним із сучасних інструментів прогнозування та визначення основних параметрів роботи промислових установок підготовки газу є хіміко-технологічні моделювання за допомогою САЕ-систем термодинамічного моделювання, таких як CHEMCAD, Aspen HYSYS і т.п.

CHEMCAD - це програмний комплекс для моделювання та розрахунку технологічних схем з рециклічними потоками органічних і неорганічних речовин і безперервних сумішей (в разі нафтових фракцій), а також енергетичних потоків. CHEMCAD дозволяє вирішувати завдання розрахунково-технологічного проектування хімічних виробництв і розробки технологічного регламенту для довільного хіміко-технологічного процесу. Програмний комплекс дозволяє створювати, аналізувати і оптимізувати різні варіанти технологічного оформлення виробничих процесів, оцінювати їх ефективність і вибирати найкращий з них [1].

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

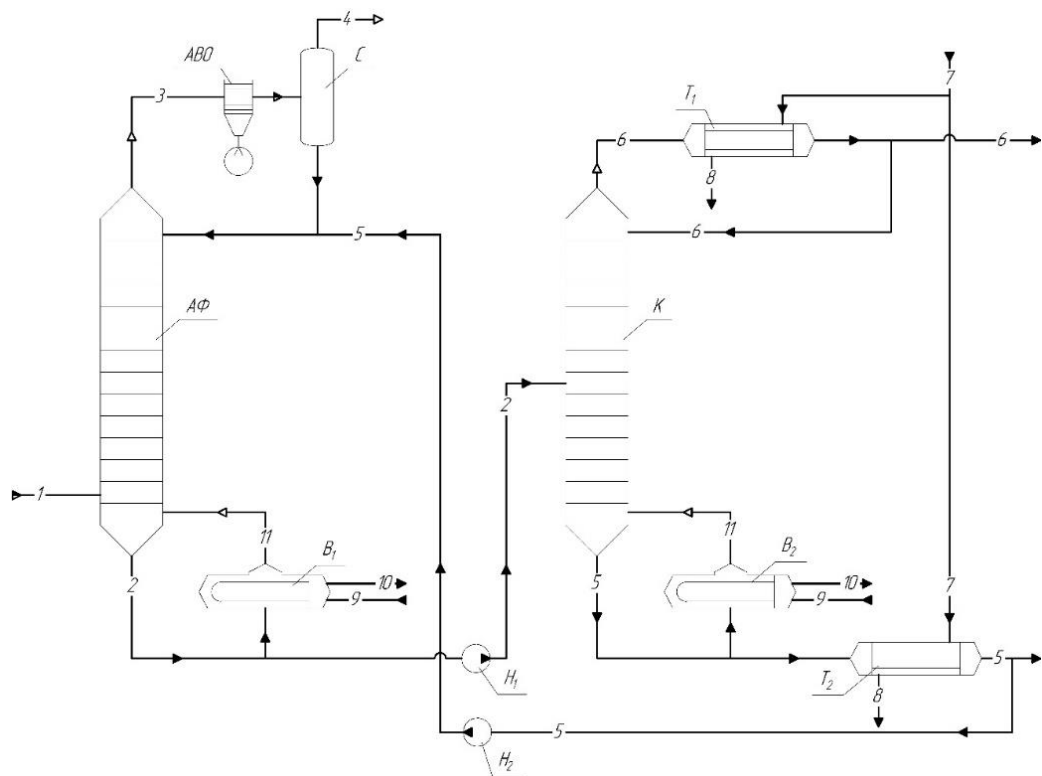


Рисунок 1.3 - Технологічна схема установки переробки газового конденсату.

- 1 - ШФЛВ; 2 - кубовий залишок; 3 - дистиллят; 4 - метан-етанова фракція; 5 - стабільний бензин; 6 - пропан бутанова фракція; 7 - холодний теплоносій; 8 – нагрітий теплоносій; 9 - гарячий теплоносій; 10 – охолоджений теплоносій; 11 - пари;

Aspen HYSYS являє собою програмний пакет, призначений для моделювання в стаціонарному режимі, проектування хіміко-технологічних виробництв, контролю продуктивності обладнання, оптимізації і бізнес-планування в області видобутку і переробки вуглеводнів і нафтохімії. HYSYS побудований на основі надійних і перевірених методів розрахунку технологічних процесів. Програмний комплекс об'єднує в собі зручний інтерфейс і потужні засоби для інженерних розрахунків, що дозволяє інженерам використовувати програмний пакет з максимальною ефективністю і за допомогою нього отримувати додаткові знання про технологічні процеси. Програмний комплекс HYSYS являє собою ефективний інструмент для комп'ютерного моделювання хіміко-технологічних процесів при розробці, модернізації та оптимізації хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв.

Слід зазначити, що одним із головних факторів отримання достовірних результатів моделювань у цих програмних комплексах є вибір термодинамічних моделей розрахунку технологічних процесів. Для

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

6

дослідження процесів сепарації та тепломасообміну, в яких присутні вуглеводневі компоненти, рекомендується використовувати моделі UNIFAC-value, Soave-Redlich-Kwong (SRK), Rautenbach model та Peng – Robinson, що підходять для обчислення матеріальних і теплових балансів, констант рівноваги вуглеводневих систем при помірних та високих значеннях тисків [2–5].

Одним із способів нарощування об'ємів виробництва вуглеводневих продуктів є вдосконалення та підвищення ефективності роботи в цілому промислових установок підготовки нафти та газу. У зв'язку зі складністю та тривалістю проведення обстежень та вимірювань показників роботи реальних промислових об'єктів у дослідженнях, пов'язаних із розробкою або вдосконаленням способів отримання вуглеводневих продуктів, часто використовують числові методи та програмні комплекси, що їх реалізують[6]

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------|-------|-----|----|------|----------|-------|-----|---------|--------------|--------------|-------|----------|-------|-----|------|---|
| № п/п | № докум. | Підп. | Дат | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | № п/п | № докум. | Підп. | Дат | Арк. | 7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2 Технологічна частина

2.1 Теоретичні основи процесу

Сепарація це – процес розділення не однорідних сумішей: суспензії, емульсії, твердих частинок або крапель у газі.

При процесі сепарації не змінюється хімічний склад компонентів суміші. Процес розділення можливий якщо компоненти суміші мають різницю в фізичних властивостей: густина, коефіцієнт тертя, магнітної чутливості тощо.

У сепараторах що використовуються у хімічній та нафтовій промисловості рушійною силою процесу сепарації може бути гравітаційна чи інерційна сила. Для підвищення ефективності процесу використовують декілька способів сепарації.

Під дією інерційної або відцентрової сили компонент з більшою густиною або масою рухається до стінок апарата де накопичується і під дією сили тяжіння рухається до низу після чого відводиться з апарату.

2.2 Опис об'єкта розроблення

Апарат складається з циліндричного корпусу 1 і двох еліптичних днищ 2. В середині знаходиться відхиляючий канал 3, сепараційні елементи 4, труби відведення рідини 5, підігрівач 6. Апарат встановлюється на опорах стійках 7.

Сирий газ входить в апарат через штуцер А проходить через відхиляючий канал після якого газ підіймається вгору через отвір у верхній стінці каналу, а потім проходить через відцентрові елементи які вмонтовані в тарілку у верхній частині сепаратора і виходить з апарату через штуцер Б.

Рідина що виділилась під дією відцентрової сили та рідина що стікає з тарілки через труби накопичується в рідинно збірнику і періодично відводиться через штуцер В. Для ремонту апарата рідину зливають через штуцер Г.

Для підтримки температурив в сепараторі в підігрівач подається гаряча вода через штуцер Н, а відводиться через штуцер П.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

8

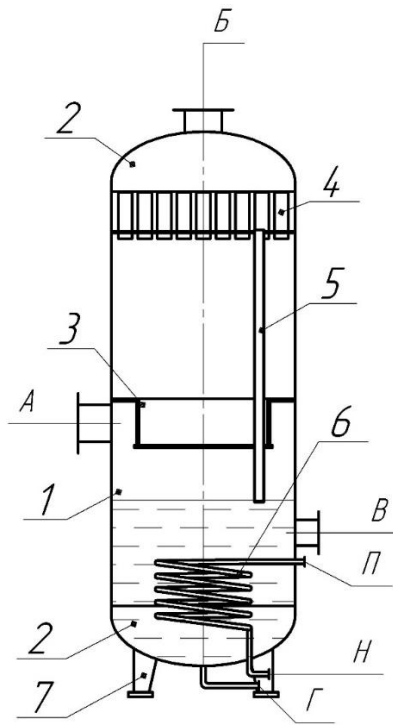


Рисунок. 2.1 – Сепаратор

2.3 Матеріальний та тепловий баланси процесу

Матеріальний баланс

Рівняння матеріального балансу має вигляд

$$G = G_{\Gamma} + G_{\text{К}} \quad (2.1)$$

Матеріальний баланс знаходило за допомогою програми CHEMCAD. Витрата і склад потоків зображено на рисунку 2.2

Тепловий баланс.

Кількість тепла, необхідна для підігріву суміші Q , Дж [7]:

$$Q = G \cdot C(t_2 - t_1) \quad (2.2)$$

де G – масова витрата суміші, кг/с;

C – питома теплоємність суміші, Дж/(кг·К);

$t_{1,2}$ – початкова, кінцева температура суміші, С°.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

9

| Stream No. | 1 | Stream No. | 8 | Stream No. | 35 |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|
| Stream Name | Сирий газ | Stream Name | | Stream Name | Конденсат |
| Temp C | 30 | Temp C | 45.0001 | Temp C | 45.0001 |
| Pres MPa | 9.95 | Pres MPa | 9.95 | Pres MPa | 9.95 |
| Vapor Fraction | 0.9718111 | Vapor Fraction | 1 | Vapor Fraction | 8.08444e-006 |
| Enthalpy MJ/sec | -101.5806 | Enthalpy MJ/sec | -92.98831 | Enthalpy MJ/sec | -7.808833 |
| Total flow | 23.65812 | Total flow | 20.52094 | Total flow | 3.137183 |
| Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec |
| Comp unit | kg/sec | Comp unit | kg/sec | Comp unit | kg/sec |
| Methane | 18.7313 | Methane | 18.73131 | Methane | 0 |
| Ethane | 0.9714785 | Ethane | 0.9714787 | Ethane | 0 |
| Propane | 0.2760891 | Propane | 0.2208714 | Propane | 0.05521782 |
| I-Butane | 0.03639135 | I-Butane | 0.02547395 | I-Butane | 0.01091741 |
| N-Butane | 0.04366962 | N-Butane | 0.03056874 | N-Butane | 0.01310089 |
| I-Pentane | 0.01806951 | I-Pentane | 0.009034758 | I-Pentane | 0.009034757 |
| N-Pentane | 0.009034756 | N-Pentane | 0.004517379 | N-Pentane | 0.004517378 |
| N-Hexane | 3.517945 | N-Hexane | 0.5276917 | N-Hexane | 2.990253 |
| Water | 0.05414094 | Water | 0 | Water | 0.05414094 |
| Methanol | 0 | Methanol | 0 | Methanol | 0 |

а)

б)

в)

Рисунок 2.2 – Результати розрахунків матеріального балансу
а) вхід сировини, б) вихід газу, в) вихід конденсату

$$Q = 23 \cdot 10,054 \cdot (45 - 35,1) = 2354,44 \text{ Дж.}$$

Розрахунок необхідних витрат гріючої води G , кг/с [7]:

$$G_B = \frac{Q}{C_B(t_{z1} - t_{z2})} \quad (2.4)$$

$$G_B = \frac{2354,44}{4190(80 - 50)} = 0,019 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

2.4 Конструктивні розрахунки

Визначення діаметра апарата

Необхідне значення діаметра корпусу сепаратора, при розрахунку за газовим потоком.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\Gamma}}{\pi \cdot w}} \quad (2.5)$$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

10

Обчислюємо припустиму швидкість, газового потоку в сепараторі за формулою Обрядчикова та Хохрякова [8]

$$w_{\Gamma} = 0,0334 \cdot \sqrt{\rho_{\text{ж}}/\rho_{\Gamma}} \quad (2.6)$$

$$w_{\Gamma} = 0,0334 \cdot \sqrt{458,37/80,93} = 0,079 \text{ м/с}$$

де $\rho_{\Gamma} = 80,93 \text{ кг/м}^3$ рисунок А1

$\rho_{\text{ж}} = 458,37 \text{ кг/м}^3$ рисунок А1

Враховуючи число паралельно працюючих апаратів $n=3$ і $V_{\Gamma} = G_{\Gamma}/\rho_{\Gamma}$ формула 2.5 набуває вигляду

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\Gamma}}{n \cdot \rho_{\Gamma} \cdot \pi \cdot w_{\Gamma}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 22,6396}{3 \cdot 80,93 \cdot 3,14 \cdot 0,079}} = 1,222 \text{ м} \quad (2.7)$$

Приймаємо $D=1,2 \text{ м}$

Дійсна швидкість газу

$$w_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma}}{0,785 \cdot D^2} \quad (2.8)$$

$$w_{\Gamma} = \frac{22,6396}{80,93 \cdot 0,785 \cdot 1,2^2} = 0,082 \text{ м/с}$$

Визначення висоти апарата

Для можливості регулювання подачі конденсату на УСК рівень рідини в апараті приймаємо в межах; $h_1=0,3 \dots 0,8 \text{ м}$

Штуцер, через який надходить вихідна суміш для кращого відділення від рідкої фази газів, які не сконденсувалися, доцільно встановити трохи вище рівня рідини в апараті; $h_2=0,5 \text{ м}$

Висота, вільного простору під відбійником для нормальної роботи сепаратора повинна бути не менш $h_3 \geq 0,5 \text{ м}$; $h_3=0,9 \text{ м}$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

11

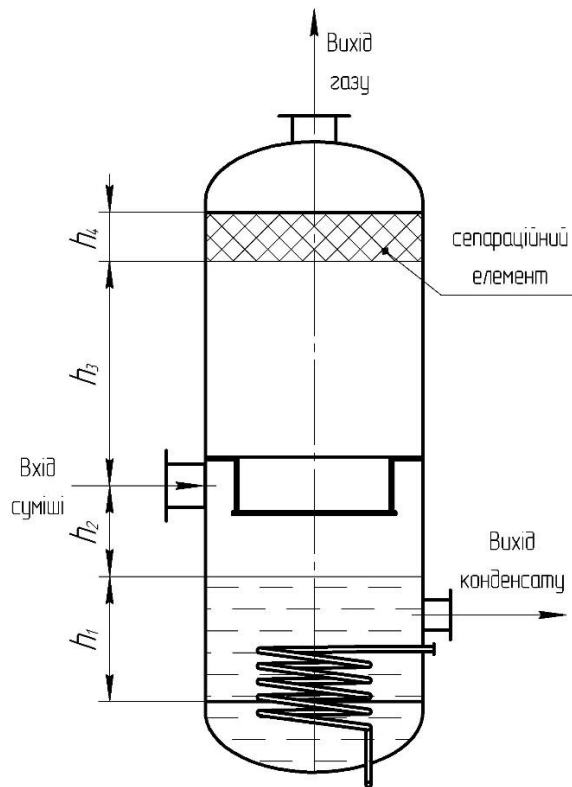


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема висоти апарата

Висота відбійника залежить від його конструкції. У нашому випадку використовуються сепараційні елементи висотою 300 мм; $h_4=0,4$ м

Загальна висота H , циліндричної частини апарата

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (2.9)$$

$$H=0,8+0,5+0,9+0,4=2,6 \text{ м}$$

Визначення діаметру штуцерів

Діаметр штуцера d визначається за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \quad (2.10)$$

де V і G – об'ємні і масові витрати рідини або газу відповідно, м³/с та кг/с;

ρ – густина потоку середовища, кг/м³;

w – швидкість витікання середовища, м/с.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

12

Рекомендовані швидкості руху середовищ (відповідно [9]): для рідин 0.1 ... 0.5 м/с при самопливі та 0.5...2.5 м/с у напірних трубопроводах; для газів 5...20 м/с.

- Для входу суміші, з урахуванням паралельно працюючих апаратів

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,05}{3 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,77 \text{ м}$$

приймаємо рішення збільшити швидкість

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,05}{3 \cdot 3,14 \cdot 80}} = 0,38 \text{ м}$$

Приймаємо штуцер $D_y=300$ мм

- Для виходу газу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 22,6396}{3 \cdot 80,93 \cdot 3,14 \cdot 20}} = 0,077 \text{ м}$$

Приймаємо штуцер $D_y=100$ мм

- Для виходу конденсата

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,015}{3 \cdot 458,37 \cdot 3,14 \cdot 0,5}} = 0,043 \text{ м}$$

Приймаємо штуцер $D_y=50$ мм

2.5 Гідралічний опір апарата

Гідралічний опір знаходимо для газового потоку апарата.

Опір тертя знаходимо за формулою Дарси–Вейсбаха [10]

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (2.11)$$

де λ – коефіцієнт опору

$$\lambda = \frac{32\mu}{\rho w r} \quad (2.12)$$

де $r=D/2$

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості рисунок А2

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

13

$$\lambda = \frac{32 \cdot 1,432 \cdot 10^{-5}}{80,93 \cdot 0,082 \cdot 0,6} = 0,0012$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,0012 \cdot \frac{2,6}{1,2} \cdot \frac{80,93 \cdot 0,082^2}{2} = 0,00071 \text{ Па}$$

Місцеві опір знаходиться за формулою

$$\Delta P_{\text{мо}} = \zeta \cdot \frac{w^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.13)$$

де ζ – коефіцієнт місцевого опору [10]

Вхід суміші

$$\Delta P_{\text{мо1}} = 1 \cdot \frac{80^2 \cdot 80,93}{2} = 258976 \text{ Па}$$

Вихід газу

$$\Delta P_{\text{мо2}} = 0,5 \cdot \frac{20^2 \cdot 80,93}{2} = 8093 \text{ Па}$$

Вихід конденсату

$$\Delta P_{\text{мо3}} = 0,5 \cdot \frac{0,5^2 \cdot 458,37}{2} = 28,65 \text{ Па}$$

Перепад тиску на сепараційних елементах $\Delta P_S = 0,57 \text{ кПа} = 570 \text{ Па}$

Загальний опір

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{мо1}} + \Delta P_{\text{мо2}} + \Delta P_{\text{мо3}} + \Delta P_S \quad (2.14)$$

$$\Delta P = 0,0071 + 258976 + 8093 + 28,65 + 570 = 283399,51 \text{ Па} \approx 283,4 \text{ кПа}$$

2.6 Вибір допоміжного обладнання

Розрахунок змійовика

Розраховуємо середню температуру

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} \quad (2.15)$$

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|------|----------|-------|-----|-----------------------|------|
| Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | Інв. № підп. | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 14 |

$$\Delta t_{cp} = \frac{44,6 - 5}{\ln \frac{44,6}{5}} = 18,11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де Δt_B – початкова різниця температур

Δt_m – кінцева різниця температур

Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі від підігрівача до суміші

Знаходимо критерій Прандтля, Pr [7]:

$$Pr = \frac{\mu_{cm} \cdot C_{cm}}{\lambda_{cm}} \quad (2.16)$$

$$Pr = \frac{9,795 \cdot 10^{-5} \cdot 10,054}{0,4025} = 0,0024$$

де μ_{cm} - динамічна вязкість суміші, Па·с;

C_{cm} - питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К);

λ_{cm} - теплопровідність суміші, Вт/(м·К).

Знаходимо критерій Грасгофа, Gr [8]:

$$Gr = \frac{g \cdot d_{НАР}^3}{\nu^2} \beta \cdot \Delta t_{cp} \quad (2.17)$$

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 0,032^3}{(4,31694 \cdot 10^{-7})^2} \cdot 0,00035 \cdot 18,11 = 341667314$$

де g- прискорення вільного падіння, м/с²;

$d_{нар}$ - наружній діаметр труби, м;

ν - кінематична вязкість суміші, м²/с;

β - коефіцієнт об'ємного розширення, 1/К.

Знаходимо критерій Нуссельта, Nu [7]

$$Nu = 0,135 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,33} \quad (2.18)$$

$$Nu = 0,135 \cdot (341667314 \cdot 0,0024)^{0,33} = 12,07$$

Розраховуємо коефіцієнт тепловіддачі a_H , Вт/(м²·К) [7]:

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----|------|----------|-------|-----|-----------------------|------|
| Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | Інв. № підп | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 15 |

$$a_H = \frac{Nu \cdot \lambda_{cm}}{d_{HAP}} \quad (2.19)$$

$$a_H = \frac{12,07 \cdot 0,4025}{0,032} = 151,82 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Коефіцієнта тепловіддачі від граючої води до зміювика

Знаходимо критерій Прандтля Pr

$$Pr = \frac{0,000549 \cdot 4190}{0,648} = 3,55$$

Знаходимо критерій Рейнольдса Re [7]:

$$Re_{гр} = \frac{w \cdot d_{BH}}{v_{гр}} \quad (2.20)$$

$$Re_{гр} = \frac{1,2 \cdot 0,026}{0,000000556} = 56115,11$$

Знаходимо критерій Нуссельта Nu [8]:

$$Nu_{гр} = 0,023 \cdot Re_{гр}^{0,8} \cdot Pr_{гр}^{0,43} \quad (2.21)$$

$$Nu_{гр} = 0,023 \cdot 56115,11^{0,8} \cdot 3,55^{0,43} = 249,8$$

Коефіцієнт тепловіддачі від граючої води до зміювика a_{BH} , Вт/(м²·К)

$$a_{BH} = \frac{Nu \cdot \lambda_{гр}}{d_{BH}} \quad (2.22)$$

$$a_{BH} = \frac{249,8 \cdot 0,648}{0,026} = 6225,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Розрахунок коефіцієнта теплопередачі

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_{BH}} + \frac{d_{BH}}{2\lambda} \cdot \ln \frac{d_H}{d_{BH}} \cdot \frac{1}{a_H}} \quad (2.23)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{6225,8} + \frac{0,026}{2 \cdot 0,4025} \cdot \ln \frac{0,026}{0,032} \cdot \frac{1}{151,82}} = 48 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Внутрішня поверхня, м²[8]

$$F_{BH} = \frac{2354,44 / (3 \cdot 60)}{48 \cdot 18,11} = 0,015 \text{ м}^2 \quad (2.24)$$

Наружня поверхня, м²[7]:

$$F_H = F_{BH} \frac{d_H}{d_{BH}} \quad (2.25)$$

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|------|----------|-------|-----|-----------------------|------|
| Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | Інв. № підп. | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 16 |

$$F_H = 0,015 \cdot \frac{0,032}{0,026} = 0,018 \text{ м}^2$$

Середня поверхня теплообміну

$$F_{\text{cp}} = \frac{F_H + F_{\text{BH}}}{2} \quad (2.26)$$

$$F_{\text{cp}} = \frac{0,015 + 0,018}{2} = 0,0162 \text{ м}^2$$

Вибираємо підігрівач 4-I-1000-800 АТК 24.218.07-91

Розраховуємо насос для подачі води в підігрівач в кількості $G_B = 0,019 \text{ кг/с}$

Визначаємо швидкість руху рідини в трубопроводі

$$w = \frac{L}{0,785 \cdot d_1^2} \quad (2.27)$$

де L - витрати нафти на зрошення, $\text{м}^3/\text{с}$;

d - діаметр труби, мм.

$$w = \frac{0,000019}{0,785 \cdot 0,05^2} = 0,01 \text{ м/с}$$

Прийmemo, що трубоповід сталевий, коррозія незначна $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Визначаємо критерій Рейнольдса

$$Re_{\text{гр}} = \frac{wd\rho}{\mu} \quad (2.28)$$

$$Re_{\text{гр}} = \frac{0,01 \cdot 0,05 \cdot 972}{0,0003565} = 13632,54$$

$$L = \frac{\Delta}{d_1} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,05} = 0,0004 \quad (2.29)$$

У трубопроводі має місце змішане тертя і коефіцієнт тертя розглядають за формулою λ ,

$$\lambda = 0,11 \left(L + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (2.30)$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(0,0004 + \frac{68}{13632,54} \right)^{0,25} = 0,029$$

Визначаємо суму коефіцієнтів місцевих опорів для лінії:

а) вхід у трубу $\zeta = 0,5$;

б) прямоточні вентилі $\zeta = 5,5$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

17

в) вихід із труби $\zeta=1$

г) нормальні вентиля $\zeta=2,9$

д) коліно $\zeta=1,33$

$$\Sigma\zeta = 1,33 + 2,9 + 1 + 5,5 + 0,5 = 11,23$$

Втрати напору визначимо за формулою Δh_n ,

$$\Delta h_n = \left(\lambda \frac{1}{d_1} + \Sigma\zeta \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (2.31)$$

$$\Delta h_n = \left(0,029 \cdot \frac{1}{0,05} + 11,23 \right) \cdot \frac{0,01^2}{2 \cdot 9,81} = 0,006 \text{ м}$$

Напір насоса визначимо за формулою

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + H_r + \Delta h_r \quad (2.32)$$

де P - перепад тисків в апараті і трубопроводі;

H - висота піднімання рідини;

Δh - утрати напору в лінії.

$$H = \frac{421}{972 \cdot 9,81} + 1 + 0,006 = 1,05 \text{ м}$$

Потужність N , використовування двигуном насоса

$$N = \frac{Q \rho g H}{1000 \eta} \quad (2.33)$$

$$N = \frac{0,069 \cdot 972 \cdot 9,81 \cdot 1,05}{1000 \cdot 0,6} = 1,151 \text{ кВт}$$

Дані характеристики задовольняє насос 1Д630-90, характеристика:

$Q=250$ м³/ч. $H=50$ м; $n=1180$, об/хв - частота обертання вала; $\eta=0.60$.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|------|----------|-------|-----|-----------------------|------|
| Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | Інв. № підп. | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 18 |

3 Проектно-конструкторська частина

3.1 Вибір матеріалів

При виборі матеріалу для виготовлення апарату слід враховувати: тиск, температуру стінки, хімічний склад і характер середовища. Також необхідно враховувати де буде розташований апарат у приміщенні чи на відкритому майданчику.

Проектований апарат встановлюється на відкритому майданчику і працює під тиском тому для виготовлення основних елементів конструкції (корпусу, днищ, штуцерів, тощо) вибираємо низьколеговану сталь марки 09Г2С. Для виготовлення деталей опор вибираємо сталь звичайної якості Ст3пс

Властивості сталі 09Г2С [6]

Заміна: 09Г2, 09Г2ДТ, 10Г2С, 09Г2Т

Призначення: різні деталі і елементи металоконструкцій, що працюють при температурі від -70 до +425 С під тиском

Технологічні властивості

- Температура кування, С : початку 1250, кінця 850.
- Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС
- Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С

| У відсотках | | | | | | | | | |
|-------------|---------|---------|-----------|------|------|-------|-------|------|-------|
| С | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | P | S | As | N |
| не більше | | | не більше | | | | | | |
| 0,12 | 0,5-0,8 | 1,5-1,7 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,035 | 0,040 | 0,08 | 0,008 |

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С

| Стан постачання | Переріз, мм | σ_{02} | σ_a | $\delta_5(\delta_4)$ % | КСУ, Дж/см ² при температурі випробування, °С | |
|-----------------|-------------|---------------|------------|------------------------|--|----------------------------|
| | | МПа | | | в стані постачання | після механічного старіння |
| | | Не менше | | | | |
| листи і полоси | до 32 мм | 305 | 460 | 21 | 59 | 29 |

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

19

Властивості сталі СтЗпс [6]

Призначення - несучі елементи зварних і не зварних конструкцій і деталей, що працюють при позитивних температурах. Фасонний і листовий прокат завтовшки до 10 мм для несучих елементів зварних конструкцій, що працюють при змінних навантаженнях в інтервалі від -40 до +4250С. Прокат від 10 до 25 мм - для несучих елементів зварних конструкцій, що працюють при температурі від -40 до +4250С за умови постачання зі зварюваністю, що гарантується

Технологічні властивості.

-Температура кування, С: початку 1300, кінця 750. Охолодження на повітрі.

- Зварюваність - зварюється без обмежень; способи зварки: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС. Для товщини понад 36 мм рекомендується підігрівання і подальша термообробка.

- Оброблювання різанням - в гарячекатаному стані $\sigma = 400$ МПа.

- Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

Таблиця 4.3 – Хімічний склад сталі СтЗпс

У відсотках

| С | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | P | S | As |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|-------|------|------|
| не більше | | | не більше | | | | | |
| 0,14-0,22 | 0,05-0,17 | 0,40-0,65 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,040 | 0,05 | 0,08 |

Таблиця 3.4 – Механічні властивості сталі СтЗпс

| Стан постачання | Переріз, мм | σ_{02} | σ_a | $\delta_5(\delta_4)$ % | КСУ, Дж/см ² при температурі випробування, °С | |
|----------------------|-------------|---------------|------------|------------------------|--|----------------------------|
| | | МПа | | | в стані постачання | після механічного старіння |
| | | Не менше | | | | |
| прокат гарячекатаний | до 20 мм | 245 | 370-460 | 26 | 69 | 29 |

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

20

3.2. Розрахунки на міцність, стійкість та герметичність [11]

Розрахунковий тиск беремо без урахуванням гідростатичного тиску:

$$p = p_p = 9,95 \text{ МПа} \quad (3.1)$$

оскільки

$$p_p = \rho g h \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 2,6 \cdot 10^{-6} = 0,026 \text{ МПа} \quad (3.2)$$

$$\left(\frac{p_p}{p_p}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{0,006}{3,5}\right) \cdot 100\% = 0,17\% \quad (3.3)$$

Розрахункову температуру приймаємо $t=243^\circ\text{C}$

Оскільки апарат відноситься до 1 групи зварні шви контролюють в обсязі 100% при автоматичному зварюванні коефіцієнт міцності зварного шва $\varphi=1$

Допустимі напруження для матеріалу стінки (сталь 16ГС при товщині до 32 мм) при 20°C і розрахунковій температурі.

$$[\sigma]_{20}=196 \text{ МПа},$$

$$[\sigma]=177 \text{ МПа}$$

Розрахункове значення межі текучості для сталі 16ГС при товщині до 32 мм.

$$\sigma_{т20}=300 \text{ МПа},$$

Допустимі напруження в умовах гідравлічних випробувань визначається за формулою

$$[\sigma]_{н}=\sigma_{т20}/1,1=300/1,1=272,73 \text{ МПа} \quad (3.4)$$

Пробний тиск при гідро випробуванні

$$P_B = 1,25 \cdot p \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \quad (3.5)$$

$$P_B = 1,25 \cdot 9,95 \cdot \frac{196}{177} = 13,77 \text{ МПа}$$

3.2.1 Визначення товщини стінки апарата [11]

Товщина стінки знаходиться за формулою

$$s \geq s_p + c \quad (3.6)$$

де s_p – розрахункова товщина листа

c – надбавка

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

$$c = c_1 + c_2 + c_3 \quad (3.7)$$

де c_1 – надбавка для компенсації корозії; $c_1 = \Pi \cdot \tau = 0,2 \cdot 10 = 2$ мм

c_2 – надбавка для компенсації від'ємного допуску листа; $c_2 = 1,6$ мм

c_3 – технологічна надбавка $c_3 = 0$ мм

$$c = 2 + 1,6 + 0 = 3,6 \text{ мм}$$

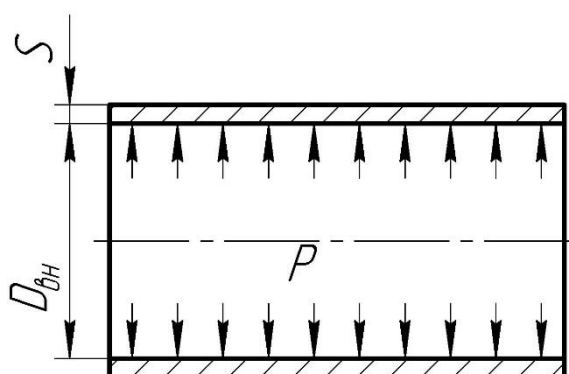


Рисунок 3.11 – Розрахункова схема обичайки

Розрахункова товщина стінки обичайки визначається за формулою

$$s_p = \max \left\{ \frac{pD}{2\varphi[\sigma] - p}, \frac{p_B D}{2\varphi[\sigma]_{и} - p_B} \right\} \quad (3.8)$$

$$s_p = \max \left\{ \frac{9,95 \cdot 1200}{2 \cdot 1 \cdot 177 - 9,95} = 34,70, \frac{13,77 \cdot 1200}{2 \cdot 1 \cdot 272,77 - 13,77} = 31,08 \right\} = 34,70 \text{ мм}$$

Товщина листа

$$s = 34,70 + 3,6 = 38,30 \text{ мм}$$

Приймаємо $s=50$ мм

Внутрішній тиск, що допускається

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

- у робочих умовах

$$[p] = \frac{2[\sigma]\varphi(s-c)}{D+(s-c)} \quad (3.9)$$

$$[p] = \frac{2 \cdot 177 \cdot 1 \cdot (50 - 3,6)}{1200 + (50 - 3,6)} = 13,18 \text{ МПа}$$

- в умовах гідравлічних випробувань

$$[p]_{\text{в}} = \frac{2[\sigma]_{\text{н}}\varphi(s-c)}{D+(s-c)}$$

$$[p]_{\text{в}} = \frac{2 \cdot 273 \cdot 1 \cdot (50 - 3,6)}{1200 + (50 - 3,6)} = 20,31 \text{ МПа}$$

3.2.2 Визначення товщини стінки днища, кришки [11]

Товщина стінки знаходиться за формулою (3.6)

Розрахункова товщина

$$s_p = \max \left\{ \frac{pR}{2\varphi[\sigma] - 0,5p}, \frac{p_{\text{в}}R}{2\varphi[\sigma]_{\text{н}} - 0,5p_{\text{в}}} \right\} \quad (3.10)$$

$$s_p = \max \left\{ \frac{9,95 \cdot 1200}{2 \cdot 1 \cdot 177 - 0,5 \cdot 9,95} = 34,21, \frac{13,77 \cdot 1200}{2 \cdot 1 \cdot 272,77 - 0,5 \cdot 13,77} = 30,69 \right\} = 34,21 \text{ мм}$$

$R=D$ – для еліптичних днищ

c_1 – надбавка для компенсації корозії; $c_1 = \Pi \cdot \tau = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ мм}$

c_2 – надбавка для компенсації від'ємного допуску листа; $c_2 = 2,2 \text{ мм}$

c_3 – технологічна надбавка $c_3 = 9 \text{ мм}$

$$c = 2 + 2,2 + 9 = 13,2 \text{ мм}$$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

23

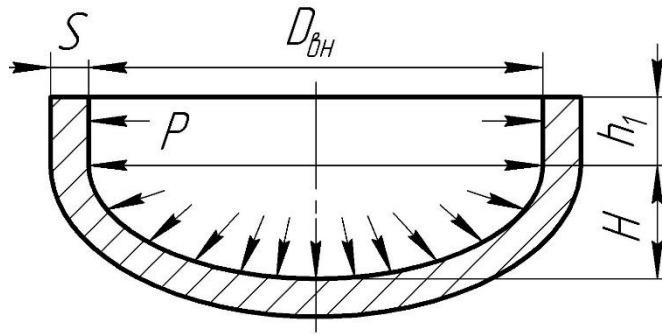


Рисунок 3,2 – Розрахункова схема днища

Товщина листа

$$s = 34,21 + 13,2 = 47,41 \text{ мм}$$

Приймаємо $s=60$ мм

Внутрішній тиск, що допускається

- у робочих умовах

$$[p] = \frac{2[\sigma]\varphi(s-c)}{R+0,5(s-c)} \quad (3.11)$$

$$[p] = \frac{2 \cdot 177,1 \cdot (60-13,2)}{1200+0,5 \cdot (60-13,2)} = 13,54 \text{ МПа}$$

- в умовах гідравлічних випробувань

$$[p]_{\text{в}} = \frac{2[\sigma]_{\text{н}}\varphi(s-c)}{R+0,5 \cdot (s-c)} \quad (3.12)$$

$$[p]_{\text{в}} = \frac{2 \cdot 277,73 \cdot 1 \cdot (60-13,2)}{1200+(60-13,2)} = 20,87 \text{ МПа}$$

3.2.3 Розрахунок фланцевого з'єднання

Оскільки апарат цільнозварний то розраховуємо з'єднання арматурного фланця найбільшого діаметру, кришка люка $D_u=450$ мм.

Для розрахунку фланцевого з'єднання використовувався програмний комплекс "Пассат". Результати розрахунку наведені в додатку Б.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

3.2.4 Розрахунок зміцнення стінок у зоні отворів [11]

Обираємо спосіб зміцнення штуцером і накладним кільцем з урахуванням надмірної товщини стінки

Розрахунковий діаметр одиничного отвору, що не вимагає зміцнення

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} \quad (3.12)$$

– для обичайки

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{60 - 3,6}{34,21} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{1200 \cdot (50 - 3,6)} = 253,97 \text{ мм}$$

– для днища

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{60 - 13,2}{34,21} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{2400 \cdot (60 - 13,2)} = 380,75 \text{ мм}$$

Подальші розрахунки проводимо для отворів обичайки діаметром 300 і 450 мм.

Розрахунковий діаметр

$$d_{op} = 0,4 \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} \quad (3.13)$$

$$d_{op} = 0,4 \cdot \sqrt{1200 \cdot (50 - 3,6)} = 97,39 \text{ мм}$$

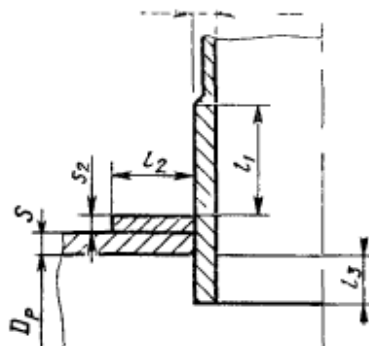


Рисунок 3.3 – Схема укріплення

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

Розрахунковий діаметр отвору

$$d_p = d + c_s \quad (3.14)$$

Розрахункова товщина стінки штуцера

$$s_{1p} = \frac{p(d+2c_s)}{2\varphi_1[\sigma]_1 - p} \quad (3.15)$$

де $[\sigma]_1$ – допустиме напруження для матеріалу штуцера

φ_1 – коефіцієнт міцності шва штуцера $\varphi_1 = 1$

Товщину стінки штуцера s_l приймаємо з таб.10.2 [12]

Розрахункова довжина штуцерів

$$l_{1p} = \min \left\{ \frac{l_1}{1,25 \cdot \sqrt{(d + 2c_s)(s_1 - c_s)}} \right\} \quad (3.16)$$

$$l_{3p} = \min \left\{ \frac{l_3}{0,5 \cdot \sqrt{(d + 2c_s)(s_3 - c_s - c_{s1})}} \right\} \quad (3.17)$$

Розрахункова ширина накладного кільця

$$l_2 = \min \{ l_2; \sqrt{D_p \cdot (s_2 + s - c)} \} \quad (3.18)$$

де s_2 – товщина накладного кільця

Ширина зони зміцнення

$$L_0 = \sqrt{D_p \cdot (s - c)} \quad (2.19)$$

$$L_0 = \sqrt{1200 \cdot (50 - 3,6)} = 382,2 \text{ мм}$$

Результати розрахунків формул (3.14) – (3.18) зводимо в таблицю 3.1

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

26

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків формул (2.14) – (3.38)

| діаметр d | Розрахунковий діаметр d _p | Довжина штуцера | | товщина ст. штуцера | | товщина кільця s ₂ | ширина кільця l ₂ |
|-----------|--------------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | l ₁ | l ₃ | s _{1p} | s ₁ | | |
| 300,00 | 304,00 | 75,50 | 27,57 | 8,79 | 14,00 | – | – |
| 450,00 | 454,00 | 113,00 | 42,61 | 13,13 | 20,00 | 16,00 | 200 |

Розрахункова площа вирізано перетину

$$A = 0,5(d_p - d_{0p})s_p \quad (3.20)$$

Розрахункова площа, що враховує надмірну товщину стінки

$$A' = L_0(s - s_p - c) \quad (3.21)$$

Площа зміцнюю чого перетину зовнішньої і внутрішньої частини штуцера відповідно:

$$A_1 = l_{1p}(s_1 - s_{1p} - c_s) \quad (3.22)$$

$$A_3 = l_{3p}(s_3 - c_s - c_{s1}) \quad (3.23)$$

Площа поперечного перетину накладного кільця

$$A_2 = l_{2p}s_2 \quad (3.24)$$

Умова зміцнення отвору

$$A_1 + A_2 + A_3 + A' \geq A \quad (2.25)$$

Результати розрахунків формул (3.20) – (3.24) зводимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків формул (3.20) – (3.24)

| діаметр d | Площа | | | | |
|-----------|---------|----------------|----------------|----------------|---------|
| | A' | A ₁ | A ₃ | A ₂ | A |
| 300,00 | 2759,80 | 242,22 | 88,45 | – | 3637,24 |
| 450,00 | 2759,80 | 550,33 | 207,54 | 3200 | 6240,06 |

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

27

Перевіряємо умову зміцнення отвору для штуцера $D_y=300$ мм

$$242,22+88,45+2759,80=3932,35 \geq 3637,24$$

Умова виконана

Перевіряємо умову зміцнення отвору для штуцера $D_y=450$ мм

$$550,33+3200+207,54+2759,80=6717,67 \geq 6240,06$$

Умова виконана

3.2.5 Розрахунок та вибір опори апарата [12]

Вертикальні апарати, як правило встановлюють на стійках, коли їх розміщують внизу приміщення або на відкритому майданчику, інколи встановлюють на циліндричну опору. На підвісних лапах коли апарат розміщують між перекриттям в приміщенні або на спеціальних сталевих конструкціях.

Визначаємо вагу апарата з урахуванням рідини при гідровипробуваннях

$$m_{\Sigma} = m_k + m_c \quad (3.26)$$

де m_k – маса корпусу апарата

m_k – маса середовища

маса корпусу апарата

$$m_k = (\pi \cdot (D + S) \cdot H) \cdot \rho_m + 2m_d \quad (3.27)$$

$$m_k = (3,14 \cdot (1,2 + 0,050) \cdot 2,6) \cdot 7850 + 2 \cdot 975,70 = 82060,65 \text{ кг}$$

де ρ_m – густина матеріалу, $\rho_m = 7850 \text{ кг/м}^3$

m_d – маса днища, $m_d = 975,70 \text{ кг}$

маса середовища

$$m_c = (2V_d + 0,785 \cdot D^2 \cdot H) \cdot \rho_c \quad (3.28)$$

$$m_c = (2 \cdot 0,3156 + 0,785 \cdot 1,2^2 \cdot 2,6) \cdot 1000 = 3570,24 \text{ кг}$$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

де ρ_c – густина середовища, $\rho_m = 1000 \text{ кг/м}^3$

V_d – об'єм днища, $V_d = 0,3156 \text{ м}^3$

$$m_\Sigma = 82060,65 + 3570,24 = 85630,89 \text{ кг}$$

Сила ваги апарата, що передається опорам

$$P = m_\Sigma g \quad (3.29)$$

$$P = 85630,89 \cdot 9,81 = 840039,03 \text{ Н} \approx 840,04 \text{ кН}$$

Навантаження на одну опору

$$Q = \lambda_1 P/z + \lambda_2 M/(D + 2e) \quad (3.30)$$

де $e = 0,5(b + f_{max} + s_0 + s_H)$

λ_1, λ_2 – коефіцієнти, залежні від числа опор z

P, M – зовнішня стискаюча сила та згинальний момент

Беремо згинальний момент рівний нулю

$$Q = 1 \cdot \frac{840,04}{4} = 210 \text{ кН}$$

Беремо стандартний тип стійки без накладного листа

Опора 3-25000 ОСТ 26-665-79

з параметрами: $Q=250 \text{ кН}$; $a=360 \text{ мм}$; $a_1=480 \text{ мм}$; $b=490 \text{ мм}$; $b_1=680 \text{ мм}$; $c=60 \text{ мм}$; $c_1=60 \text{ мм}$; $h_{max}=1240 \text{ мм}$; $h_1=40 \text{ мм}$; $s_1=34 \text{ мм}$; $K=35 \text{ мм}$; $K_1=350 \text{ мм}$; $d=42 \text{ мм}$; $d_B=M36$; $D_1=1100 \text{ мм}$ (болтовий діаметр для фундаментальних болтів)

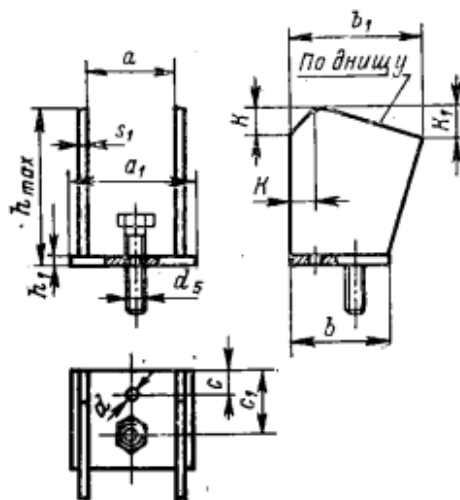


Рисунок. 3.4 – Схема опори

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

29

4 Монтажна частина

Багато видів обладнання можна встановити в проектне положення лише підйомом. Найбільш складно піднімати вертикальні апарати, оскільки вони мають велику масу G_a та довжину L_a . Маса та довжина апаратів збільшуються у зв'язку із запровадженням нових технологічних процесів у нафтопереробці та нафтохімії, підвищенням тиску та температур, а також зі збільшенням одиничної продуктивності апаратів.

Вантажопідйомні або такелажні засоби, а також метод монтажу завжди слід вибирати такими, щоб був забезпечений найменший термін монтажу.

При виборі вантажопідіймальних засобів повинні пред'являтися такі загальні вимоги: - підготовка вантажопідіймальних пристроїв для монтажу апаратів (установка якорів, підготовка майданчика, влаштування розчалок, лебідок тощо) повинна здійснюватися у мінімальний час; монтажні засоби, що застосовуються, повинні легко перевозитися на будь-яких видах транспорту або легко розбиратися для можливості їх переміщення в обмежених умовах монтажного майданчика; монтажні засоби повинні бути такими, щоб їх можна було встановлювати широко використовуваними кранами невеликої вантажопідйомності; монтажні засоби повинні бути такими, щоб їм була достатня мінімальна довжина монтажного майданчика.

Найменші терміни монтажу можуть бути забезпечені лише за умови доставки заводами технологічного обладнання (апаратів), повністю виготовленого та зібраного. Виняток становлять апарати, розміри яких (діаметр та довжина) не дозволяють привезти їх до місця монтажу у зібраному вигляді, і тому їх піднімають окремими блоками способами нарощування та відрощування. В цьому випадку попередньо збирають окремі деталі та вузли в блоки, а повністю їх збирають вже на місці установки апарата.

Іноді на монтажний майданчик надходять укрупнені блоки, які потім до збирають. У цих випадках апарати попередньо збирають на заводі виготовлювачі і маркують стики блоків, якими потім виконують до зборку.

Розрізняють такі основні способи підйому апаратів.

За застосуванням обладнанням:

- стріловими кранами;
- стріловими кранами з пристроями, що підвищують їхню вантажопідйомність;
- такелажними засобами, щогловими підйомниками, шеврами, порталами.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

| | | | | |
|-----------------------|--|--|--|------|
| КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | | | | Арк. |
| | | | | 30 |

За способом підйому:

- підтягуванням (ковзанням);
- поворотом навколо шарніра.

Підйом кранами

Крани є основними засобами підйому апаратів.

Переважає застосування стрілових кранів для монтажу апаратів пояснюється великою висотою підйому гака, маневреністю, малим часом підготовки крана для початку монтажних робіт, малим об'ємом підготовчих робіт, необхідних для встановлення крана в робоче положення (зачищення площадки, інколи установлюючи підстили). Однак вантажні характеристики наявних кранів, тобто зміна вантажопідйомності в залежності від вильоту гака (довжини стріли), крутопадаючі (рисунок 4.1).

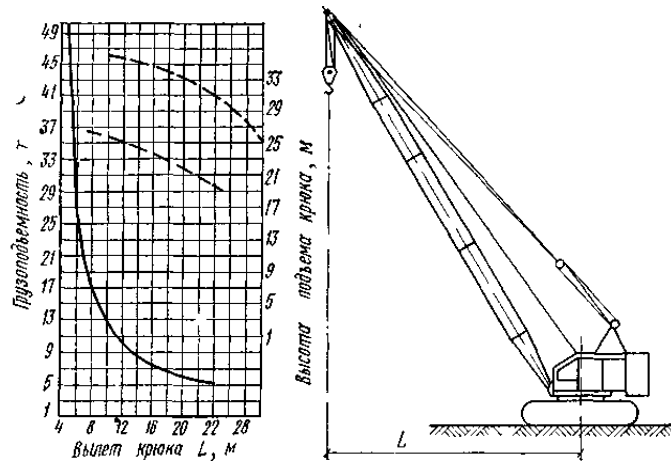


Рисунок 4.1 – Крива зміни вантажопідйомності в залежності від вильоту гака

Це означає, що зі збільшенням довжини стріли різко знижується вантажопідйомність. Ця особливість обмежує можливості монтажу краном за великої довжини апаратів (висоти), особливо якщо вони встановлюються на високі фундаменти або постаменти.

Застосування двох кранів дозволяє піднімати апарати масою вдвічі більшою і висотою на 30-40% більше, ніж висота підйому гаків кранів, що використовуються. Для підйому двома кранами необхідна балансірна траверса, що забезпечує рівномірне навантаження на крани.

Підйом щоглами

Так само як і при монтажі кранами, основними способами підйому є підтягування апарату та поворот навколо шарніра. Крім цих основних способів

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

є кілька різновидів застосування щогл: так званий спосіб падаючого шевра, порталу, без якірний і спосіб вичавлювання.

Апарати можна піднімати одночасно кількома щоглами, а також можна піднімати одночасно кілька апаратів. Однак монтаж за допомогою щогли має свої недоліки; наприклад, необхідно монтувати та демонтувати щогли, для чого потрібні крани, а важкі щогли монтують за допомогою щогл меншої вантажопідйомності та висоти, які у свою чергу монтують кранами. Крани можуть переміщатися власним ходом, щогли доводиться перевозити, а при великій їх довжині перед транспортуванням їх ще розбирають на секції

Незважаючи на всі перераховані недоліки, щоголові монтажні підйомники є найбільш поширеним засобом для монтажу апаратів масою більше 100 т.

Вибираючи засіб та метод для підйому апарату, необхідно вирішити такі завдання:

- якими з наявних пристроїв можуть бути підняті апарати, тобто чи дозволяє пристрій підняти апарат заданої маси та довжини;
- яким із можливих засобів та методів найбільш раціонально, з найменшими трудовитратами та вартістю та найбільшою безпекою можна підняти апарат;
- на яку основу слід встановити апарат (до 28% усіх апаратів встановлюють на підстави значної висоти – понад 10 м);
- враховувати компоновання апаратів на майданчику.

Якщо апарати розміщують в один ряд уздовж постаменту або будівлі, досить просто підготувати майданчик до монтажу і організувати його потоком. Але при цьому збільшуються протяжність комунікацій та обсяг монтажних робіт, крім підйому апаратів.

Спосіб ковзання

При цьому способі (Рисунок 4.2) кінець апарата піднімають краном і підтягують одночасно до фундаменту. Нижню частину апарату укладають на металеві листи чи візки.

При підйомі способом ковзання розрізняють монтаж апаратів з відривом та без відриву від основи. Для монтажу без відриву від основи нижній кінець апарату встановлюють на шарнірі, що пересувається так, що в процесі підйому і підтягування він одночасно повертається навколо шарніра. Апарати можна піднімати кранами, висота підйому така яких H_k більша за довжину апарата L_a , в цьому випадку підйом виконують за один етап. Апарати можна піднімати кранами, у яких H_k менше довжини апарата. У цьому випадку краном апарат піднімають до тих пір, поки кут між віссю апарата і горизонтом складе $75-80^\circ$, після цього апарат дотягують до вертикального положення відтяжкою дотягуючої системи, тобто підйом відбувається в два етапи.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

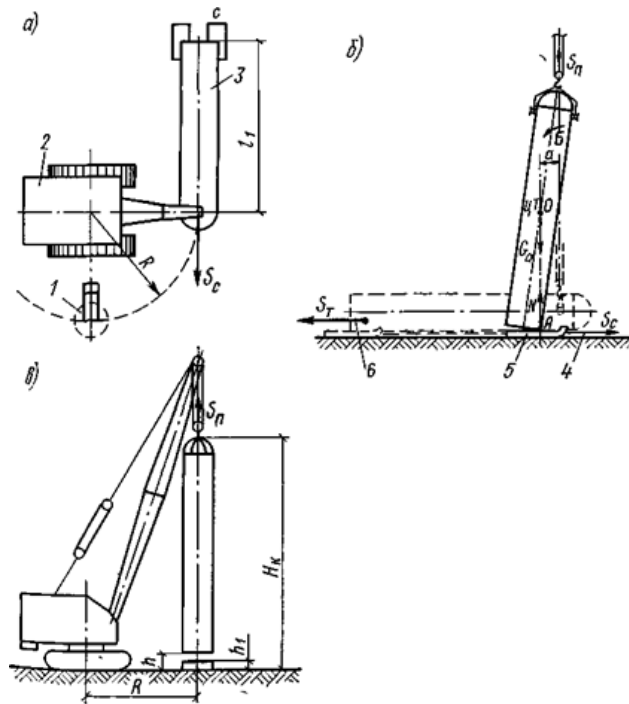


Рисунок. 4.2 – Схеми підйому апарату способом ковзання

1 - фундамент; 2 - кран; 3 - апарат; 4 - відтяжка підтягує системи; 5 - сани; 6 - відтяжка гальмівної системи

Для підйому одним краном при $G_a < Q_k$, і $L_a < H_k$ апарат 3 укладають щодо фундаменту 1 кранами 2 таким чином, щоб точка кріплення (строповки) апарату та вісь фундаменту знаходилася на колі, що описується віссю поліспасти при повороті крана (див. рисунок 4.2, а). Одночасно з підйомом вершини апарату його підтягують уздовж осі (див. рис. 4.2, б) за допомогою системи, що підтягує. Ця система може складатися з лебідки, закріпленої за якір, і каната 4, закріпленого в основі апарата, або трактора і каната 4. При використанні трактора можна тягнути канат безпосередньо трактором або тракторною лебідкою, що забезпечує більш плавне підтягування. Підстава ковзає поверхнею майданчика. Під впливом нормальної сили N виникають сили тертя. Крім того, під дією сили N на ділянці торкання апарату поверхні майданчика виникає великий питомий тиск p , що може призвести до впровадження частини апарату поверхню майданчика. Для зниження сил тертя основу апарату укладають на платформи (зазвичай на колісному ході), якщо сила $N > 500$ кН (50 т). При силі $N < 500$ кН рекомендується застосовувати сани 5.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

33

Швидкість підтягування v_c та швидкість підйому v_n повинні бути такими, щоб поліспаст не відхилився від вертикального положення.

При піднесенні діють такі сили: зусилля підйому S_n , нормальна сила N , зусилля підтягування S_c .

Так як перед установкою в проектне положення апарат доводиться відривати від землі, щоб підняти і поставити його на фундамент, крани необхідно підбирати з вантажопідйомністю Q_k не меншою, ніж маса апарату G_a . Реакція у точці опори апарату N дорівнює $G_a - S_n$. Максимальне значення цієї сили буде за максимального вугілля підйому. Зазвичай вона сягає $0,75-0,8 G_a$. На цю силу треба розраховувати питомий тиск на ґрунт і підбирати площу саней.

У міру підйому апарату відстань від центру тяжкості O до точки опори A постійно зменшується, тому зусилля підйому падає, а сила N зростає. Коли відстань між проекцією центру тяжіння на основу та точкою опори стає рівним нулю, тоді вертикаль, опущена з центру тяжіння, проходить через точку опори A . Це положення нестійкої рівноваги апарата називається нейтральним становищем. При досягненні його апарат відривається (піднімається). Під дією моменту, що дорівнює S_{na} (див. рисунок 4.2, б), апарат прагне повернутися в напрямку стрілки B і, якщо послабити канат вантажного поліспасти, можливе перекидання апарату, тому ослаблення каната поліспасти неприпустимо. Після того як апарат прийняв положення нестійкої рівноваги, він відривається від поверхні, і сила S_n стає рівною G_a . Щоб при відриві апарат плавно перейшов у вертикальне положення та поліспаст не відхилився від вертикалі, апарат утримують відтяжкою гальмівної системи. Апарат піднімають на таку висоту, щоб відстань між його днищем та анкерними болтами дорівнювала $0,2$ м. Загальна величина підйому h (див. рисунок 4.2, в):

Після цього повертають стрілу разом із апаратом так, щоб вісь апарата збігалася з віссю фундаменту. За допомогою гальмівної відтяжки апарат плавно наводять на фундамент. Гальмівна система складається з лебідки та відтяжки (каната) або трактора та каната, вона утримує апарат від розгойдування або від швидкого повороту його нижньої частини.

Підйом апаратів двома кранами. Цей спосіб використовують, якщо немає кранів вантажопідйомністю, що дорівнює масі апарата. Краще апарат піднімати двома однаковими кранами, але можна і кранами різної вантажопідйомності та зі стрілами різної довжини.

Підйом двома кранами ведуть за декількома різними схемами. Вибір тієї чи іншої схеми залежить від можливого положення апарату щодо осі фундаменту, розташування кранів та їх характеристик. Найбільш простий спосіб підйому показано на рисунку 4.3. Апарат укладають на фундамент так,

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

що його вісь проходить через вертикальну вісь фундаменту та точка перетину цих осей відповідає точці стропування апарата (положення I)

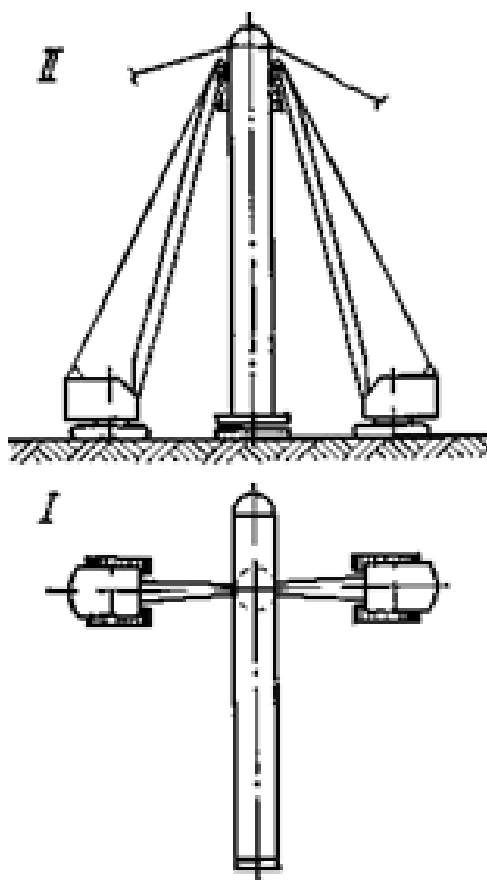


Рисунок 4.3 – Схема підйому апарату двома кранами тільки підйомом стріл

I — становище перед підйомом; II — положення піднятого апарату

Крани встановлюють так, що їх стріли перпендикулярні до осі апарату і проходять по горизонтальній осі фундаменту. При цьому способі апарат піднімають так само, як одним краном зі стропуванням у вершини (положення II). Перекіс апарату тут не відбувається, однак для наведення апарату на анкерні болти застосовують відтяжку, а до вершини апарату для усунення розгойдування кріплять розчалки. Цей спосіб простий, якщо фундамент не виступає над поверхнею ґрунту.

На рисунку 4.4 показаний спосіб, при якому апарат укладають щодо фундаменту так, що для його установки на фундамент необхідний не тільки підйом стріл, як у попередньому випадку, але їх поворот. Цим способом можна піднімати апарати під час стропування як у вершини, так і ближче до центру тяжіння. У другому випадку можна піднімати апарати більшої довжини, ніж виліт гака.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

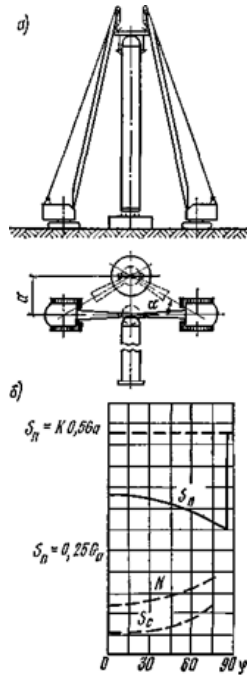


Рисунок 4.4 – Схема установки апарата двома кранами підйомом та поворотом стріл.

а - зі стропуванням у вершини апарату; б - залежність S_n від кута повороту стріл

Іноді застосовують спосіб, при якому апарат можна укласти на деякій відстані від осі фундаменту, а крани встановити по обидва боки апарата так, щоб стропування здійснювати за вершину апарата. У цьому стріли кранів нахилені під кутом до осі апарату. Піднімаючи стріли та одночасно підтягуючи апарат до фундаменту, піднімають апарат на висоту, необхідну для встановлення його на фундамент. Після підйому апарата крани переміщують у напрямку до фундаменту, який і опускають апарат. Якщо дозволяє висота фундаменту, апарат укладають так, що його вісь збігається з віссю фундаменту, а сам апарат частково лежить на фундаменті (рисунок. 5.5). Після підйому апарата на необхідну висоту крани пересувають та опускають апарат на фундамент.

В цьому випадку можна піднімати апарати більшої довжини при одних і тих же довжинах стріл

Пересування кранів є складною операцією і вимагає підготовки шляху їхнього пересування. Необхідно також дотримуватися однакової швидкості переміщення кранів.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

36

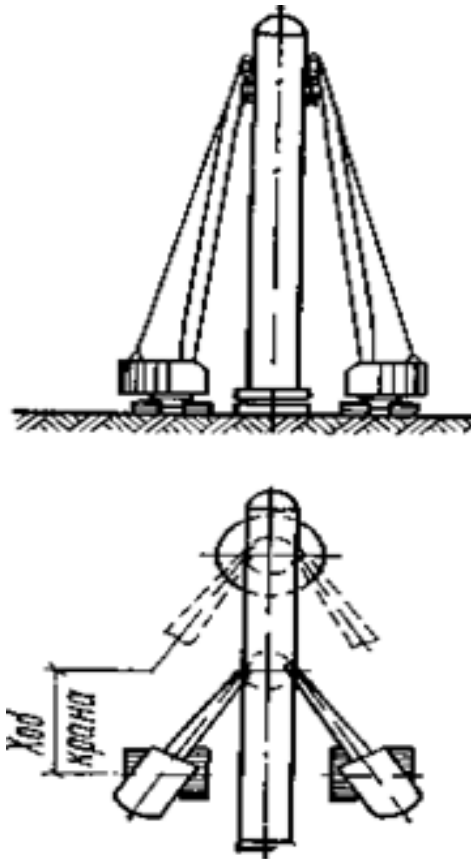


Рисунок 4.5 – Схема підйому апарату двома кранами з їх переміщенням

Стропування апаратів

Процес стропування є трудомісткою та відповідальною операцією, тому що вузли стропування сприймають все навантаження. Вузли кріплення та сам процес стропування повинні забезпечувати високу міцність та надійність з'єднання.

Вузли кріплення повинні дозволяти виконувати розстроповку із землі, бути простими за конструкцією, мати найменшу кількість деталей для більшої надійності та менші трудовитрати при стропуванні.

Розрізняють такі способи стропування. Канатний - стропування одним або декількома стропами, що охоплюють корпус апарату та прикріплені до гака вантажопідйомного обладнання.

Канатними стропами крокують апарати невеликої маси або якщо до апаратів не можна приварювати або закріпити іншим способом пристрою, до яких можна було б прикріпити стропа.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

37

Стропування за допомогою захватних пристроїв на апараті має найширше застосування. Цей спосіб стропування у тому, що у апараті закріплюють штуцера, яких у свою чергу прикріплюють строп.

Перевагою цього є порівняльна його простота і надійність. Недолік способу полягає у встановленні на апаратах штуцерів. Не до всіх апаратів можна приварювати штуцери: виникають значні напруження на ділянках апарату, де закріплені штуцери, і ці ділянки часто вимагають посилення.

Для стропування дуже важливо правильно вибрати канат для стропів - кручений або невитої конструкції. Міцність стропа та надійність його роботи залежать від діаметра цапфи. Для меншого вигину діаметр цапфи має бути не менше ніж 1,5 діаметра стропа. Краще працюють стропа крученої конструкції, що мають правильну геометричну форму, складену з 14, 38 і 74 робочих ниток сталевго каната.

Стропування канатним стропом має такі недоліки. Значна довжина канатних стропів збільшує їхню витрату. Чим більша довжина стропів за інших рівних умов, тим меншою Довжини апарати можна монтувати. Між канатом та штуцером виникають великі сили тертя. При цьому способі повністю не виключається можливість сковзання стропа зі штуцера при великому відхиленні вантажного поліспаства від осі апарату. Ці недоліки частково усунуті у системі без канатної стропування вертикальних апаратів.
[15]

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|------|----------|-------|-----|-----------------------|------|
| Інв. № підп | Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 38 |

5 Оптимізаційні моделювання

5.1 Загальна методика проведення числових моделювань

Для дослідження установок підготовки нафти та газу зазвичай застосовуються системи автоматизованого проектування (САПР), а саме технології автоматизованої розробки (CAE). Зазвичай для моделювання режимів роботи технологічних ліній дослідники застосовують програмні комплекси, що дозволяють розрахувати матеріальні та теплові баланси даних технологічних ліній, а саме ChemCAD, AspenHYSYS, MATLAB, Mathcad та ін. Враховуючи складність існуючих промислових установок, для їх дослідження була запропонована методика оптимізаційних моделювань хіміко-технологічних процесів (ХТП) засобами CAE-систем термодинамічного моделювання. Методика оптимізаційних моделювань складається з трьох етапів (рисунок 2.1). На першому етапі проводиться аналіз установки, а саме огляд технологічної лінії, аналіз сировини та ефективності і продуктивності роботи устатки в цілому. Метою аналізу установки є виявлення лімітуючих факторів таких як застаріле обладнання, низька інтенсивність та ефективність процесів сепарації та тепломасообміну. Виходячи з проведеного аналізу установки розробляється завдання для оптимізаційного моделювання, визначаються керуючі фактори, тобто параметри які будуть змінювати на кожному наступному обчисленні (тиск, температура, кількість сепараційних або масообмінних елементів), визначається цільова функція, тобто параметр який буде оптимізований в результаті обчислень (витрата вуглеводневого компонента, фракційний склад продукту). [13].

На другому етапі проводяться оптимізаційні моделювання хіміко-технологічних процесів, в свою чергу даний етап можна умовно поділити на декілька кроків, розробка функціональної схеми установки, вибір глобальної розрахункової моделі та робочих речовин, налаштування окремих одиниць основного та допоміжного обладнання і проведення розрахунків. Останнім етапом є аналіз результатів розрахунків та надання рекомендацій щодо вдосконалення установки. [13].

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

39

Аналіз технологічної установки

1.1 Аналізування технологічної лінії:
- основні технологічні процеси;
- основне та допоміжне обладнання;
- режими ефективної роботи обладнання;
- наявність реверсних потоків;

1.2 Аналізування сировини:
- покомпонентний склад;
- наявність шкідливих домішок;
- фізико-хімічні властивості;

1.3 Аналізування ефективності та продуктивності роботи:
- якість готового продукту;
- продуктивність установки за цільовим продуктом.

Оптимізаційні моделювання

2.1 Розробка функціональної схеми виробництва

2.2 Вибір термодинамічної моделі та робочих речовин

2.4 Проведення розрахунку

2.3 Налаштування основного та допоміжного обладнання

Аналіз результатів моделювань

3.1 Визначення оптимального режиму роботи установки за кількістю продукту

Рисунок 5.1 – Методика оптимізаційних моделювань хіміко-технологічних процесів засобами CAE-систем термодинамічного моделювання

5.2 Опис установки та налаштування розрахункової моделі

Моделювання проводилися в програмному комплексі ChemCAD

Установка підготовки газу складається з сепараторів I та II ступеня очищення, трифазного сепаратора, розширювального пристрою (дроселя) та теплообмінників. Функціональна схема установки зображено на рисунку 5.2. Установка працює наступним чином.

| | | | | | | | | | | |
|--------------|------|----------|-------|-----|-----------------------|--|--|--|--|------|
| Підп. і дата | | | | | | | | | | |
| Взам. інв. № | | | | | | | | | | |
| Інв. № дубл. | | | | | | | | | | |
| Підп. і дата | | | | | | | | | | |
| Інв. № підп. | | | | | | | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 40 |

Сирий газ подається на сепаратор I ступеня (С-1-1, С-1-2, С-1-3) де відділяється рідка фаза (пластова вода з розчиненими інгібіторами і сконденсувалася вуглеводневий конденсат). Очищений газ прямує в рекуперативні теплообмінники (Т-1, Т-2) для рекуперації холоду з дроселірованих потоків. Для попередження гідратоутворення в потік газу перед теплообмінниками впорскують моно, діетілен - гліколь (ДЕГ) або метанол. При наявності вільного перепаду тиску (надлишкового тиску промислового газу) охолоджений газ з теплообмінників надходить в розширювальний пристрій - дросель або детандер (Д-1).

Після охолодження в розширювальному пристрої або випарнику газ надходить в сепаратор II ступеня (С-2-1, С-2-2) де з потоку газу відокремлюються сконденсувати рідкі вуглеводні і водний розчин інгібітору гідратоутворення.

Газ з сепаратора II ступеня через теплообмінник Т-2 подається в магістральний газопровід. Рідка фаза через дросель Д-2 надходить в трифазний сепаратор С-3, звідки газ вивітрювання ежектором повертається в основний потік. Водний розчин інгібітору, що виводиться знизу сепаратора С-3, направляється на регенерацію, а газовий конденсат на стабілізацію на установку стабілізації конденсату (УСК).

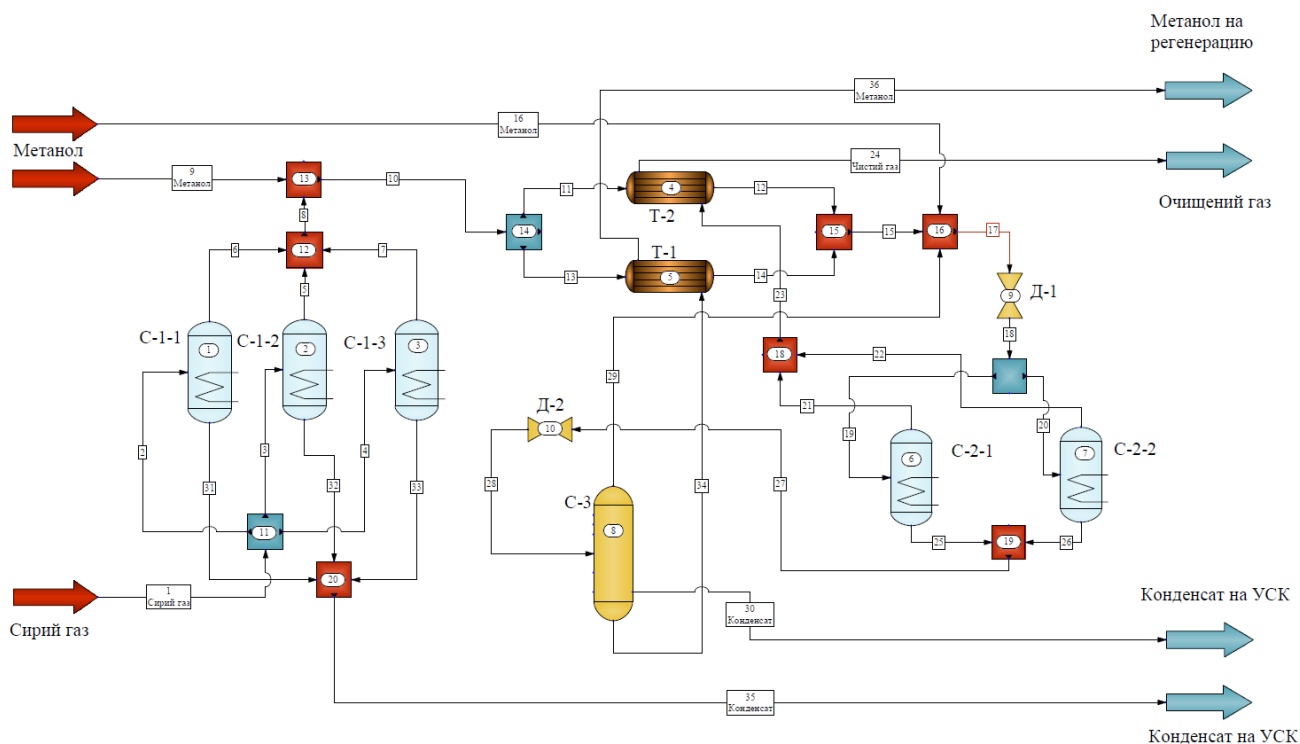


Рисунок 5.2. – Функціональна схема установки підготовки газу
 С-1-1, С-1-2, С-1-3 – сепаратор I ступеня; С-2-1, С-2-2 – сепаратор II ступеня; С-3 – трифазний сепаратор; Т-1, Т-2 – теплообмінник;
 Д-1, Д-2 – дросель

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

Обираємо одиниці виміру в системі СІ. Вибираємо робочі речовини: метан, етан, пропан, бутан, і-бутан, пентан, і-пентан, гексан, вода, метанол. Вибираємо термодинамічну модель Peng-Robinson, тому що ця модель дуже точно описує вуглеводневі компоненти.

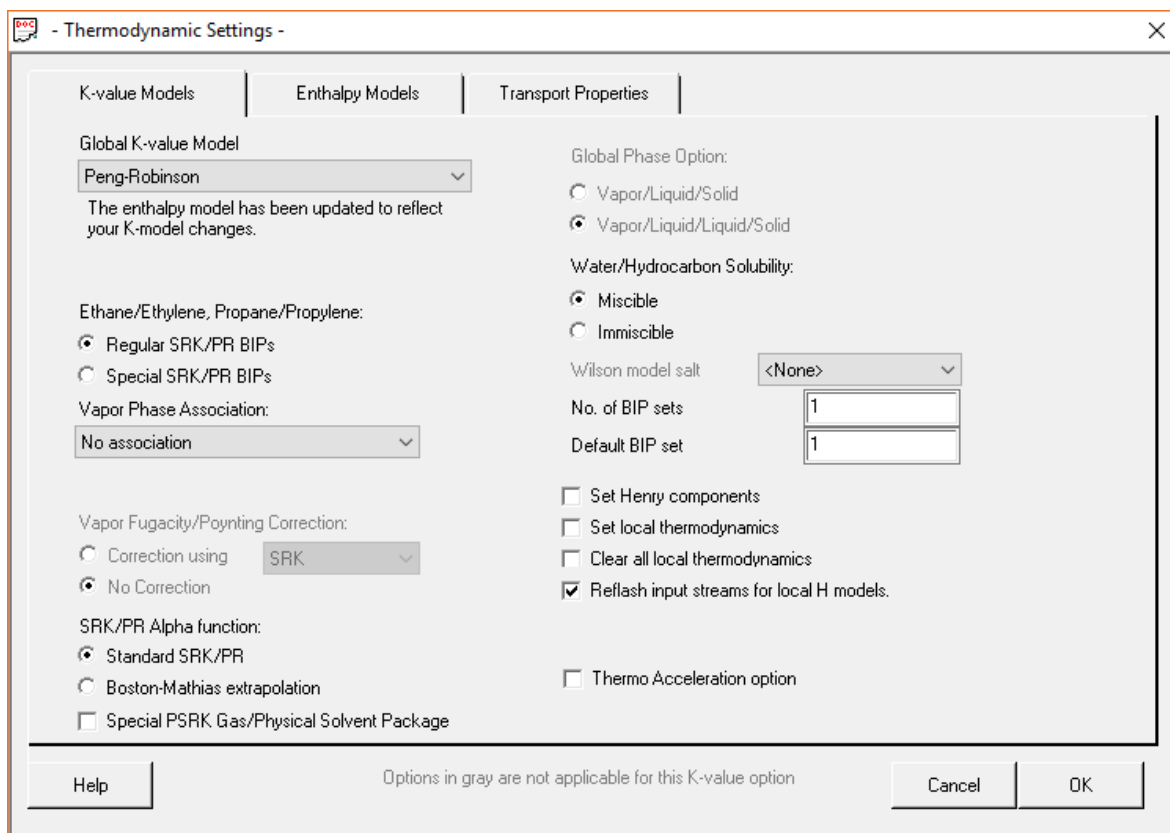


Рисунок 5.3 – Налаштування термодинамічної моделі

Задаємо характеристику вхідного потоку, тиск, температуру, витрату та по компонентний склад (рисунок 5.4).

Для сепаратора I ступеня встановлюємо тиск в сепараторі 9,95 МПа, температуру потоку після сепаратора 45 °С, втрату тиску в сепараторі 0,57 кПа. Фракційний склад нижнього продукту назначаємо шляхом підбору значень при моделюванні (рисунок 5.5).

Для теплообмінників встановлюємо температуру газового потоку 5 °С. Температуру було визначено шляхом підбору значень під час моделювання.

Для сепаратору II ступеня встановлюємо тиск в сепараторі 2,5 МПа. Фракційний склад нижнього продукту назначаємо шляхом підбору значень при моделюванні (рисунок 5.6)

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

| | |
|-----------------|--------------|
| Stream No. | 1 |
| Stream Name | Сирий газ |
| Temp C | 30 |
| Pres MPa | 9.95 |
| Vapor Fraction | 0.9718111 |
| Enthalpy MJ/sec | -101.5806 |
| Total flow | 101000 |
| Total flow unit | stdV m3/h |
| Comp unit | mole frac |
| Methane | 0.9327731 |
| Ethane | 0.02581032 |
| Propane | 0.005002 |
| I-Butane | 0.0005002001 |
| N-Butane | 0.0006002401 |
| I-Pentane | 0.00020008 |
| N-Pentane | 0.00010004 |
| N-Hexane | 0.03261304 |
| Water | 0.002400961 |
| Methanol | 0 |

Рисунок 5.4 – Характеристика вхідного потоку

Component Separator (CSEP) -

Top stream: 6 Mode: ID: 1
 0 Specify temperature Specification 45 C

Bottom stream: 31 Mode:
 0 Specify temperature Specification 45 C

Pressure out: 9.95 MPa Pressure drop: 0.00057 MPa

Split basis: 0 Split fractions

Split destination: 1 Specifications (below) refer to bottom stream

Split Fractions

| | | | |
|----------|-----|-----------|------|
| Methane | | I-Pentane | 0.5 |
| Ethane | | N-Pentane | 0.5 |
| Propane | 0.2 | N-Hexane | 0.85 |
| I-Butane | 0.3 | Water | 1 |
| N-Butane | 0.3 | Methanol | |

Help Cancel OK

Рисунок 5.5 – Налаштування сепаратору I ступеня

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

Component Separator (CSEP) -

Top stream: 21 Mode: ID: 6
 0 Specify temperature Specification C

Bottom stream: 25 Mode: ID: 6
 0 Specify temperature Specification C

Pressure out: 2.5 MPa Pressure drop: MPa

Split basis: 0 Split fractions
 Split destination: 1 Specifications (below) refer to bottom stream

Split Fractions

| | | | |
|----------|------|-----------|------|
| Methane | 0.01 | I-Pentane | 0.6 |
| Ethane | 0.01 | N-Pentane | 0.6 |
| Propane | 0.2 | N-Hexane | 0.75 |
| I-Butane | 0.3 | Water | |
| N-Butane | 0.3 | Methanol | 1 |

Buttons: Help, Cancel, OK

Рисунок 5.6 – Налаштування сепаратору II ступеня

Для дроселя Д-1 встановлюємо тиск після дроселя 2,5 МПа. Для дроселя Д-2 встановлюємо втрату тиску 0,5 МПа

Для трьох фазного сепаратора встановлюємо використання вхідного тиску і температури (рисунок 5.7)

Multipurpose Flash (FLAS) -

Specifications Cost Estimation

Flash Mode ID: 8
 0 Use inlet T and P; calculate V/F and Heat

Calc. Heat duty: MJ/sec

Single liquid phase option:
 0 Program default

Buttons: Help, Cancel, OK

Рисунок 5.7 – Налаштування трьох фазного сепаратора

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

5.3 Результати оптимізаційних моделювань

В результаті розрахунків було отримано очищений газ, конденсат після сепараторів I і II ступеня очищення, та метанол. Характеристика потоків наведена на рисунку 5.8

| Stream No. | 24 | Stream No. | 30 | Stream No. | 35 |
|-----------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|
| Stream Name | Чистий газ | Stream Name | Конденсат | Stream Name | Конденсат |
| Temp C | 14.0417 | Temp C | -6.97746 | Temp C | 45.0001 |
| Pres MPa | 2.5 | Pres MPa | 2 | Pres MPa | 9.95 |
| Vapor Fraction | 1 | Vapor Fraction | 0 | Vapor Fraction | 8.08444e-006 |
| Enthalpy MJ/sec | -91.82275 | Enthalpy MJ/sec | -0.883737 | Enthalpy MJ/sec | -7.808833 |
| Total flow | 20.02154 | Total flow | 0.4380971 | Total flow | 3.137183 |
| Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec |
| Comp unit | mole frac | Comp unit | mole frac | Comp unit | kg/sec |
| Methane | 0.9680849 | Methane | 0.1164781 | Methane | 0 |
| Ethane | 0.02661145 | Ethane | 0.006137549 | Ethane | 0 |
| Propane | 0.00339012 | Propane | 0.03835192 | Propane | 0.05521782 |
| I-Butane | 0.0002613164 | I-Butane | 0.01236119 | I-Butane | 0.01091741 |
| N-Butane | 0.000310148 | N-Butane | 0.01351862 | N-Butane | 0.01310089 |
| I-Pentane | 4.243378e-005 | I-Pentane | 0.01147162 | I-Pentane | 0.009034757 |
| N-Pentane | 2.110457e-005 | N-Pentane | 0.005764334 | N-Pentane | 0.004517378 |
| N-Hexane | 0.001278448 | N-Hexane | 0.7669602 | N-Hexane | 2.990253 |
| Water | 0 | Water | 0 | Water | 0.05414094 |
| Methanol | 0 | Methanol | 0.02895652 | Methanol | 0 |

а)

б)

в)

Рисунок 5.8 – Характеристика вихідних потоків: а) очищений газ, б) конденсат після 3-фазного сепаратора, в) конденсат після сепаратора I ступеня

Зі звіту створеного програмою отримано матеріальний і енергетичний баланс установки. Матеріальний і тепловий баланс установки наведено в таблиці 5.1 і 5.2 відповідно. Детальний звіт з розрахунків я саме інформація про обладнання і інформація про потоки наведено в додатку В

Таблиця 5.1 – Матеріальний баланс установки

| Компонент | кмоль/с | | кг/с | |
|-----------|---------|-------|--------|--------|
| | Вхід | Вихід | Вхід | Вихід |
| Метан | 1,168 | 1,168 | 18,731 | 18,731 |
| Етан | 0,032 | 0,032 | 0,971 | 0,971 |
| Пропан | 0,006 | 0,006 | 0,276 | 0,276 |
| i-Бутан | 0,001 | 0,001 | 0,036 | 0,036 |
| Бутан | 0,001 | 0,001 | 0,044 | 0,044 |
| i-Пентан | - | - | 0,018 | 0,018 |

Підп. і дата
 Взам. інв. №
 Інв. № дубл.
 Підп. і дата
 Інв. № підп.

Зм. Арк. № докум. Підп. Дат

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Продовження таблиці 5.1

| | | | | |
|---------|-------|-------|--------|--------|
| Пентан | - | - | 0,009 | 0,009 |
| Гексан | 0,041 | 0,041 | 3,518 | 3,518 |
| Вода | 0,003 | 0,003 | 0,054 | 0,054 |
| Метанол | 0,468 | 0,468 | 15,000 | 15,000 |
| Разом | 1,720 | 1,720 | 38,658 | 38,658 |

Таблиця 5.2 – Енергетичний баланс установки

| Назва параметру | MJ/c | |
|---------------------|-----------|----------|
| | Вхід | Вихід |
| Потоки сировини | -215,146 | - |
| Потоки продукту | - | -214,381 |
| Повний підігрів | 0,783443 | - |
| Повне охолодження | -0,017875 | - |
| Додана потужність | 0 | - |
| Створена потужність | 0 | - |
| Разом | -214,381 | -214,381 |

За результатами моделювання можна визначити ефективність сепараторів порівнявши фракційний склад вихідних потоків (рисунок 5.9 б, в) з фракційним складом вхідного потоку (рисунок 5.9 а).

| Stream No. | 2 | Stream No. | 6 | Stream No. | 31 |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Stream Name | | Stream Name | | Stream Name | |
| Temp C | 30 | Temp C | 45 | Temp C | 45 |
| Pres MPa | 9.95 | Pres MPa | 9.95 | Pres MPa | 9.95 |
| Vapor Fraction | 0.9718111 | Vapor Fraction | 1 | Vapor Fraction | 1.771235e-005 |
| Enthalpy MJ/sec | -33.52159 | Enthalpy MJ/sec | -30.68614 | Enthalpy MJ/sec | -2.576915 |
| Total flow | 7.807179 | Total flow | 6.771911 | Total flow | 1.03527 |
| Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec | Total flow unit | kg/sec |
| Comp unit | kg/sec | Comp unit | mole frac | Comp unit | kg/sec |
| Methane | 6.181329 | Methane | 0.9632131 | Methane | 0 |
| Ethane | 0.3205879 | Ethane | 0.02665261 | Ethane | 0 |
| Propane | 0.0911094 | Propane | 0.004132188 | Propane | 0.01822188 |
| I-Butane | 0.01200915 | I-Butane | 0.0003615665 | I-Butane | 0.003602744 |
| N-Butane | 0.01441097 | N-Butane | 0.0004338798 | N-Butane | 0.004323293 |
| I-Pentane | 0.005962939 | I-Pentane | 0.0001033047 | I-Pentane | 0.00298147 |
| N-Pentane | 0.002981469 | N-Pentane | 5.165235e-005 | N-Pentane | 0.001490735 |
| N-Hexane | 1.160922 | N-Hexane | 0.005051598 | N-Hexane | 0.9867836 |
| Water | 0.01786651 | Water | 0 | Water | 0.01786651 |
| Methanol | 0 | Methanol | 0 | Methanol | 0 |

а)

б)

в)

Рисунок 5.9 – Характеристика потоків сепаратора I ступеня (С-1-1)

а) вхідний потік, б) газ, в) конденсат

Підп. і дата
Взам. інв. №
Інв. № дубл.
Підп. і дата
Інв. № підп.

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

KXI.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

46

6 Охорона праці

6.1 Нормування і розрахунок освітлення

Нормування і розрахунок природного освітлення

Природне освітлення в будь-якій точці приміщення характеризується коефіцієнтом природного освітлення (КПО). КПО є вираженим у відсотках відношенням освітленості, яка створюється в деякій точці приміщення світлом неба, до одночасної освітленості точки, що знаходиться зовні приміщення на відкритому просторі і яка освітлюється розсіяним світлом всього небосхилу. Аналітично КЕО виражається формулою

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_3} 100\% , \quad (6.1)$$

де $E_{вн}$ - освітленість усередині приміщення, лк;

E_3 - освітленість зовнішня на горизонтальній поверхні, лк.

Отже, КПО показує, яку частку від одночасної горизонтальної освітленості на відкритому просторі при дифузному світлі небосхилу складає освітленість в даній точці приміщення.

Відповідно до СНІП II-4-79 нормоване значення КПО - для будівель, розміщених в I, II, IV, V поясах світлового клімату, визначається за формулою

$$e_n^{I,II,IV,V} = e^{III} \cdot m \cdot c , \quad (6.2)$$

де e^{III} - значення КПО, що визначається за СНіП залежно від характеристики зорової роботи; коливається від 10% до 0/1% відповідно для I-VIII розрядів зорової роботи;

m - коефіцієнт світлового клімату, визначається в залежності від географічного району розташування будівлі (для V поясу - 0,8; для I поясу - 1,2) (місто Суми знаходиться в IV світловому поясі, як і майже вся Україна, для якого $m=0.9$);

c - коефіцієнт сонячності клімату, визначається за таблицею в залежності від орієнтації вікон будівлі відносно сторін горизонту і географічного району розташування будівлі на території країни, можливі значення лежать в межах 0,65- 1,0.

Основні санітарні вимоги до проектування і улаштування природного освітлення:

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

47

1 У всіх будівлях повинні бути вжиті заходи до максимального використання природного освітлення.

2 Доцільно вбудувати одне велике вікно, ніж декілька невеликих тієї самої сумарної площі.

3 Вікна повинні розміщуватися на однаковій відстані один від одного і від кутів будівлі (відстань між вікнами не повинна перевищувати двократної ширини вікна).

4 Верхній край вікна повинен розміщуватися по можливості ближче до стелі.

5 Світло повинне падати на робоче місце з лівого боку. [16]

Нормування і розрахунок штучного освітлення

В СНиП 11-4-79 записано, що при улаштуванні штучного освітлення необхідно намагатися використовувати газорозрядні лампи. За неможливості або економічної доцільності можна, як виняток, застосувати лампи розжарювання.

Джерела світла штучного освітлення характеризуються:

- 1) напругою живлення, споживаною потужністю;
- 2) економічними характеристиками (термін служби в годинах, світловіддачею);
- 3) світлотехнічною характеристикою (загальний світловий потік);
- 4) конструкційними характеристиками (розміри ламп, форма і розміри цоколя).

Вимірювання освітленості здійснюється люксометром типу Ю-16, Ю-17, Ю-117.

Люксометр складається з селенового фотоелемента і стрілкового гальванометра, який градуирований, Лк.

Принцип роботи - під дією світла у фотоелементі (селенова пластинка) виникає фотострум, який вимірюється гальванометром.

Допускається відхилення фактичної освітленості від нормованої в нижню сторону не більше, ніж на 10%.

Збільшення освітленості (в порівнянні з нормами) до будь-кого практично досяжної величини - бажано. Обмежує в першу чергу перевитрату електроенергії і вартість освітлювальної техніки.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

При проектуванні штучного освітлення допускається перевищення фактичної освітленості над нормованою не більше ніж на 20%. [16]

Вимоги до улаштування штучного виробничого освітлення

1 Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру виконуваної роботи.

Згідно з СНиП II-4-79 всі роботи за зоровими умовами підрозділяються на 8 розрядів у залежності від розміру об'єкта розпізнання:

I - розмір об'єкта розпізнання менше 0,15 мм;

VIII - загальний нагляд за ходом технологічного процесу.

2 Створення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні за рахунок вибору відповідної системи освітлення і типу світильників.

3 Оптимальна спрямованість світлового потоку.

4 Рівномірна освітленість в часі. Спеціальне включення газорозрядних ламп.

5 Необхідний спектральний склад випромінювань.

6 Зведення до мінімуму чинників: тепловиділень, випромінювання, шуму, зменшення вибухової небезпеки, пожежної і електробезпеки.

7 Зручність і надійність експлуатації. [16]

Існують декілька методів розрахунку штучного освітлення:

1) 1 за методом коефіцієнта використання світлового потоку;

2) розрахунок точковим методом;

3) розрахунок методом питомої потужності. Метод наближений, пов'язує необхідну потужність системи освітлення і площу приміщення (інспекторський). Існують таблиці, де від розряду зорової роботи подається необхідне значення питомої потужності, яку повинна забезпечити система освітлення Вт/м². [10]

Розрахунок за методом коефіцієнта використання світлового потоку:

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\eta \cdot N \cdot n}, \quad (6.3)$$

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

KXI.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

| |
|------|
| Арк. |
| 49 |

де $F_{л}$ - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи для забезпечення освітленості E_{\min} , яку вимагає СНиП. Необхідна мінімальна освітленість береться за СНиП. Вона залежить від розряду та підрозряду зорової роботи, виду джерела світла та системи освітлення, лк;

S - площа підлоги, m^2 ;

K_3 - коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,5 - 2$);

Z - коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення (відношення середньої освітленості до мінімальної), для ламп розжарювання $Z=1,15$, для люмінесцентних ламп – $Z=1,1$;

η - коефіцієнт використання світлового потоку світильника в частках одиниці (від 0,2 до 0,8), він залежить від:

- а) типу світильника;
- б) коефіцієнта віддзеркалення стелі, стін і робочої поверхні;
- в) індексу приміщення I : [16]

$$I = \frac{A \cdot B}{h_p (A + B)}, \quad (6.4)$$

де A та B – довжина та ширина приміщення;

h_p – висота підвісу світильників над робочою поверхнею;

N - кількість світильників, допускається округлення - 10% + 20%;

n - кількість ламп у світильнику. [16]

Точковий метод розрахунку

$$F_{л} = \frac{1000E_{\min} \cdot K_3}{\mu \cdot \Sigma E}, \quad (6.5)$$

де $F_{л}$ - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи, лм;

μ - коефіцієнт, що враховує вплив віддалених джерел світла;

ΣE - сумарна умовна освітленість від найближчих світильників, визначається за графіками просторових ізолюкс.

Для кожного типу світильника побудовані графіки просторових ізолюкс.

Точковий метод розрахунку передбачає і другий варіант - пов'язує освітленість і силу світла:

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (6.6)$$

де I_{α} сила світла в напрямі від джерела на дану точку робочої поверхні, кд;

r - відстань від світильника до розрахункової точки, м;

α - кут між нормаллю до робочої поверхні і напрямом світлового потоку від джерела світла. [16]

Розрахунок освітленості від світлових рядів застосовується при розрахунку освітленості від рядів газорозрядних ламп.

Розрахункова формула має вигляд:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E \cdot K \cdot h_p}{\mu \cdot \sum E}, \quad (6.7)$$

де Φ' - необхідна густина світлового потоку світлового ряду, лм/м;

E - мінімальна освітленість за СНиП, лк;

K - коефіцієнт запасу;

h_p - висота підвісу світильника над робочою поверхнею;

μ - коефіцієнт, що враховує віддалені джерела світла, можна взяти $\mu=1,1$;

$\sum E$ - сума умовної освітленості від усіх напіврядів світильників, визначається за графіками лінійних ізолюкс. [16]

6.2 Розрахунок прожекторного освітлення

Призначення освітлювальної установки штучного освітлення – забезпечити можливість роботи за відсутності або недостатності природного освітлення (нічний період роботи), і для безпеки людей в процесі роботи, а також при їх евакуації у разі аварії робочого освітлення.

Освітлювальна установка, яка забезпечує оптимальні умови праці, є надійною і зручною в експлуатації і вважається раціональною.

Штучне освітлення розрізняють на робоче, аварійне і евакуаційне.

Для освітлення промплощадки установки установки сепаратора використовуватимемо прожекторне освітлення, що в даному випадку є економічним враховуючи великі розміри освітлюваної поверхні.

Переваги прожекторного освітлення:

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Арк.

51

- можливість освітлення великих відкритих площ без установки на них опор і прокладки мереж;

полегшення експлуатації за рахунок скорочення числа місць, що мають потребу

у обслуговуванні:

Недоліками прожекторного освітлення можна вважати:

- більша засліплююча дія прожекторів;

- необхідність кваліфікованого обслуговування прожекторів, різкі тіні від великих предметів, що знаходяться на території.

Розрахунок освітлювальної установки проводимо шляхом компонування ізолюкс.

Приблизно визначаємо необхідну потужність прожекторів по формулі:

$$w = m \cdot E \cdot k \quad (6.8)$$

де w - питома потужність прожектора, Вт/м² :

m - коефіцієнт, який залежить від типу лампи;

E - нормована освітленість, лк;

k - коефіцієнт запасу, приймаємо рівним 1,3.

Розрахуємо питому потужність прожектора по (6.8). Згідно нормовану освітленість приймаємо 10 лк, коефіцієнт запасу до =1,3.

Коефіцієнт m приймаємо для прожекторів з лампами ДРЛ рівним 0,12 [14].

Визначаємо питому потужність прожектора:

$$w = 0,12 \cdot 10 \cdot 1,3 = 1,56 \text{ Вт/м}^2 \quad (6.9)$$

Для освітлення майданчика розміри якої складають 50x54 м вибираємо прожектор типу ПЗС-45 з лампою ДРЛ-700. Технічні характеристики прожектора ПЗС-45:

Тип лампы-ДРЛ-700;

Напруга - 220 В;

Максимальна сила світла - 30000 кд;

Кут розсіювання: горизонтальна площина - 100;

вертикальна площина - 100;

Найменша висота установки - 10 м;

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Розміри: висота - 730 мм;

ширина - 600 мм;

довжина-380 мм.

Для побудови ізолюкси для прожектора типу ПЗС-45 і висоти підвісу $h=16$ м необхідно заповнити весь план освітлюваної площини ізолюксами $e = E \cdot k/5$. Значення ізолюкси: $e = 10 \cdot 1,3/5 = 2,6$ лк.

Для визначення оптимального кута підвісу знаходимо з виразу $e \cdot h^2 = 2,6 \cdot 16^2 = 666$ лм. По таблиці 9.9 [14] знаходимо кут підвісу - $i = 18^\circ$.

Приймаємо висоту установки прожектора $h=16$ м і кут нахилу його осі $i=18^\circ$.

Координати точок М (на горизонтальній площині) і m (на умовній площині) і їх освітленості зв'язані співвідношеннями:

$$y = zUcUh; \quad (6.10)$$

$$e = e - p^3 - h^2; \quad (6.11)$$

де y - координата точки М для побудови ізолюкси;

z - коефіцієнт, який знаходиться по малюнку 9.12 [14] графіки ізолюкс на умовній площині;

z, z - коефіцієнти, які знаходяться по таблиці 9.7 [14];

e, e - значення освітленості відповідно в точках М і m, лк;

h - висота установки прожектора, м.

Задаємося координатами x точки М з умови кратності $h:2$ і знаходимо відношення $x:h$. Значення коефіцієнтів z, z, c^3 визначувані по таблиці 9.7 [14] як функції відношення $x:h$ і кута i . Результати розрахунку заносимо в таблицю 6.3.

На рис. 6.1 побудовані ізолюкси для прожектора ПЗС-45 в масштабі освітлюваної поверхні промислового майданчика установки сепаратора

Таким чином, для забезпечення необхідного рівня освітленості робочого майданчика установки необхідно встановити 2 прожектори типу ПЗС-45 з лампою ДРЛ-700 напругою 220 В і потужністю 700 Вт на висоті підвісу $h=16$ м і кутом нахилу $i = 48^\circ$.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп. |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

Таблиця 6.1 — Розрахунки для побудови ізолюкси $e=2,6$ лк для прожектора ПЗС-45, 700 Вт, 220 В при $h=16$ м і $9 = 18С$

| X | x:h | же | з | с3 | е | з | У |
|----|-----|------|------|-----|-------------|----------------|-------------|
| 16 | 1 | 0,47 | 1,28 | 2,1 | 1397, 7 | 0,74 | 15,15 52 |
| 24 | 1,5 | 0,25 | 1,8 | 5,3 | 3527, 6 | 0,62 | 17,85 6 |
| 32 | 2 | 0,12 | 2,2 | 11 | 7321, 6 | 0,49 | 17,24 8 |
| 40 | 2,5 | 0,04 | 2,7 | 19 | 12646 ,4 | 0,38 | 16,41 6 |
| 48 | 3 | 0,03 | 3,2 | 32 | 21299 ,2 | 0,24 | 12,28 8 |
| 56 | 3,5 | 0,07 | 3,6 | 48 | 31948 ,8 | Ізолюкси немає | |

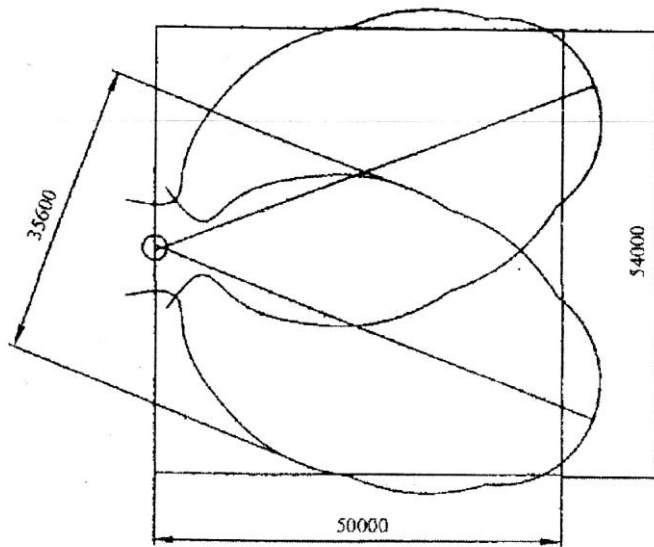


Рисунок 6.1 – Схема побудови ізолюкс для прожектора ПЗС-45 з лампою ДРЛ -700

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взам. інв. № |
| Інв. № дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв. № підп |

| | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат |
|----|------|----------|-------|-----|

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ

Література

1. https://studopedia.su/7_16619_Chemstations-Chemcad.html.
2. Naaz E, Toth AJ (2018) Methanol dehydration with pervaporation: Experiments and modelling. Sep Purif Technol 205:121–129.
3. Szima S, Cormos CC (2018) Improving methanol synthesis from carbon-free H₂ and captured CO₂: A techno-economic and environmental evaluation. J CO₂ Util 24:555–563.
4. Al-Mhanna N (2018) Simulation of High Pressure Separator Used in Crude Oil Processing. Processes 6:219.
5. CHEMCAD Version 7 User Guide.
6. Голохвост О.О. Звіт з переддипломної практики
7. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии, К.Ф.Павлов, П.Г.Романков, А.А.Носков.-10-изд.,перераб.и доп.-Л.:Химия,1987.-576 с.
8. Склабінський В. І. Технологічні основи нафто- та газопереробки Склабінський В. І. Ляпощенко О. О., Артюхов А. Є. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 187 с.
9. Эмирджанов Р. Т. Лембранский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. – М.: Химия, 1898. – 192 с.
10. Лацинский А.А., Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник - Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 - 382 с., ил..
11. 1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (роботи) з дисципліни «Розрахунок і конструювання машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв»/ Укладачі: В.А. Смірнов. В.Я Стороженко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008 – 120 с.
12. 2. Лацинский А.А., Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник - Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981 - 382 с., ил..
13. Голохвост О.О., Самойленко В. О. Студентська науково-дослідна робота «Режимно-технологічна й апаратурно-конструктивна оптимізація сепараторів установки підготовки газу»
14. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии
15. Монтаж технологического оборудования нефтеперерабаты-вающих заводов / М. И. Гальперин и др. – Москва : Строй-издат, 1982. – 350 с.
16. Охорона праці : конспект лекцій / укладач А. Ф. Денисенко. – Суми : СумДУ, 2007. – Ч. 1. – 128 с.

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взам. інв. № | |
| Інв. № дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № підп | |

| | | | | | | | | |
|----|------|----------|-------|-----|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| Зм | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | | | | |

КХІ.УПГ.С.00.00.00.ПЗ