

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Андрій ЗАГОРУЛЬО

(підпис)

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 131 Прикладна механіка, освітньо-професійної програми
«Комп'ютерний інжиніринг в механіці»

на тему: Розрахунок характеристик міцності корпусу та кришки
внутрішнього фільтру газотрубного агрегату.

Здобувача групи КМ-91-1 ШЕВЦОВА Артема Сергійовича.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

(підпис)

Артем Шевцов

Керівник: доцент, к.т.н. доцент Наталія СОВЕНКО

(підпис)

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 69 с., 33 рис.

Об'єкт розрахунку: корпус та кришка внутрішнього фільтру газотрубного агрегату.

Ціль роботи - за допомогою аналітичних і чисельних досліджень знайти статичні характеристики стандартної та модифікованої конструкції внутрішнього фільтру газотрубного агрегату, та порівняти отримані результати.

Метод розрахунку: аналітичний і чисельний (за допомогою програмного комплексу ANSYS) розрахунки статичних характеристик конструкцій корпусу та кришки внутрішнього фільтру газотрубного агрегату.

Внутрішній фільтр газотрубного агрегату має кілька переваг, які дозволяють йому ефективно очищати газ перед подачею. Ось кілька головних переваг:

Ефективність фільтрації: Внутрішні фільтри газотрубних агрегатів зазвичай мають високу ефективність фільтрації, що дозволяє видаляти забруднення різних розмірів, включаючи пил, бруд, пісок, ржавчину та інші частки, що можуть бути присутні у газі.

Захист обладнання: Внутрішні фільтри допомагають захистити газове обладнання, таке як компресори, турбіни, регулятори тиску тощо, від забруднень. Вони запобігають проникненню забруднених частинок у внутрішні елементи та механізми, що можуть пошкодити їх і знизити продуктивність або тривалість їх роботи.

Покращення якості газу: Видалення забруднень з газу за допомогою внутрішнього фільтра сприяє покращенню якості газу, що має важливе значення для багатьох застосувань.

ЕЛІПТИЧНЕ ДНИЩЕ АПАРАТУ, ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ
ГАЗОТРУБНОГО АПАРАТУ, КІЛЬКІСТЬ МАТЕРІАЛУ, ТЕХ.ПРОЦЕС

ЗМІСТ	с
1. Розрахунково-конструкторська частина	8
1.1 Короткий опис виробу, принцип дії, область застосування.....	8
1.2 Принципова схема, технічна характеристика виробу. Визначення групи апарату.....	9
1.3 Вибір матеріалу елементів виробу. Заходи по захисту від корозії. 11	
1.4 Технічні вимоги на виготовлення.....	14
1.5 Перевірочні розрахунки елементів апарату	16
1.6 Висновки	26
2. Технологічна частина	27
2.1 Визначення типу виробництва та його характеристика.....	27
2.2 Розрахунок кількості матеріалу.....	28
2.3 Розробка технологічного процесу	32
2.4 Розробка конструкції пристосування	41
2.5 Висновки	42
3. Чисельний розрахунок деформації	44
3.1 Препроцесор (Preprocessor).....	45
3.2 Розв'язок розрахунку деформацій	47
3.3 Висновки	51
Висновок	52
Джерела	54
Додаток А.....	56
Додаток Б	57

Додаток В.....	58
Додаток Г.....	59
Додаток Ґ.....	60
Додаток Д.....	61
Додаток Е.....	62
Додаток Є.....	63
Додаток Ж.....	64
Додаток З.....	65
Додаток И.....	66
Додаток І.....	67
Додаток Ї.....	68
Додаток Й.....	69

ВСТУП

Конструкція апарату або машини розробляється виходячи з основних технічних вимог, що пред'являються до устаткування, і до умов його експлуатації. До основних вимог належить призначення і середовище, технічна характеристика (продуктивність, ємкість, поверхня теплообміну, споживана потужність, частота обертання ротора і так далі), параметри технологічного процесу (тиск і температура), а також надійність і безпека.

Оскільки будь-який апарат або машина є по суті своїй товаром, то він повинен бути конкурентоздатним, що автоматично вимагає високої якості виготовлення цього апарату. Сучасні високі вимоги якості включають: надійність, довговічність, продуктивність, безвідмовність, екологічність, економічність і нешкідливість.

Широкий асортимент отримуваних хімічних продуктів обумовлює складність і різноманітність технологічних процесів, а також типів конструкцій машин і апаратів для їх проведення. Складний технологічний процес складається з окремих стадій – простих процесів, які класифікуються на теплообмінні, масообмінні, гідромеханічні, механічні, хімічні процеси.

Всі хімічні апарати по схожості конструктивних ознак і вимог до виготовлення можна розділити на 4 групи: колонні, ємкісні, теплообмінні та комбіновані.

Проектований апарат відноситься до ємкісних апаратів. Фільтри газові призначені для очищення газу від пилу, іржі, смолянистих речовин і інших твердих часток. Якісне очищення газу дозволяє збільшити міжремонтний час експлуатації газотурбінних агрегатів, підвищити герметичність запірних пристроїв за рахунок зменшення зносу робочих та ущільнюючих поверхонь.

По напрямку руху газу через елемент, що фільтрує, усі фільтри можна розділити на прямоточні і поворотні, по конструктивному виконанню - на

лінійні і кутові, за матеріалом корпусу і методом його виготовлення - на чавунні (чи алюмінієві) литі і сталеві зварні.

При розробці і виборі фільтрів особливо важливий матеріал, що фільтрує, який має бути хімічно інертний до газу, забезпечувати необхідну міру очищення і не руйнуватися під впливом робочого середовища і в процесі періодичного очищення фільтру.

Завданням даного дипломного проекту є розробка конструкції фільтру для очищення пускового газу газотурбінних агрегатів. Фільтр, що проектується, відноситься до газових патронних, які служать для фільтрації природного газу від механічних знос механізмів використовуються в апаратах для очищення природного газу і повітря від механічних домішок. У якості фільтруючого матеріалу використовується скловолокно, полотно нетканинне, полімерне волокно і інші матеріали. часток. Такі фільтри допомагають зменшити і збільшити роботу устаткування. Патронні фільтри.

1. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Короткий опис виробу, принцип дії, область застосування

Фільтр призначений для механічного очищення пускового газугазотурбінних агрегатів зі ступенем фільтрації до 20 мкм

Фільтр представляє собою вертикальний циліндричний апарат (рисунок 1.1), основною частиною якого є корпус (поз.2), зварений з двох обичайок. У внутрішній частині корпусу розташований пакет фільтроелементів (поз.3), який складається з чотирьох елементів фільтруючих марки ФТГ 1090x125x550ТУУ25.2-32556556-001-2003.

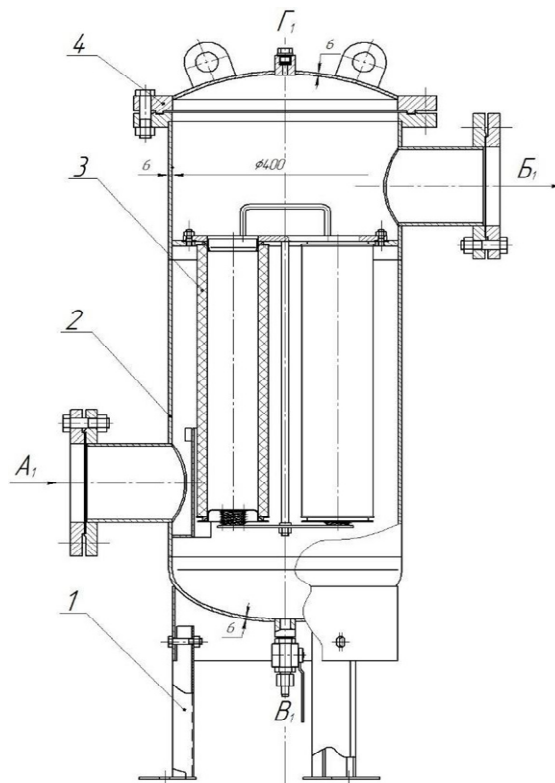


Рисунок 1.1 – Конструкція фільтру

Зверху до корпусу приєднана сферична кришка (поз.4). Для кріплення апарату до фундаменту призначені три опори-стійки (поз.1).

Природний газ поступає до фільтру через штуцер А1. Далі газ проходить через пакет фільтроелементів, в яких проходить очищення від механічних часток розміром до 20 мкм. Після цього очищений газ виходить через штуцер Б1 и поступає на виконавчі органи газотурбінних агрегатів.

Зовні фільтру також розташовані технологічні штуцери В1 та Г1, які призначені для дренажу та спускання повітря відповідно під час проведення гідровипробування.

1.2 Принципова схема, технічна характеристика виробу. Визначення групи апарату

Таблиця 1.1 – Таблиця штуцерів

Позначення	Найменування	Кількість	Ду, мм	Р _у , МПа
А ₁	Вхід газу	1	150	1
Б ₁	Вихід газу	1	150	1
В ₁	Дренаж	1	6	-
Г ₁	Технологічний	1	M20x1,5	-

В залежності від розрахункових параметрів (тиску і температури) і характеру робочого середовища посудини та апарати поділяються на групи. Так як в нашій посудині знаходиться природний газ при розрахунковому тиску 1,0 МПа і температурою 80°C, що в свою чергу є вибухонебезпечним,пожежонебезпечним і шкідливимсередовищем,апаратслід віднести до 1 групи посудин і апаратів відповідно до СОУМПП 71.120-217:2009.[1]

Технічна характеристика наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика

<i>№ з/п</i>	<i>Параметри</i>	<i>Значення</i>	
1	<i>Продуктивність максимальна, нм³/год</i>	<i>17000</i>	
2	<i>Робочий тиск, МПа</i>	<i>0,4...0,8</i>	
3	<i>Розрахунковий тиск, МПа</i>	<i>1,0</i>	
4	<i>Пробний тиск при гідровипробуванні, МПа</i>	<i>1,35</i>	
5	<i>Робоча температура, °С</i>	<i>до 60</i>	
6	<i>Розрахункова температура, °С</i>	<i>80</i>	
7	<i>Мінімально допустима температура стінки апарату, що працює під тиском, °С</i>	<i>мінус 60</i>	
8	<i>Робоче середовище</i>	<i>природний газ</i>	
9	<i>Характеристика робочого середовища</i>	<i>клас небезпеки по ГОСТ 12.1.007-76</i>	<i>4</i>
		<i>категорія та група вибухонебезпеки по ГОСТ 12.1.011-78</i>	<i>IIA – T3</i>
		<i>пожежонебезпека</i>	<i>так</i>
		<i>агресивність</i>	<i>слабоагресивна</i>
10	<i>Об'єм, м³</i>	<i>0,113</i>	
11	<i>Надбавка на корозію та ерозію, мм</i>	<i>3</i>	
12	<i>Група апарату по СОУ МПП 71.120-217:2009</i>	<i>1</i>	
13	<i>Поверхня фільтрації, м²</i>	<i>0,85</i>	
14	<i>Ступінь фільтрації, мкм</i>	<i>20</i>	
15	<i>Термін служби, років</i>	<i>20</i>	

1.3 Вибір матеріалу елементів виробу. Заходи по захисту від корозії.

При виборі матеріалів для виготовлення апарату (складальних одиниць, деталей) повинні враховуватися: розрахунковий тиск, температура стінки, хімічний склад і характер середовища, технологічні властивості і корозійну стійкість матеріалів. Також при виборі матеріалів для посудин і апаратів, що встановлюються на відкритих майданчиках або в не опалювальних приміщеннях, необхідно враховувати:

а) абсолютну мінімальну температуру зовнішнього повітря даного району, якщо температура стінки посудини, що знаходиться під тиском, може стати від'ємною від дії навколишнього повітря;

б) середню температуру повітря найбільш холодної п'ятиденки даного району, якщо температура стінки посудини, що знаходиться під тиском, додатна.

Враховуючи вищесказане, і те, що фільтр використовують для подачі газу на газотурбінні агрегати, то для виготовлення основних деталей корпусу та кришки, слід взяти сталь низьколеговану 09Г2С-8 та високолеговану корозійно-стійку сталь 12Х18Н10Т. Деталі корпусу (обичайка, днище та інш.), які знаходяться по ходу природного газу до пакету фільтроелементів слід виготовити із сталі 09Г2С-8, а деталі та вузли після – із сталі 12Х18Н10Т.

09Г2С-8

Заміна: 09Г2, 09Г2ДТ, 10Г2С, 09Г2Т.

Призначення: різні деталі і елементи металоконструкцій, що працюють при температурі від -70 до +425 0С під тиском. [2]

Технологічні властивості:

Температура кування, 0С: початку 1250, кінця 850. Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання:РДЗ, АДЗ під флюсом і газовим захистом, ЕШЗ. Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

Таблиця 1.3 - Хімічний склад сталі 09Г2С, у відсотках

C			Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
Не більше	Si	Mn	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 1.4 - Механічні властивості сталі 09Г2С

Стан поставки	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5(\delta_4)$ %	КСУ, Дж/см ² за температури випробування, °С	
		МПа			в стані поставки	Після механічного старіння
		Не менш				
Листи та полоси	Від 20 до 32 мм <u>вкл.</u>	305	460	21	59	29

12Х18Н10Т

Призначення - деталі, що працюють до 600 °С. Зварні апарати і суди, що працюють в розбавлених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей і інші деталі, що працюють під тиском при температурі від -196

до +600 °С, а за наявності агресивного середовища до +350 °С. Сталь корозійностійка аустенітного класу [2].

Технологічні властивості:

Температура кування, °С: початку 1200, кінця 850. Перерізи до 350 мм охолоджуються на повітрі.

Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання: РДС (електроди ЦТ-26), ЕШС і КТС. Рекомендується подальша термообробка.

Оброблювання різанням - в загартованому стані при НВ 169 і σ_B

$$=610 \text{ МПа}, K_{V_{\text{тв.спл}}} = 0,85, K_{V_{\text{б.спл}}} = 0,35$$

По жаростійкості близька до сталі 12Х18Н9Т

Таблиця 1.5 – Хімічний склад сталі 12Х18Н10Т. У відсотках

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не більше						не більше		
0,12	0,8	2,0	17,0-19,0	9,0-11,0	5·С-0,8	0,020	0,035	0,30

Таблиця 1.6 – Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т

ГОСТ	Стан постачання, режими термообробки	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менше			
7350-77 (Зразки поперечні)	Листи гарячекатані або холоднокатані: гартування 1000- 1080 °С, вода або повітря	св. 4	236	530	38	40
	Гартування 1050- 1080°С, вода або повітря	до 3,9	205	530	40	40
18143-72	Проволока термооброблена	1,0-6,0	-	540- 880	20	-
9940-81	Труби безшовні гаряче деформовані без термообробки	3,5-32	-	529	40	-

Корозія - це руйнування металевих матеріалів, що відбувається під хімічною дією навколишнього середовища. Вже відомо безліч способів захисту металів від корозії. Зокрема проводять заміну матеріалів, що піддаються корозії, на корозійностійкі Також застосовуються різнілакофарбні покриття, відкриті частини покривають тонким шаром хрому або нікелю.

У апараті, що проектується середовище є слабоагресивне по відношенню до низьколегованих сталей. Тому з міркувань міцності і підвищеної зносостійкості для виготовлення деталей апарату використовуються сталі 09Г2С та 12Х18Н10Т.

Для захисту від атмосферної корозії поверхонь апарата – емаль SF 45-1018/0, жовта, V,У5.

Тимчасовий протикорозійний захист виконати відповідно до

ГОСТ 9.014-78: внутрішніх поверхонь фільтру - ВЗ-1 (консерваційним мастилом К-17 ГОСТ 10877-76). Варіант внутрішньої упаковки ВУ-9. Попадання мастила на фільтровальний елемент не допускається; зовнішніх непофарбованих поверхонь - ВЗ-4 (змащення ЗТ5/5-5 ГОСТ 19537-83). Варіант упаковки ВУ-0.

1.4 Технічні вимоги на виготовлення.

1. Загальні вимоги

2. Конструкція посудин і апаратів повинна бути технологічною, надійною протягом передбаченого технічною документацією терміну служби, забезпечувати безпеку при виготовленні, монтажі та експлуатації, передбачити можливість огляду, очищення, промивки, продувки і ремонту.

3. На поверхні обичайок і днищ не допускаються риски, забоїни, подряпини, раковини та інші дефекти, якщо їх глибина перевищує мінусові граничні відхилення, передбачені відповідними стандартами і технічними умовами.

4. Поверхні деталей повинні бути очищені від бризок металу, отриманих в результаті термічного різання і складання.

5. Задирки повинні бути видалені і гострі кромки деталей і вузлів притуплені.

6. Складальні шви посудин повинні бути розташовані так, щоб забезпечити можливість їх візуального огляду та контролю якості неруйнівним методом (УЗД, радіографією та ін.)

7. Внутрішня поверхня корпусу і штуцерів до складання мають бути очищені від окалини, що відшаровується, і гязі.

8. Складальні шви повинні бути зачищені у рівень з його внутрішньою поверхнею.

9. Після складання і зварювання обичайок, корпус (без днищ) повинен задовольняти таким вимогам:

а) відхилення за довжиною не більше $\pm 0,3\%$ від номінальної довжини, але не більше ± 75 мм,

б) відхилення від прямолінійності не більше 2 мм на довжині 1 м., але не більше 20 мм при довжині корпусу до 10 м і не більше 30 мм при довжині корпусу понад 10 м.

При цьому місцева непрямолінійність не враховується:

-у місцях складальних швів;

-у зоні приварювання штуцерів і люків у корпус;

-у зоні конусності обичайки, що використовується для досягнення допустимих зсувів крайок у кільцевих швах апаратів, які мають еліптичні або відбортовані конічні днища;

в) відхилення від прямолінійності корпусу (без днищ) апаратів з внутрішніми пристроями, що встановлюються в зібраному вигляді, не перевищує величину номінального зазору між внутрішнім діаметром корпусу і зовнішнім діаметром пристрою на ділянці установки.

10. Відхилення внутрішнього діаметра корпусу і днищ апарату допускається не більше $\pm 1\%$ номінального діаметра.

Відносна овальність корпусу і відбортованої частини днищ апарату не повинна перевищувати 1%.

11. Для днищ, що виготовляються штампуванням, допускається стоншення стінки в зоні відбортовки до 15% від вихідної товщини заготовки.

12. Вимоги до виготовлення фільтру

13. Апарат виготовити згідно СОУ МПП 71.120-21762009 "Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови." та ДНАОП 0.00 - 1.07-94

"Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".

14. Гідровипробувати без пакету фільтроелементів поз.5 пробним тиском 1,35 МПа. При гідровипробуванні використовувати водяний розчин інгібітору корозії М-1 ТУ 6-02-1132-88 концентрацією 1- 5%.

15. Для складання різьбових з'єднань використовувати протизадирне змащування типу "Свинцоль-01" ТУ 38-101-577-76.

1.5 Перевірочні розрахунки елементів апарату

1.Розрахунок обичайки апарату.

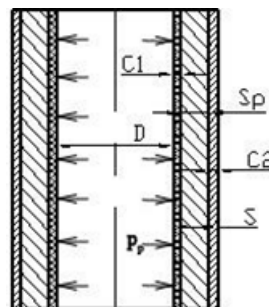


Рисунок 1.2 – Ескіз обичайки

Обичайка корпусу до пакету фільтроелементів

$D_{вн}=400$ мм,

$P_{PR}=1,4$ МПа,

$t_R=80\text{ }^{\circ}\text{C}$,

матеріал – 09Г2С-8 ГОСТ 5520-80

Визначимо товщину стінки обичайки:

$$S_r = \max\{S_{PR}; S_{NR}\}, \text{ мм} \quad (1.1)$$

Розрахункова товщина стінки обичайки в робочих умовах

$$S_R = \frac{P_{PR} \cdot D_{BH}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_R - P_{PR}}, \text{ мм} \quad (1.2)$$

де P_{PR} – розрахунковий тиск в робочих умовах, $P_{PR} = 1,0$ МПа;

D_{BH} – внутрішній діаметр обичайки, $D_{BH}=400$ мм;

$[\sigma]$ - допустиме напруження при $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $[\sigma] = 181,75$ МПа;

φ_R – коефіцієнт міцності зварного шва, $\varphi_R=1,0$.

$$S_R = \frac{1,0 \cdot 400}{2 \cdot 181,76 \cdot 1,0 - 1,0} = 1,1, \text{ мм}$$

Розрахункова товщина стінки в умовах гідро випробування:

$$S_{NR} = \frac{P_{NR} \cdot D_{BH}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_R - P_{NR}} \quad (1.3)$$

-де P_{NR} - розрахунковий тиск в умовах гідровипробування, МПа;

$[\sigma]_{и}$ - допустиме напруження в умовах гідровипробування, МПа;

$$[\sigma] = \sigma_t^{20} / 1,1 \quad (1.4)$$

-де σ_t^{20} - межа текучості матеріалу при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\sigma_t^{20} = 300$ МПа ;

$$\sigma_t^{20} = 300 / 1,1 = 272,7 \text{ МПа}$$

$$P_{NR} = 1,25 \cdot P_{PR} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \quad (1.5)$$

$$P_{NR} = 1,25 \cdot 1,0 \cdot \frac{196}{181,75} = 1,35 \text{ МПа}$$

$$S_{NR} = \frac{1,35 \cdot 400}{2 \cdot 272,7 \cdot 1 - 1,35} = 0,99 \text{ мм}$$

Тоді $S_R = \max\{1,1; 0,99\} = 1,1$ мм

Визначаємо загальне значення надбавок

$$c = c_1 + c_2 + c_3 \quad (1,6)$$

- де c_1 – надбавка для компенсації корозії й ерозії, $c_1 = 3,0$ мм

c_2 – надбавка що враховує мінусове граничне відхилення на товщину листа, $c_2 = 0,6$ мм;

c_3 – технологічна надбавка, $c_3 = 0$;

$$c = 3,0 + 0,6 + 0 = 3,6 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки

$$S = S_R + c \quad (1,7)$$

$$S = 1,1 + 3,6 = 4,7 \text{ мм. Приймаємо } S = 6 \text{ мм}$$

Умова виконання розрахункових формул:

$$\frac{(S - c)}{D_{вн}} \leq 0,1 \quad (1,8)$$

$$\text{Умова виконується } \frac{(6 - 3,6)}{400} = 0,006 \leq 0,1$$

Допустимий внутрішній надлишковий тиск в робочих умовах:

$$[P]_p = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_R \cdot (S - c)}{D_{вн} + (S - c)}$$

$$[P]_p = \frac{2 \cdot 181,75 \cdot 1,0 \cdot (6 - 3,6)}{400 + (6 - 3,6)} = 2,17 \text{ МПа} \quad (1,9)$$

Допустимий внутрішній тиск в умовах гідро випробування:

$$[P]_u = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_R \cdot (S - c)}{D_{вн} + (S - c)} \quad (1,10)$$

$$[P]_u = \frac{2 \cdot 272,7 \cdot 1,0 \cdot (6 - 3,6)}{400 + (6 - 3,6)} = 3,25 \text{ MPa}$$

Перевіряємо умову

$$P_{PR} \leq [P]_p; P_{NR} \leq [P]_N$$

$$1,0 \leq 2,17; 1,35 \leq 3,25$$

Умова виконується, тобто, вибрана товщина стінки обичайки корпусу забезпечує умову міцності апарату в робочому режимі та в умовах гідровипробування.

2. Еліптичне днище апарата під внутрішнім надлишковим тиском

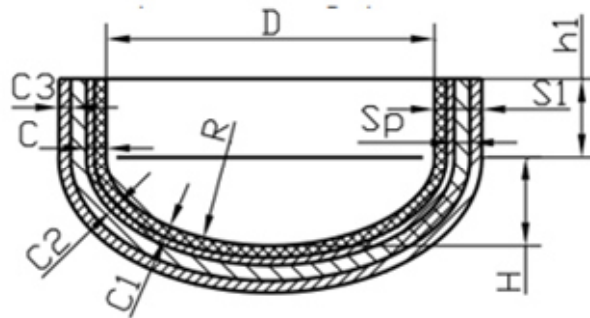


Рисунок 1.3-Ескіз еліптичного днища

Еліптичне днище корпусу

$$D_{BH}=400 \text{ мм},$$

$$P_{PR}=1,0 \text{ МПа},$$

$$t_R=80 \text{ }^\circ\text{C},$$

Матеріал – 09Г2С-8 ГОСТ 5520-80

Визначаємо товщину стінки днища:

$$S_{1R} = \max \{S_{1PP}; S_{1NN}\} \quad (1.11)$$

Розрахункова товщина стінки днища в робочих умовах:

$$S_{1R} = \frac{P_{PR} \cdot D_{BH}}{2 \cdot [\sigma]_t \cdot \varphi_R - 0,5 \cdot P_{PR}} \quad (1.12)$$

де P_{PR} – розрахунковий тиск в робочих умовах, $P_{PR} = 1,0 \text{ МПа}$

D_{BH} – внутрішній діаметр обичайки, $D_{BH}=400$ мм

$[\sigma]$ - допустиме напруження при $t_R=80$ °C $[\sigma]=181,75$ МПа;

φ_R -коефіцієнт міцності зварного шва $\varphi_R=1,0$

$$S_{1R} = \frac{1,0 \cdot 400}{2 \cdot 181,75 \cdot 1,0 - 0,5 \cdot 1,0} = 1,1 \text{ мм}$$

Розрахункова товщина стінки днища в умовах гідровипробування:

$$S_{1R} = \frac{P_{PR} \cdot D_{BH}}{2 \cdot [\sigma]_t \cdot \varphi_R - 0,5 \cdot P_{PR}} \quad (1.13)$$

-де P_{NR} - розрахунковий тиск в умовах гідровипробування, $P_{NR} 1,35$ МПа

$[\sigma]$ - опустиме напруження в умовах гідровипробування $[\sigma] = 272,7$ МПа

$$S_{1R} = \frac{1,35 \cdot 400}{2 \cdot 272,7_t \cdot 1 - 0,5 \cdot 1,35} = 0,99 \text{ мм}$$

$$\text{Тоді } S_{1R} = \max\{1,1; 0,99\} = 1,1 \text{ мм}$$

Визначимо загальне значення надбавків:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (1.14)$$

- де c_1 – надбавка для компенсації корозії й ерозії, $c_1= 3,0$ мм

c_2 – надбавка що враховує мінусове граничне відхилення на товщину листа, $c_2=0,6$ мм;

c_3 – технологічна надбавка, $c_3=0,15 \cdot S_1=0,15 \cdot 6=0,9$ мм;

$c=3,0+0,6+0=3,6$ мм

Виконавча товщина стінки

$$S=S_{1R}+c \quad (1.15)$$

$S=1,1+4,5=5,6$ мм. Приймаємо $S_1=6$ мм

Умова виконання формул

$$0,002 \leq \frac{(S_1 - c)}{D_{вн}} \leq 0,1 \quad (1,16)$$

$$0,002 \leq \frac{h_{вн}}{D_{вн}} \leq 0,5 \quad (1,17)$$

- де $h_{вн}$ - висота опуклої частини днища ,

$$h_{вн} = 0,25 \cdot D_{вн} = 0,25 \cdot 400 = 100 \text{ мм}$$

$$0,002 \leq \frac{(6 - 4,5)}{400} \leq 0,1$$

$$0,002 \leq 0,00375 \leq 0,1$$

$$0,2 \leq 0,25 \leq 0,5$$

Умова виконується.

Допустимий внутрішній надлишковий тиск в робочих умовах:

$$[P]_p = \frac{2[\sigma] \cdot \varphi_R \cdot (S_1 - c)}{D_{вн} + (S_1 - c) \cdot 0,5} \quad (1,18)$$

$$[P]_p = \frac{2 \cdot 181,75 \cdot 1,0 \cdot (6 - 4,5)}{400 + (6 - 4,5) \cdot 0,5} = 1,36 \text{ МПа}$$

Допустимий внутрішній тиск в умовах гідро випробування:

$$[P]_u = \frac{2[\sigma] \cdot \varphi_R \cdot (S_1 - c)}{D_{вн} + (S_1 - c) \cdot 0,5} \quad (1,19)$$

$$[P]_u = \frac{2 \cdot 272,7 \cdot 1,0 \cdot (6 - 4,5)}{400 + (6 - 4,5) \cdot 0,5} = 2,04 \text{ МПа}$$

Перевіряємо умову

$$P_{PR} \leq [P]_p; P_{NR} \leq [P]_N$$

$$1,0 \leq 1,36; 1,35 \leq 2,04$$

Умова виконується, тобто, вибрана товщина стінки днища корпусу задовольняє умову міцності апарата в робочому режимі та в умовах гідровипробування.

1.5. Зміцнення отвору Ду150 в корпусі [4]

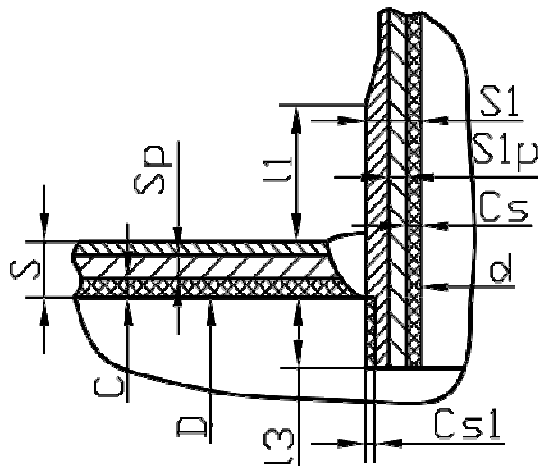


Рисунок 1.4 – Ескіз зміцнення отвору в обичайці

Внутрішній діаметр корпусу $D_{\text{вн}}=400$ мм,

Розрахунковий тиск $P_{\text{PR}}=1,0$ МПа,

Внутрішній діаметр штуцера $d=14,7$ мм

Розрахункова температура $t_{\text{R}}=80$ °С,

Довжина зовнішньої частини штуцера $l_1=126$ мм.

Довжина внутрішньої частини штуцера $l_3=0$ мм

Матеріал - Сталь 09Г2С-8 ГОСТ 5520-80

Розрахунковий діаметр одиночного отвору, що не потребує

додаткового зміцнення, при наявності надлишкової товщини стінки обичайки.

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_r} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R \cdot (s - c)}, \text{ мм} \quad (1.20)$$

- де S – товщина стінки обичайки, мм

c – загальне значення надбавок до розрахункової товщини стінки обичайки, мм;

S_R - розрахункова товщина стінки обичайки, мм;

$D_R=400$ мм - внутрішній розрахунковий діаметр обичайки.

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{6 - 3,6}{1,1} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{400 \cdot (6 - 3,6)} = 85,63 \text{ мм}$$

Розрахунковий діаметр одиночного отвору, що зміцнюється:

$$d_R = d + 2C_s \quad (1.21)$$

- де c_s - сума надбавок до розрахункової товщини штуцера

$$c_s = c_{s1} + c_{s2} + c_{s3}, \text{ мм} \quad (1.22)$$

- де c_{s2} - надбавка на компенсацію мінусового допуску, $c_{s2}=0,6$ мм.

c_{s3} - технологічна надбавка, $c_{s3}=0$

$C_s=3+0,6+0=3,6$ мм

$$d_R = 14,7 + 2 \cdot 3,6 = 154,2 \text{ мм}$$

Так як $d_R \geq d_\sigma$, то необхідні наступні розрахунки зміцнення отвору.

Розрахункова довжина зовнішньої частини штуцера:

$$l_{1R} = \min \left\{ l_1; 1,25 \sqrt{(d + 2 \cdot C_s) \cdot (s_1 - C_s)} \right\} \quad (1.23)$$

- де S_1 - виконавча товщина стінки штуцера, $S_1=6$ мм.

$$l_{1R} = \min \left\{ 126; 1,25 \sqrt{(14 + 2 \cdot 3,6) \cdot (6 - 3,6)} \right\} = \min \{ 126; 24 \} \quad (1.24)$$

Приймаємо виконавчу довжину зовнішньої частини штуцера $l_{3R}=0$.

Відношення допустимих напружень для зовнішньої (внутрішньої) частини штуцера:

$$X_{1,3} = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_{1,3}}{[\sigma]} \right\} \quad (1.25)$$

- де $[\sigma]_{1,3}$ - допустиме напруження для матеріалу 09Г2С зовнішньої (внутрішньої) частини штуцера при розрахунковій температурі, МПа.

Розрахункова товщина стінки штуцера:

$$S_{1R} = \frac{P_R \cdot (d + 2 \cdot c_s)}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_I - P_R} \quad (1.26)$$

$$S_{1R} = \frac{1,0 \cdot (14,7 + 2 \cdot c_s)}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_I - P_R} = 0,42(\text{мм})$$

Розрахункова ширина зони укріплення в околиці штуцера:

$$l_R = \sqrt{D_R (s - c)}, (\text{мм}) \quad (1.27)$$

$$l_R = \sqrt{400(6 - 3,6)} = 30,98(\text{мм})$$

Розрахунковий діаметр отвору, який не потребує зміцнення, при відсутності надлишкової товщини стінки апарату:

$$d_{OR} 0,4 \sqrt{D_p (s - c)}, (\text{мм}) \quad (1.28)$$

$$d_{OR} 0,4 \sqrt{400(6 - 3,6)}, = 12,39(\text{мм})$$

Умова укріплення одиночного отвору:

$$l_{1R} \cdot (s_1 - s_{1R} - c_s) \cdot x_1 + l_{3R} \cdot (s_3 - 2c_s) \cdot x_3 + l_R \cdot (s - s_R - c) \geq 0,5 \cdot (d_R - d_{OR}) \cdot s_R \quad (1.29)$$

$$126 \cdot (6 - 0,42 - 3,6) \cdot 1,0 + 30,98 \cdot (6 - 1,1 - 3,6) \cdot (6 - 1,1 - 3,6) \geq 0,5 \cdot (154,2 - 12,39) \cdot 1,1$$

$$289,75 \geq 77,99$$

1.6 Висновки

В пункті 1 ми розглядали фільтр для механічного очищення пускового газу, який зварюється з двох обичайок У внутрішній частині корпусу розташований пакет фільтроелементів, який складається з чотирьох елементів фільтруючих марки ФТГ 10-90x125x550 ТУ У 25.2-32556556-001-2003. Зверху до корпусу приєднана сферична кришка Для кріплення апарату до фундаменту призначені три опори-стійки. Природний газ поступає до фільтру через штуцер А1. Далі газ проходить через пакет фільтроелементів, в яких проходить очищення від механічних часток розміром до 20 мкм. Після цього очищений газ виходить через штуцер Б1 и поступає на виконавчі органи газотурбінних агрегатів.

В пункті 1.2 Ми визначали до якої групи належить апарат

В пункті 1.3 Визначалися який вибрати матеріал елементів виробу, та заходи по захисту від корозії

В пункті 1.4 Розглянули технічні вимоги для виготовлення агрегату

В пункті 1.5 Зробили перевірочні розрахунки елементів апарату

Зовні фільтру також розташовані технологічні штуцери В1 та Г1, які призначені для дренажу та спускання повітря відповідно під час проведення гідровипробування.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення типу виробництва та його характеристика

Залежно від рівня конструкції і ступеня спеціалізації розрізняють три типи виробництва: масове, серійне і одиничне.

Одиничним - називають виробництво такого типу, при якому виріб випускається одиницями (штуками) або в невеликих кількостях екземплярів за відсутності закономірної повторюваності виготовлення цих виробів.

Серійним - називають таке виробництво, при якому має місце постійна повторюваність партій, що виготовляються, або серії одних і тих же виробів. Залежно від величини й частоти повторюваності і трудомісткості виготовлення виробів, розрізняють дрібносерійне, серійне і багатосерійне виробництво.

Масовим - називають таке виробництво, при якому певні вироби випускають постійно і в дуже великих кількостях. Зазвичай виробництво хімічної і нафтової апаратури - одиничне або малосерійне. Вдосконаленню технології апаратобудування сприяє використання методів серійного і масового виробництва. Не дивлячись на різноманітність апаратури, вона має багато нормалізованих і стандартних деталей, наприклад: фланці арматура з'єднувальних частин і трубопроводів; штуцера; днища посудин; тарілки; опори та інше.

Виходячи з того, що річна програма виробу складає 200 штук, а вага апарату 172 кг приймаємо серійний тип виробництва [5] с.48.

Серійний тип виробництва характеризується наступним:

- номенклатура апаратів, що випускаються, обмежена;
- обсяг випуску великий, обробляється партіями;

- устаткування стаціонарне (верстати для механічної обробки, преси, роликові стенди, згинальне устаткування, правильні машини, машини для механічного різання) і пересувне (напівавтомати і автомати для зварювання і різання, пневматичний інструмент, нагрівальні прилади, рентгенівські установки), яке розташовані за ходом технологічного процесу;

- різальний інструмент стандартний, вимірювальний інструмент спеціальний;

- кваліфікація робочих, зазвичай на заготівельних операціях нижче, ніж під час вузлового або фінального складання і зварювання

2.2 Розрахунок кількості матеріалу.

Визначення припусків на обробку, розробка карт розкрою з визначенням коефіцієнту використання матеріалу.

1). Циліндрична обичайка корпусу до пакету фільтроелементів

$D_{\text{вн}}=400\text{мм}$, $S=6\text{мм}$, $H=600\text{мм}$, матеріал - 09Г2С (див. рисунок 2.1)

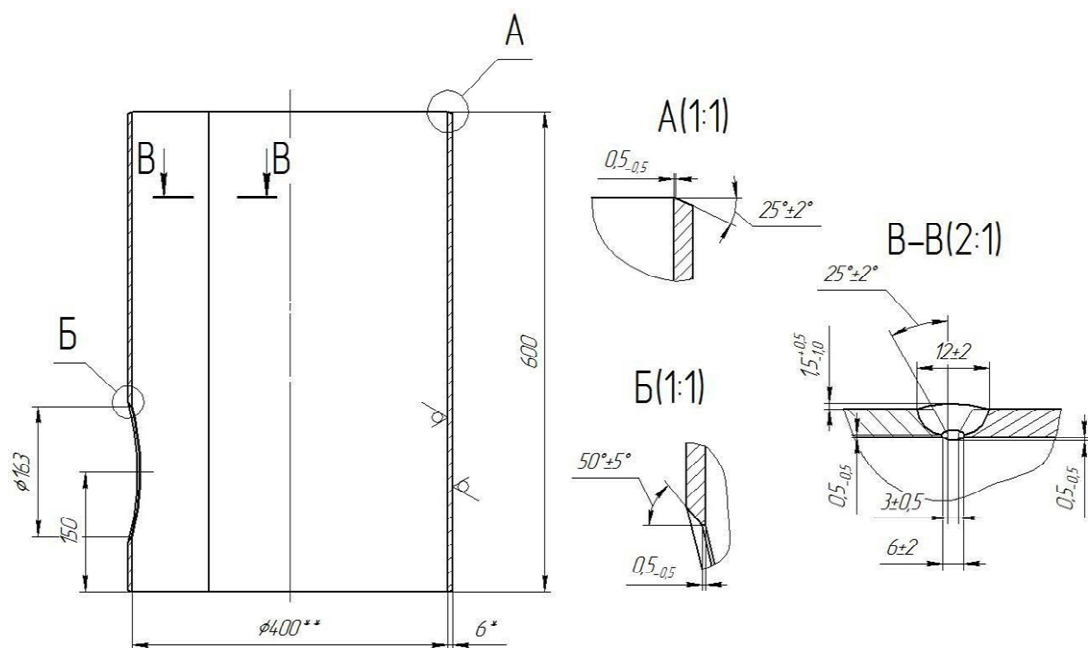


Рисунок 2.1 - Циліндрична обичайка корпусу

Довжина розгортки обичайки:

$$L_{роз} = \pi(D_{вн} + S) \quad (2.1)$$

- де $D_{вн}$ - внутрішній діаметр обичайки, $D_{вн}=400$ мм;

S - товщина стінки обичайки, $S=6$ мм;

З урахуванням припуску на механічну обробку кромки після різання по 5 мм на кожену сторону розгортки розмір заготовки буде дорівнювати: $6 \times 610 \times 1285$. Виходячи з розмірів заготовки, за ГОСТ 19903-74 вибираємо стандартний лист розмірами: $6 \times 1250 \times 2800$ [6]

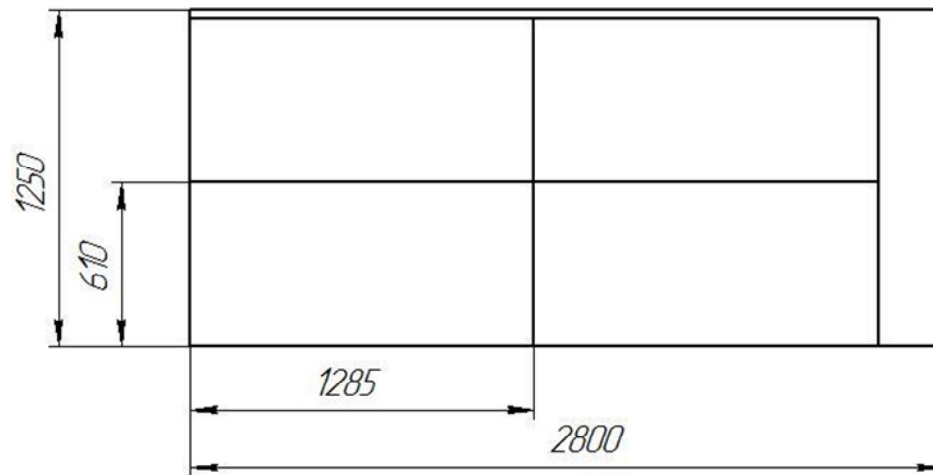


Рисунок 2.2 – Розкрій заготовок обичайки

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{ВМ} = \frac{F_3 \cdot n}{F_{л}} \quad (2.2)$$

- де F_3 - площа заготівки, мм^2 ;

$F_{л}$ - площа листа, мм^2 ;

n – кількість заготовок на листі, $n=4$.

$$K_{BM} = \frac{600 \cdot 1275}{1250 \cdot 2800} \cdot 4 = 0.87$$

2). Еліптичне днище корпусу $D_{BH}=400\text{мм}$, $S=6\text{мм}$, матеріал - 09Г2С
(див. рисунок 2.3).

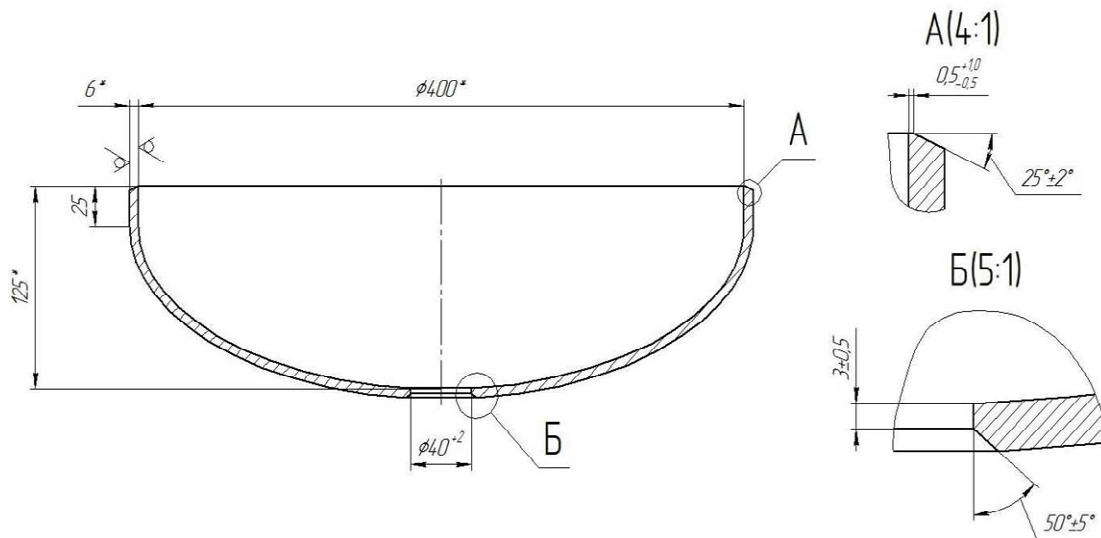


Рисунок 2.3 - Ескіз днища

Діаметр розгортки еліптичного днища [7]:

$$D_p = 2 \cdot \sqrt{(D_{BH} + S) \cdot (h_1 + m \cdot \varepsilon_{BH} \cdot (D_{BH} + S))} \quad (2.3)$$

- де h_1 - відбортованої частини днища, $h_1 = 25$ мм

m - коефіцієнт, що залежить від відношення $D_{BH} / h_B = 400/100 = 4$, $m=0,345$

ε_{BH} - коефіцієнт, що залежить від відношення $D_{BH} / S = 400/6=66,7$, $\varepsilon_{BH}=1,005$

$$D_p = 2 \cdot \sqrt{(400 + 6) \cdot (25 + 0,345 \cdot 1,005 \cdot (400 + 6))} = 519 \text{ мм};$$

$\varepsilon_{BH}=1,005$

Діаметр заготовки розгортки днища з урахуванням припуску

$$D_3 = D_R + 2Z_n \quad (2.4)$$

- де $2Z_n = (0,02 : 0,05) D_R$ - припуск на механічну обробку

$$D_3 = 519 + (0,02 \dots 0,05) \cdot 519 = 529,4 \dots 544,9 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_3 = 537 \text{ мм}$.

Виходячи з габаритних розмірів заготовки днища, вибираємо стандартний лист розміром: $6 \times 1100 \times 2200$ [6]. Із листа вирізаємо 8 заготовок еліптичних днищ.

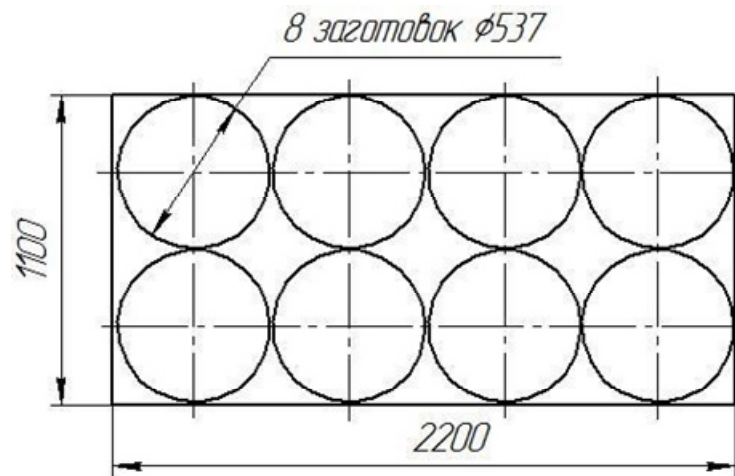


Рисунок 2.4 - Ескіз розкрою днища

Визначаю коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{BM} = \frac{3,14 \cdot D_3^2 \cdot 4}{F_{\text{л}}} \quad (2.5)$$

- де n - кількість заготовок на листі, шт;

$F_{\text{л}}$ - площа листа, мм^2 .

$$K_{BM} = \frac{3,14 \cdot 537^2 \cdot 4}{1100 \cdot 2200} = 0,75$$

2.3 Розробка технологічного процесу

Виготовлення деталі апарата з визначенням оптимальних режимів обробки, зварювання, складання, визначенням норм витрат часу. Визначення кількості обладнання, інструментів, пристосувань.

1. Технологічний процес

Виготовлення циліндричної обичайки корпусу апарата $D_{вн}=400$ мм, $S=6$ мм, $H=600$ мм, матеріал - сталь 09Г2С. (дивися рисунок 2.1)

2. Машинне виправлення

Правити лист розміром $6 \times 1250 \times 2800$ для розмітки на ньому заготовок обичайок. Виходячи з габаритних розмірів листів вибираємо 9-ти валкову листоправильну машину типу А

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика листоправильної машини

<i>Листоправильна машина</i>	<i>Тип А</i>
<i>Крок валків, мм</i>	<i>200</i>
<i>Число валків</i>	<i>9</i>
<i>Діаметр валків, мм</i>	<i>180</i>
<i>Швидкість виправлення, м/с</i>	<i>0,17</i>
<i>Потужність головного приводу, кВт</i>	<i>80</i>
<i>Товщина листа, що виправляється, мм</i>	<i>4-10</i>
<i>Ширина листа, що виправляється, мм</i>	<i>2500</i>

Зусилля виправлення:

$$P = \frac{B \cdot S^2 \cdot \sigma \cdot (n - 2)}{t} \quad (2.6)$$

- де B - ширина листа, мм

n - число верхніх валків.

$$P = \frac{1500 \cdot 6^2 \cdot 310 \cdot (5 - 2)}{200} = 251100 (H) = 0,25 (MH)$$

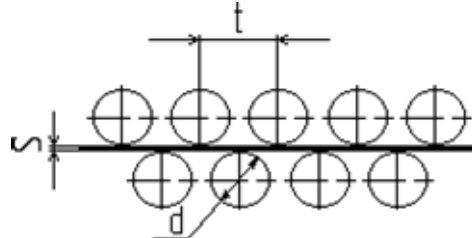


Рисунок 2.5 – Схема виправлення листа

Пристосування: листозахоплювальні пристосування, скоби.

Вимірювальний інструмент: лінійка перевірна $l = 1000$ мм, металева ГОСТ

427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм, ГОСТ 7502-80, щупи №4.

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{I_{пз}}{n} \quad (2.7)$$

- де $T_{ш}$ - норма штучного часу на виправлення листа,

$T_{ш} = 0,19/4 \approx 0,05$ чол/год; [10]с.15.

$T_{пз}$ - підготовчо заключний час, $T_{пз} = 0,235$ год, [12] с.28

n -кількість одиниць, які виготовляються за місяць, $n \approx 20$ шт/міс;

$$P_{від} = C_г \cdot T_{шк} \quad (2.8)$$

- де $C_г$ - середня годинна тарифна ставка робітника данного розряду,

$$C_{г2,3} = \frac{31,83 + 39,07}{2} = 35,45 \text{ грн}$$

$$P_{від} = 35,45 \cdot 0,062 = 21,9 \text{ грн}$$

3. Розмітка заготівки

Розмітити розгортки обичайок на листі розмірами 1250x2800 мм. Розмітка виконується комплектом розмічального інструмента на стенді, що вибирається залежно від розмірів листа, що розмічають. Приймаю 2000x4000.

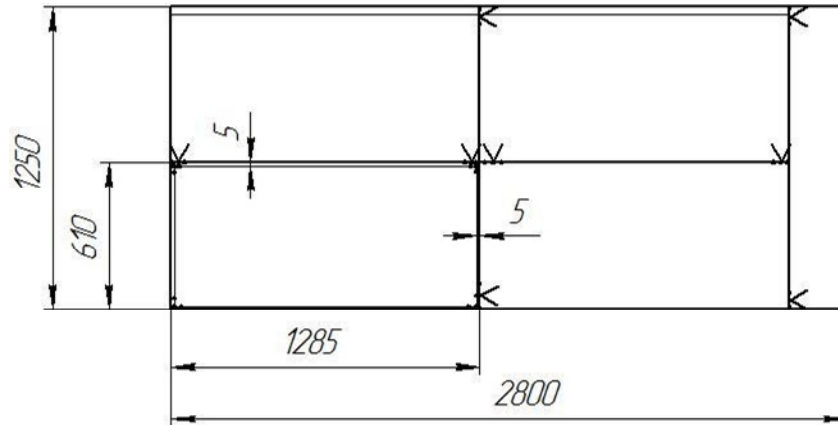


Рисунок 2.6 – Ескіз розмітки заготівки на листі.

Пристосування й інструмент: листо захоплювальні пристосування, скоби, молоток ГОСТ 2310-70, косинець металевий 900ГОСТ 3749-77, лінійка $l = 1000$ мм, металева ГОСТ 427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм ГОСТ 7502-80, чертилка, керн.

Норма штучного часу $T_{ш} = 0,06$ чол/год; [9] с.11

Норма підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 0,654$ год, [12] с.34.

$$C_{2,3} = \frac{31,83 + 43,41}{2} = 37,62 \text{ грн}$$

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$P_{Від} = 37,62 \cdot 0,093 = 3,50 \text{ грн}$$

Розмітку виконують два робітника 2-го і 4-го розряду. Розцінка роботи, виходячи з годинних тарифних ставок:

4. Різання заготовки обичайки

Різати лист по розмітці на заготовки (див. рисунок 2.6).

Зусилля різання листа:

$$P = \frac{0,5 \cdot S^2 \cdot \tau_{зр} \cdot \kappa}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (2.9)$$

-де s - товщина листа,

$\tau_{ср}$ - тимчасовий опір матеріалу на зріз, МПа, $\tau_{зр} = 0,8 \cdot 470 = 376$ (МПа)

α - кут нахилу ножа, залежно від товщини листа, $\alpha = 2^{\circ}10'$,

κ - коефіцієнт запасу.

$$P = \frac{0,5 \cdot 6^2 \cdot 376}{\operatorname{tg} 2^{\circ}10'} \cdot 1,5 = 268333 (Н)$$

Виходячи із зусилля різання та розмірів листа вибираю:

Обладнання: гільйотинні ножиці моделі Н3221

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика ножиць Н3221

Найбільша товщина листа, що розрізається, мм	12,5
Найбільша ширина листа, що розрізається, мм	3200
Число ходів ножа у хвилину	40
Потужність головного приводу, кВт	16,5

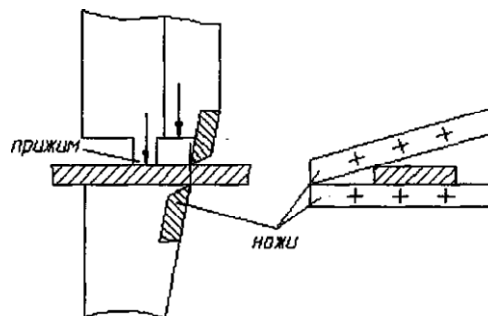


Рисунок 2.7 – Різання листа на гільйотинних ножицях

Пристосування: листозахоплювальні пристосування, скоби.

Різальний, вимірювальний інструмент: ножі плоскі, лінійка перевірна $l = 1000$ мм, металева ГОСТ 427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм ГОСТ 7502-80.

Норма штучного часу $T_{шт} = 0,033 \cdot 2 = 0,066$ чол/год; [9] с.29.

Норма підготовчо-заключного часу $T_{ПЗ} = 0,318$ год [12] с.36.

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шк} = 0,066 + \frac{0,318}{20} = 0,082 \text{чол} / \text{год};$$

Різання на гільйотинних ножицях виконують два робітника 2-го і 4-го розряду.

$$C_{2,3} = \frac{31,83 + 43,41}{2} = 37,62 \text{ грн}$$

Розцінка роботи виходячи з годинних тарифних ставок:

$$P_{Вид} = 37,62 \cdot 0,082 = 3,08 \text{ грн}$$

5. Кромкостругання

Установити заготовку, вивірити й закріпити. Простругати кромки з V-подібним скосом відповідно до креслення.

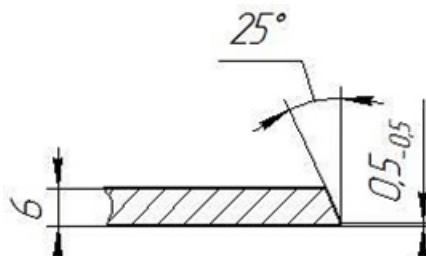


Рисунок 2.8 – Форма кромки обичайки

Обладнання: кромкострогальний верстат 7806

Таблиця 2.3 - Технічна характеристика 7806

Найбільша довжина поверхні заготовки, що оброблюється, мм	6000
Найбільша товщина листів, мм	200
Швидкість ходу каретки, м/хв	4-40
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	29

Пристосування і допоміжний інструмент: гвинтові притиски, ключ розвідний.

Різальний інструмент: різець стругальний Т5К10.

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-1-0-125-0,1 ГОСТ 166-80, шаблони.

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{ш} = T_{уст} + T_{стр} \quad (2.10)$$

-де $T_{уст}$ - норма часу на установку і зняття листа,

$$T_{стр} = 0,07 \cdot 2 + 0,06 \cdot 2 = 0,26 \text{ чол/год, [9] с. 126.}$$

$$T_{ш} = 0,244 + 0,26 = 0,504 \text{ чол/год.}$$

$T_{пз}$ - підготовчо заключний час, $T_{пз} = 0,4 \text{ год [14] с.72}$

$$T_{ш} = 0,504 + \frac{0,4}{20} = 0,524 \text{ чол/год}$$

Стругання виконує один робітник 3-го розряду. Розцінок роботи виходячи з годинних тарифних ставок:

$$P_{від} = 39,07 \cdot 0,524 = 20,47 \text{ грн}$$

6. Вальцювання з попереднім підгинанням кромки

Підгинання кромки здійснюється на підкладному листі трьох-валкової листозгинальної машини.

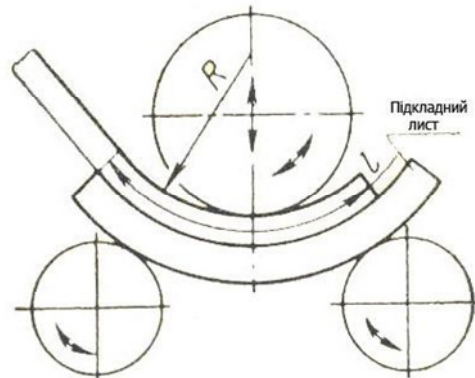


Рисунок 2.9 – Ескіз попереднього підгинання кромки

Виходячи з розмірів обичайки вибираю трьохвалкову листозгинальну машину із симетричним розташуванням валків моделі И2220

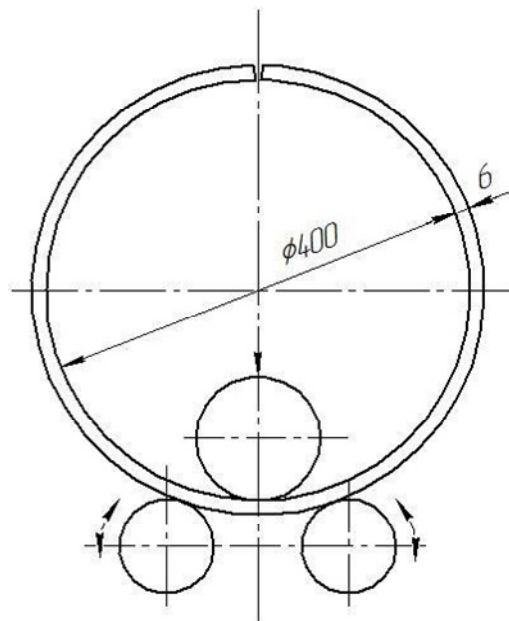


Рисунок 2.10 – Вальцювання обичайки на листозгинальній машині

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика машини И2220

Найбільша ширина листа, мм	2000
Найбільша товщина листа, мм	10
Швидкість згинання, м/хв	8,2
Діаметр середнього валка, мм	268
Діаметр бічного валка, мм	240
Потужність головного приводу, кВт	7

Пристосування: листозахоплювальні пристосування, скоби, траверси.

Вимірювальний інструмент: лінійка перевірна $l=1000$ мм, металева

ГОСТ 427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм ГОСТ 7502 -80.

Норма штучного часу $T_{ш} = 0,17$ чол/год; [10] с.17.

Норма підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 0,13$ год [12] с.103.

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{ш} = 0,17 + \frac{0,13}{20} = 0,5177 \text{чол} / \text{год}$$

Вальцювання виконують два робітника 2-го і 4-го розряду.

$$C_{2,4} = \frac{31,83 + 43,41}{2} = 37,62 \text{грн}$$

Розцінка роботи виходячи з годинних тарифних ставок:

$$P_{від} = 37,62 \cdot 0,177 = 6,62 \text{грн}$$

7. Складання поздовжнього стику

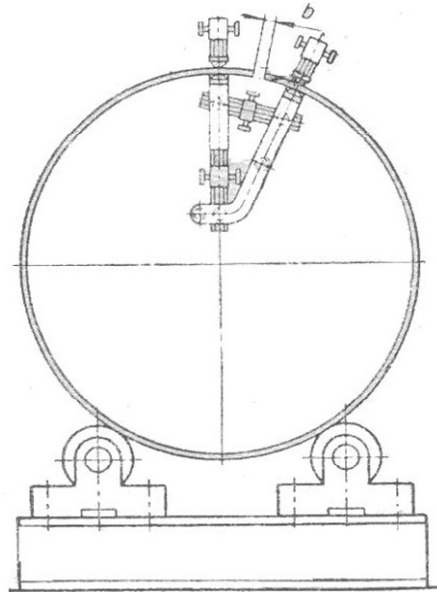


Рисунок 2.11 – Складання поздовжнього стику

Зібрати поздовжній стик, прихватити ручним електродуговим зварюванням.

Устаткування: роликівий стенд, плити складальні.

Пристосування: струбцини гвинтові або стяжки гвинтові, пневмо-або електрошлифмашинки.

Вимірювальний інструмент: лінійка перевірна $l = 1000$ мм, металева ГОСТ 427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм ГОСТ 7502 -80.

Матеріали: Електроди типу УОНИИ 13/45-4,0 ГОСТ 9466-75.

Норма штучного часу $T_{ш} = 0,2$ чол/год; [10] с.31.

Норма підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 0,194$ год [12] с.147,

$$T_{ш} = 0,2 + \frac{0,194}{20} = 0,210 \text{ чол / год}$$

Складання виконують два чоловіки. 3-го і 4-го розряду.

$$C_{2,4} = \frac{39,07 + 43,41}{2} = 41,24 \text{ грн}$$

Розцінка роботи виходячи з годинних тарифних ставок:

$$P_{\text{Від}} = 41,24 \cdot 0,21 = 8,66 \text{ грн}$$

8. Зварювання подовжнього стику

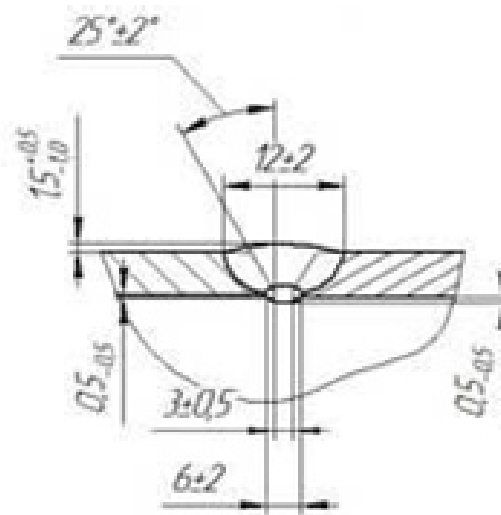


Рисунок 2.12 – Ескіз зварного шва

Виходячи з розмірів обичайки та матеріалу, обираємо одностороннє комбіноване зварювання. Корінь шва проварити ручним аргондуговим зварюванням з присадним матеріалом - дротом Зсв-08Г2С ГОСТ 2246-70, інші проходи роблять ручним електродуговим зварюванням електродом УОНИИ 13/55- 5,0-1.

Площа поперечного перерізу шва:

$$F = 0,75 \cdot e \cdot g + 0,75 \cdot e_1 \cdot g + b \cdot s + (s - c)^2 \cdot tga \quad (2.11)$$

-де e, e_1 – величини посилення шва, $e = 1,5$ мм, $e_1 = 0,5$ мм;

g, g_1 - ширини провару, $g=12$ мм, $g_1=6$ мм;

b - величина зазору, $b=3$ мм;

c -прямолінійна ділянка кромки, $c=0,5$ мм;

a - кут розділення кромки, $a=25^\circ$.

$$F = 0,75 \cdot 1,5 \cdot 12 + 0,75 \cdot 0,5 \cdot 6 + 3,6 \cdot 6 + (6 - 0,5)^2 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ = 96,85 \text{ мм}^2$$

Зварний струм, А [10]:

$$I_{зв} = (40 - 50) \cdot d_{ел} \quad (2.12)$$

$I_{зв}=40 \cdot 5=200$ А. Виходячи з величини зварного струму назначаємо джерело живлення дуги постійного струму ПСО-300.

Зварювання виконується за 2 проходи.

Швидкість зварювання, м/год [14]: $V_{зв}=12$ м/год.

Устаткування: роликівий стенд, джерело живлення дуги постійного струму ПСО-300, зварювальний апарат для аргано-дугового зварювання Форсаж -315АД.

Пристосування: траверси, ємкості. Вимірювальний інструмент: лінійка перевірна $l=1000$ мм металева ГОСТ 427-75, рулетка металева $l = 5000$ мм ГОСТ 7502-80.

Норма штучного часу [15]т.4.

$$T_{ш} = T_{ни} \cdot L_{шва} + T_{д} \quad (2.13)$$

-де $T_{н.ш}$ -норма неповного штучного часу, яка включає в себе горіння дуги, час на відпочинок та власні потреби, час для підварювання корня шва. $T_{н.ш}=0,21$ чол/год, для ручного електродугового зварювання $T_{н.ш}=0,27$ чол/год ;

$T_{д}$ - норма допоміжного часу, $T_{д}=0,5$ чол/год;

$T_{ш1}=0,21 \cdot 0,6+0,5=0,626$ чол/год;

$T_{ш2}=0,27 \cdot 0,6+0,5=0,662$ чол/год;

$$T_{ПЗ} = 19,8 \text{ хв} = 0,33 \text{ год} [14]$$

$$T_{шк1} = 0,626 + \frac{0,33}{20} = 0,643 \text{чол/год}$$

$$T_{шк2} = 0,662 + \frac{0,33}{20} = 0,679 \text{чол/год}$$

Зварювання проводить бригада у складі 2-х робітників другого та п'ятого розрядів.

Розцінка відрядна:

$$P_{ВІДР1} = 31,83 \cdot 0,643 = 20,47 \text{ грн.}$$

$$P_{ВІДР2} = 49,20 \cdot 0,679 = 33,41 \text{ грн.}$$

9. Калібрування обичайки

Калібрувати обичайку після зварювання для зменшення похибки форми поперечного перетину. Калібрування проводиться аналогічно операції п.2.3.1.5 на 3-х валковій листозгинальній машині.

$$T_{шк} = 1,77 \text{ чол/год}$$

Калібрування виконують двоє робітників другого і четвертого розрядів. Відрядну розцінку знаходимо аналогічно операції п.2.3.1.5

$$P_{ВІДР} = 6,66 \text{ грн.}$$

Пристосування: листо захоплювальні пристосування, скоби.

Вимірювальний інструмент: лінійка перевірна $l=1000$ (мм)

металева, ГОСТ 427-75, рулетка металева $l=5000$ (мм), ГОСТ 7502-80.

10. Розмітка отвору

Намітити на обичайці центр отвору під штуцер $\varnothing 163$

(дивись рисунок 2.1).

Намітка центрів отворів виконується з попередньою розцентруванням апарату по головним осям.

Устаткування: ролюковий стенд.

Пристосування і інструмент: листозахоплювальні пристосування, скоби, молоток ГОСТ 2310-70, кутник металевий 90°С ГОСТ 3749-77, лінійка перевірна l=1000мм металева, ГОСТ 427-75, рулетка металева l=5000мм, ГОСТ 7502-80, рисувалка, керн, циркуль.

Норма штучного часу на розмітку отвору $T_{шт}=0,041 \cdot =0,041$ чол/год [10]с.19. $T_{ПЗ} = 0,49$ год [12] с.34.

Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шк1} = 0,041 + \frac{0,49}{20} = 0,66 \text{чол} / \text{год}$$

Розмітка виконується розмітником 3-го розряду. Відрядна розцінка

$$P_{ВІДР}=39,07 \cdot 0,066=2,56 \text{ грн}$$

11. Вирізання отвору

Вирізати отвір $\varnothing 163$ по розмітці, зняти фаски. Вирізання – газокисневе на спеціальній установці.

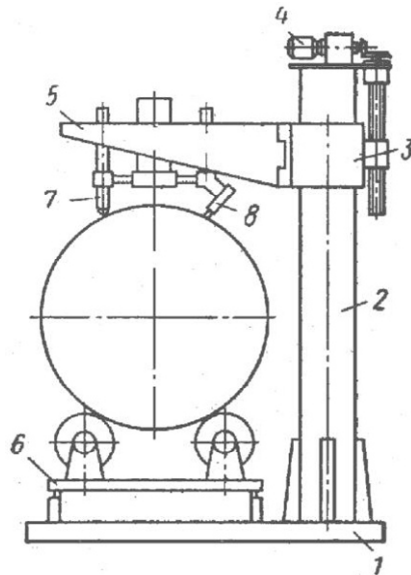


Рисунок 2.13 - Установка для вирізання отворів

1-станина, 2- колона, 3- направляюча втулка, 4- привід, 5-пристрій газо-пламеневого вирізання отворів, 6- роликів опора, 7- датчик слідкування, 8- різак.

Устаткування: ролюковий стенд, спеціальна установка для газокисневого вирізування отворів.

Пристосування і інструмент: листозахоплювальні пристосування, скоби, молоток ГОСТ 2310-70, кутник металевий 90°С ГОСТ 3749-77, лінійка перевірна l=1000мм металева, ГОСТ 427-75, рулетка металева l=5000мм, ГОСТ 7502-80.

Норма штучно-калькуляційного часу [10] с.57

$$T_{\text{шк}}=0,1+0,4/20=0,12 \text{ чол/год.}$$

Вирізання проводить робітник 3 разряду.

$$\text{Відрядна розцінка: } P_{\text{ВІДР}}=39,07 \cdot 0,12=4,69 \text{ грн}$$

Технологічний процес виготовлення обичайки зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Технологічний процес виготовлення обичайки

№ оп.	Найменування операцій	За проєктом			За заводом		
		Розряд	$T_{\text{шк.}}$ н-год	Розцінок, грн	Розряд	$T_{\text{шк.}}$ н-год	Розцінок, грн
1	Машинне виправлення	2;3	0,062	2,19	2;3	0,065	2,31
2	Розмітка	2;4	0,093	3,50	2;4	0,098	3,68
3	Різання на гільйотинних ножицях	2;4	0,082	3,08	2;4	0,086	3,24
4	Кромкостругання	3	0,524	20,47	3	0,552	21,55
5	Вальцювання	2;4	0,177	6,66	2;4	0,186	7,01
6	Складання подовжного стику	3,4	0,21	8,66	3,4	0,221	9,12
7	Зварювання подовжного стику	2	0,643	20,47	2	0,677	21,55
		5	0,679	33,41	5	0,715	35,17
8	Калібрування	2,4	0,177	6,66	2,4	0,186	7,01
9	Розмітка отвору	3	0,066	2,56	3	0,069	2,69
10	Вирізання отвору	3	0,12	4,69	3	0,126	4,94
	Разом	-	2,833	112,35	-	2,981	118,27

Коефіцієнт пропорційності норм:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шк}^{np}}{\sum_{i=1}^n T_{шк}^{зав}} \quad (2.14)$$

-де $\sum T_{шк}^{np}$ й $\sum T_{шк}^{зав}$ - сумарна трудомісткість виготовлення обичайки

за

проектом та заводом відповідно.

$$K_y = \frac{2,833}{2,981} = 0,95$$

Технологічний процес виготовлення днища зводимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 – Технологічний процес виготовлення еліптичного днища

№ оп.	Найменування операцій	За проектом			За заводом		
		Розряд	$T_{шк}$ н-год	Розцінок, грн	Розряд	$T_{шк}$ н-год	Розцінок, грн
1	Машинне виправлення	2,3	0,181	6,42	2,3	0,191	6,75
2	Розмітка	2	0,057	1,81	2	0,060	1,91
3	Різання на гільйотинних ножицях	2,4	0,178	6,70	2,4	0,187	7,05
4	Різання на дискових ножицях	3	0,051	1,99	3	0,054	2,10
5	Штампкування	2,4	0,367	13,81	2,4	0,386	14,53
6	Обрізання торця днища	3	0,26	10,16	3	0,273	10,69
7	Розмітка отвору	3,5	0,064	2,82	3,5	0,067	2,97
8	Вирізання отвору	3	0,172	6,72	3	0,181	7,07
	Разом	-	1,33	50,43	-	1,399	53,07

2.4 Розробка конструкції пристосування

Пристосування (рисунок 2.14) призначене для гідравлічного випробування фільтра пускового газу.

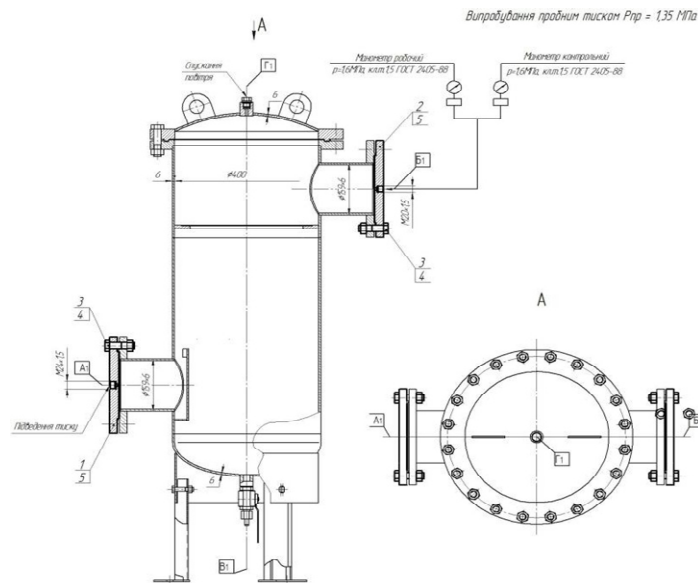


Рисунок 2.14 – Схема гідровипробування фільтра

2.5 Висновки

В пункті 2 ми визначали: тип виробництва та його характеристика в які входять 3 типи виробництва: масове, серійне і одиничне. Після чого йде процес: “розрахунку кількості матеріалу”, в якому визначаємо припуск на обробку, та розробку карт розкрою з визначенням коефіцієнту використання матеріалу циліндричної обичайки корпусу.

Тоді як виконали розрахунок кількості матеріалу, визначаємо: розрахунок технологічного процесу апарата. В якому йде виготовлення деталі апарата з визначенням оптимальних режимів обробки, зварювання, складання, визначенням норм витрат часу. Визначення кількості обладнання, інструментів, пристосувань.

Після закінчення етапу розрахунку кількості матеріалу приступаємо до виконання етапу: розробки конструкції пристосування. Пристосування призначене для гідравлічного випробування фільтра пускового газу.

3. ЧИСЕЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ДЕФОРМАЦІЇ

ANSYS – це програмне забезпечення для інженерного аналізу та моделювання, розроблене компанією ANSYS, Inc. Воно використовується для вирішення широкого спектру завдань в галузі інженерії, таких як структурний аналіз, тепловий аналіз, електромагнітний аналіз, аеродинамічний аналіз та багато інших.

ANSYS надає інженерам можливість створювати та моделювати віртуальні прототипи своїх продуктів чи систем, а потім проводити різні аналізи та випробування для визначення їхньої поведінки в реальних умовах. Програма пропонує широкий вибір інструментів та функцій для моделювання, сіткової генерації, налаштування фізичних моделей, виконання розрахунків та візуалізації результатів.

ANSYS має кілька модулів та пакетів, які призначені для різних областей інженерного аналізу. Деякі з найбільш популярних модулів включають ANSYS Mechanical, ANSYS Fluent, ANSYS CFX, ANSYS Maxwell, ANSYS HFSS, ANSYS Electronics Desktop та інші. Кожен модуль спеціалізується на певних типах завдань та сферах застосування.

ANSYS є потужним інструментом для інженерів та дослідників, що дозволяє їм більш ефективно проектувати та аналізувати різні системи та продукти. Він широко використовується в промисловості, авіації, автомобільному проектуванні, енергетиці, електроніці та інших галузях, де потрібне проведення складних інженерних розрахунків та симуляцій. ANSYS не включає в себе спеціальну бібліотеку кінцевих компонентів, але має можливість імпортувати моделі компонентів зовнішніх бібліотек. Нижче наведені деякі поширені бібліотеки кінцевих компонентів, які можуть бути використані разом з програмою ANSYS:

1.ANSYS Mechanical Application Library (ML): Це внутрішня бібліотека, яка містить набір готових моделей та матеріалів для використання в ANSYS Mechanical. Вона включає стандартні елементи скінченних елементів, різні матеріальні моделі та розрахункові процедури.

2.ANSYS Electronics Desktop: Ця бібліотека призначена для моделювання електронних компонентів та систем. Вона містить елементи, такі як резистори, конденсатори, індуктивності, транзистори, мікросхеми та інші електронні компоненти, які можуть бути використані для аналізу електричних схем та випробувань.

3.ANSYS Composite PrepPost (ACP): Ця бібліотека спеціально розроблена для аналізу композитних матеріалів та структур. Вона містить типові компоненти композитів, такі як кулі, тканини, матриці та арматура, а також інструменти для проектування та аналізу композитних конструкцій.

4.ANSYS Fluent: Ця бібліотека включає набір готових моделей та параметризованих компонентів для областей теплообміну, гідродинаміки, турбулентного потоку, згоряння та інших фізичних процесів, які можуть бути моделювані у ANSYS Fluent.

5.ANSYS HFSS (High-Frequency Structure Simulator): Ця бібліотека призначена для моделювання високочастотних електромагнітних полів. Вона містить компоненти, такі як ан

Кроки реалізації завдання

3.1 Препроцесор (Preprocessor).

а) геометричне моделювання;

Даний етап вимагає максимальних витрат часу

Він включає встановлення різновидів кінцевих елементів, їх констант, властивостей матеріалу і геометрії моделі.

б) вибір властивості матеріалу

в) вибираються властивості елементів

При моделюванні в ANSYS властивості елементів вибираються залежно від типу елемента, який ви використовуєте. Основні властивості елементів, які можна вибрати, включають:

1. Тип елемента

ANSYS надає широкий вибір типів елементів для різних видів аналізу. Деякі з них включають одновимірні елементи (стрижень, пружина), двовимірні елементи (трикутники, прямокутники) та тривимірні елементи (тетраедри, гексаедри). Вибір типу елемента залежить від природи вашої моделі та типу аналізу.

2. Геометричні параметри: Ви можете вказати геометричні параметри для елементів, таких як довжина, площа перерізу, об'єм та інші. Ці параметри впливають на поведінку елементів під час аналізу.

3. Матеріальні властивості: Ви можете вибрати матеріальні властивості для елементів, такі як модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, міцність матеріалу та інші параметри, що характеризують матеріал, з якого виготовлені елементи. Вибір правильних матеріальних властивостей дуже важливий для точного моделювання поведінки структури чи системи.

4. Механічні властивості: Для структурних аналізів ви можете вибрати механічні властивості елементів, такі як жорсткість, маса, жорсткість пружини та інші параметри, які визначають поведінку елементів при зміні навантажень

г) будуємо кінцево-елементну сітку

Основними завданнями на етапі розробки геометричної моделі є створення елементарної двовекторної моделі, що складається з вузлів та компонентів.

Коли остаточна модель елемента зібрана, створюються дві твердотільні моделі та пряма генерація сітки. На першому етапі описується геометричний шнур моделі, потім програма передбачає створення сітки з вузлами та елементами; розміри та форми компонентів мають дозвіл на контроль. В іншому «вручну» визначається положення вузла скіна та комбінуються компоненти.

3.2 Розв'язок розрахунку деформацій

а) задаються граничні умови, додаток навантажень і закріпленнь;

На цьому кроці обирається тип аналізу і встановлення його опцій, прикладаються навантаження, визначаються опції для вибору кроку по навантаженню і ініціюється рішення.

Тип аналізу обирається на основі умов навантаження і реакції системи, яку потрібно отримати

Під навантаженнями розуміються як зовнішні і внутрішні зусилля, так і граничні умови у вигляді обмежень на переміщення. У програмі ANSYS навантаження розподілені на шість категорій:

Більшість цих трендів можна віднести або до твердотільної моделі (у ключових точках, вздовж ліній і на поверхні), або до термінальної елементної моделі (у вузлах і до елементів).

б) рішення самого завдання;

в) Постпроцесор

г) перегляд підсумків (візуалізація)

Дозволяється два постпроцесори ANSYS для перевірки субмішків. Глобальний постпроцесор налаштований для аналізу результатів однієї перевірки та забезпечення розрахунку вирівнювання ліній, зображення

деформованого кадру, зведення результатів, оцінки коефіцієнта помилок, аналізу розрахунку вартості, розрахунку на основі ретракції даних.

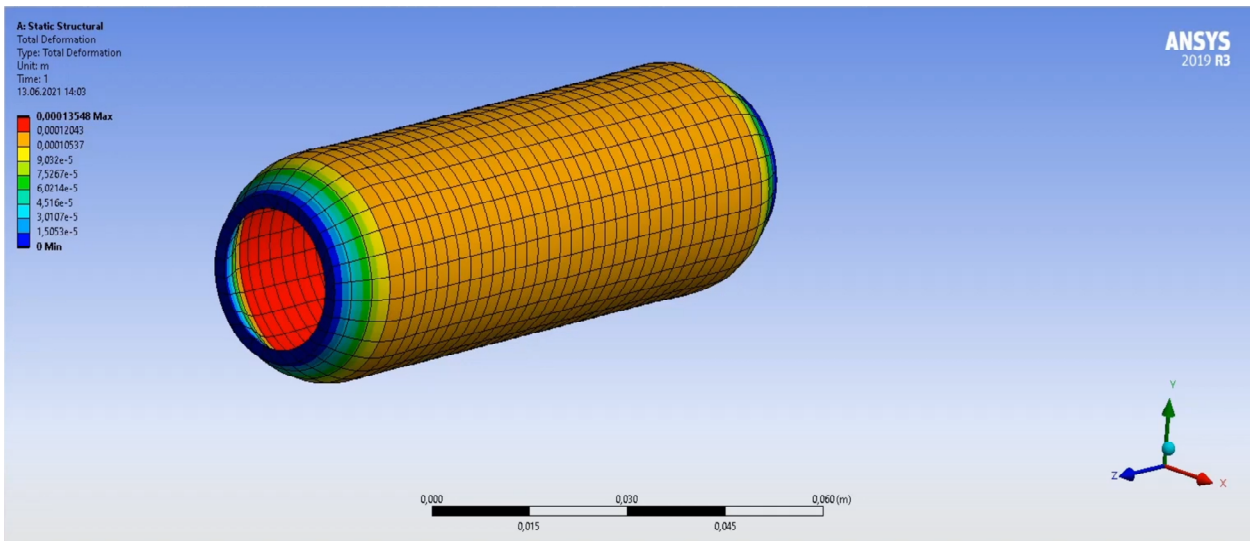


Рисунок 3.1 – Загальні деформації корпусу Фільтра

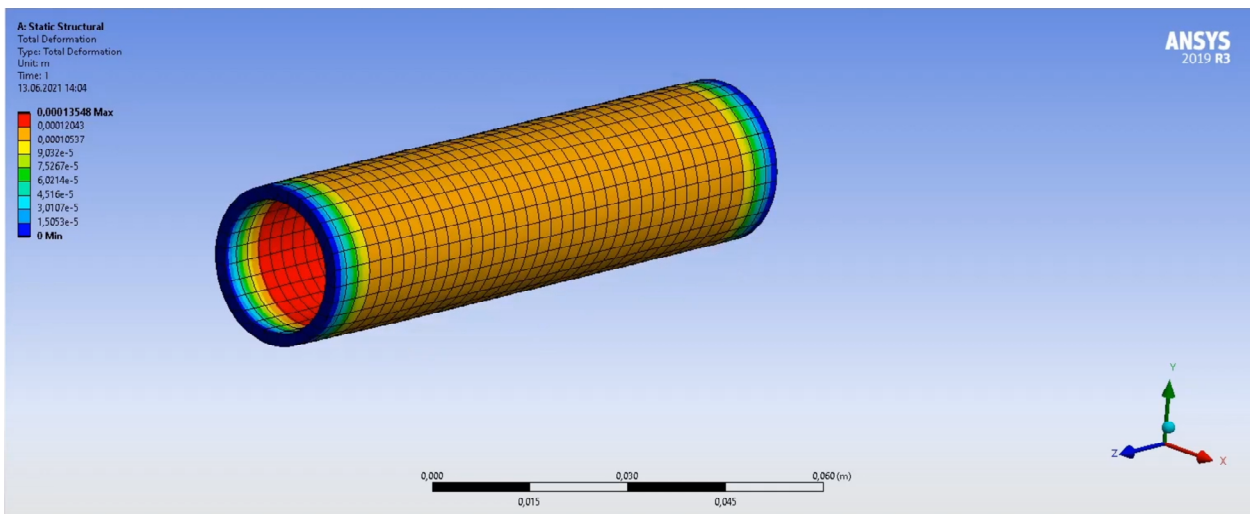


Рисунок 3.2 – Еквівалентні напруження корпусу Фільтра

Постпроцесор для процесу навігації використовується для повторного перегляду підкишень в орієнтованих точках рожевої моделі в шкірному розчині; допускається прибрати графік суми як функції часу чи частоти, роздруківку результатів, здійснити арифметичні та алгебраїчні обчислення.

Послідовність подій при розвитку деформації гідродиску гідрокаплі у програмному комплексі Ansys:

1. Визначення типу елемента, характеристик елемента, виду

поперечного перерізу і матеріалу.

Тип елемента – тривимірний, матеріал – ізотропний,

модуль пружності $E = 1,6 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

2. Створення геометричної моделі.

Здається становище кожного вузла і здійснюється з'єднання елементів між собою.

3. Прикладання навантажень і закріплень.

В якості навантаження прикладенно рівнорозподілений тиск.

Для прикладання закріплень необхідно вказати ступеня свободи і значення переміщень.

4. Виконання розрахунку.

Незважаючи на всі необхідні дії та закріпленій вигляд ззаду, достатньо запуснути завдання на екрані за допомогою команд екранного меню. За замком запускається статична воскресіння.

5. Збереження бази даних.

6. Перегляд результатів рішення.

У препроцесорі можна візуалізувати і переглянути в спеціальних текстових вікнах всі потрібні результати.

У препроцесорі ви можете переглядати та переглядати всі необхідні результати у спеціальних текстових вікнах.

7. Огляд вилучення.

Заміна сітки кінцевого елемента та повторне покриття (за потреби).

На форму сітки кінцевих елементів впливає точність розрахунку. Чим грубіша сітка, тим сильніший удар. Розсувні уникають надто тугі та скручені елементи. Елементи із приблизно однаковими сторонами дають меншу

варіацію результатів. Якщо втрати перевищують 10%, наступний точніше розбити геометричний малюнок, з яким чолом треба бачити.

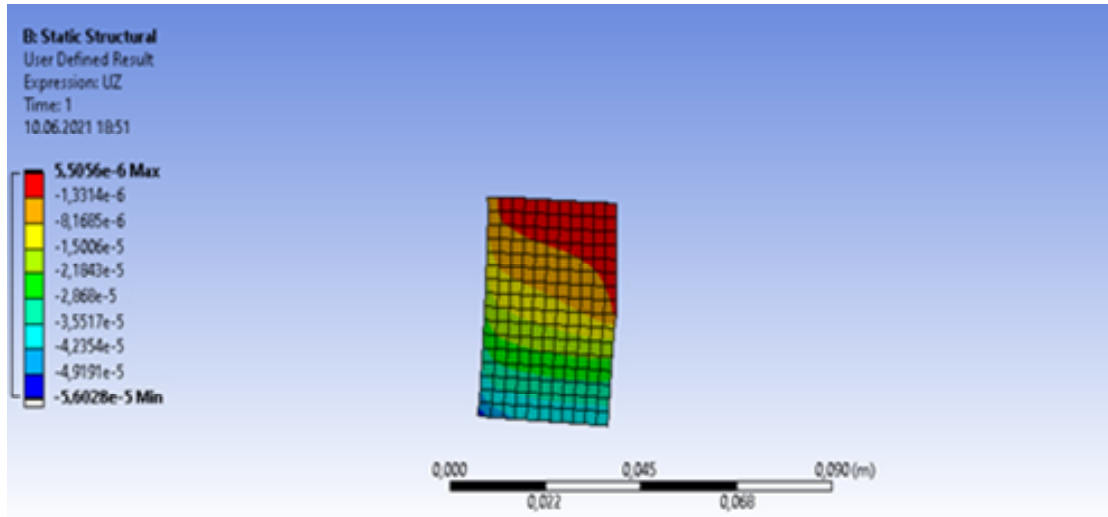


Рисунок 3.3 – Деформації розвертки обечайки

3.3 Висновки

Розглянуто обечайку корпусу фільтра $D=400\text{мм}$, $V=0,115\text{м}^3$ для очищення пускового газу газотурбінних агрегатів та дільниці цеху для його складання

Виконано статичний розрахунок корпусу фільтра в результаті отримано статичні характеристики, а саме: Загальні деформації корпусу Фільтра, Еквівалентні напруження корпусу Фільтра, Кутові деформації розвертки обечайки Розглянуто вплив випадкової зміни у часі зазору циліндричного корпусу обечайки на статичні характеристики.

ВИСНОВОК

Дане пристосування складається з комплекту заглушок (поз.1,2), а також різних кріпильних виробів. Тиск контролюють за допомогою контрольних та робочих манометрів, які закріплюються на рамі (на схемі не показана). Гідровипробування проводять без пакету фільтроелементів. Заглушки на штуцерах випускання повітря встановлюють після повного заповнення апарату водою.

Для гідравлічного випробування посудини повинна використовуватися вода. Допускається за погодженням з розробником судини використання іншої рідини. При відсутності особливих вказівок температура води повинна бути в межах від +5 до +40° С. Різниця температур стінки посудини і навколишнього повітря під час випробування не повинна викликати конденсацію вологи на поверхні стінки посудини. При заповненні посудини водою повинно вилучити повітря з внутрішніх порожнин. Тиск слід піднімати рівномірно до досягнення пробного $p=1,35\text{МПа}$. Швидкість підняття тиску не повинна перевищувати $0,03\text{МПа}$ в хвилину, якщо немає інших вказівок розробника посудини в технічній документації. При цьому ретельно контролюють зростання тиску по двом незалежним повіреним манометрам, на цьому етапі допускається коливання тиску внаслідок зміни температури рідини.

Пробний тиск при гідравлічному випробуванні повинен контролюватися двома манометрами.

Манометри вибираються одного типу, межі вимірювання, класу точності, однакової ціни поділки. Манометри повинні мати клас точності не нижче 2,5.

Час витримки під пробним тиском має бути згідно з конструкторською документацією. За відсутності вказівок у конструкторській документації час витримки повинен бути не менше 10 хвилин для товщини апарату $S=6\text{мм}$. Тиск в посудині не повинен падати внаслідок нещільності випробуваного

обладнання, що також уважно відстежується. Після чого тиск знижується до робочого. Протягом цих етапів персонал повинен перебувати в безпечному місці, перебування поруч з випробуваним обладнанням суворо заборонено. Після зниження тиску персонал проводить візуальний огляд обладнання в доступних місцях протягом часу, необхідного для огляду.

ДЖЕРЕЛА

1. СОУ МПП 71.120-217-2009 Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови. Київ.: Міністерство промислової політики України, 2009р..
2. Близнюк Т. О. и др. Оцінка ефективності використання верстатів з ЧПК в якості КВМ. Інновації молоді в машинобудуванні. 2019. №.1. С. 399-405.
3. Мельничук П. П., Боровик А. І., Лінчевський П. А. Технологія машинобудування. – 2009.
4. ISO 3977-3. Посудини та апарати. Норми та методи розрахунку на міцність зміцнення отворів газових апаратів. "Видавництво стандартів". 2006 р.
5. Методичні розробки з дипломного проектування спеціальності 0529 «Хімічне, компресорне та холодильне машинобудування». 1979 р.
6. Освітня програма «Холодильні техніка та технології»
ОМ Рудовська, ІМ Мельничук - 2010
7. М.М Петришин: Проектування ливарного комплексу підприємства художнього литва з технологіями виготовлення виливків.
8. Руденко, П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник П.О. Руденко. К. Вища школа, 1993.
9. Альбом норм часу на заготівельні роботи. Сумы. ОАО СМНПО ім. Фрунзе. 1998 г.
10. Альбом норм часу на котельно-складальні роботи. Сумы. ОАО СМНПО ім. Фрунзе. 1998 г.
11. Захаркін, О. У. Технологічні основи машинобудування (основа) обробки поверхонь та технологічні обробляючі системи для їх реалізації): Навчальний посібник О.У. Захаркін. – Суми : Сумський державний університет, 2011р

12. Andrzej Korczak “Badania ukladow rownowazacych napor osiowy w wielostopniowych pompach odsrodkowych”.Wyd. Politechniki Slaskiej, Gliwice, 2005. – 161 p
13. Альбом норм часу на зварювальні роботи. Сумы: ОАО СМНПО ім. Фрунзе,. 1999 г.
- 14.. Боженко, Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготованок : Підручник Л.І. Боженко. – Львів : Світ, 1996.
- 15.СТП 1.01-01 Загальні вимоги до оформлення, змісту та проведення нормоконтролю текстової та конструкторської навчальної документації
16. Н.Н LeeFinite Element Simulations with ANSYS Workbench 2023: Theory, Applications, Case Studies.
17. 18. Finnie I.: Some observations on the erosion of ductile metals, Wear, 1972, 19, pp. 81–90.
19. Гашиш М.: Навч. 7-й міжн. конф. про «Ерозію рідиною та твердим ударом», Кембридж, Великобританія, 1988, Кавендіш Лабораторія, стаття 64.
20. Освітня програма «Холодильна техніка та технології»
ОМ Рудовська, ІМ Мельничук – 2010

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

Факультет: Технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра: Комп'ютерної механіки імені Володимира Маршинковського

Спеціальність: 131 – Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: "Комп'ютерний інжиніринг в механіці"

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення (складання) _____ фільтру пускового газу Двн=400 мм

Студент(ка)

/ Шевцов А.С./

Група

КМ91-1

Керівник проекту

/Совенко Н.В./

2023

ДОДАТОК Г

МК	Цех				Код. назва обладнання	СМ	Проф.	Позначення документа							Т. ДЗ.	Т. шт.	
	Уч.	РМ	Опер.	Код. назва операції				Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К			Расц.
Б					Код. назва операції												
К/М							Позначення, код						ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. ДАСХ.
А01	XX	XX	XX	030	0200 Технічний контроль												
Б02	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	Стенд	зідровцпробувань	4	12978	3	10	2	1	1	1	1	1		
003	Перевірити поверхні фільтру на наявність течії, потіння. Зовнішній огляд з'єднань																
04																	
05																	
06																	
А07	XX	XX	XX	035	7336 фарбування												
Б08	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	Плита	для фарбування	4	13450	4	2Р	1	1	1	1	1	1		0,75 32/56
009	Пофарбувати поверхні згідно технічним вимогам креслення																
10																	
11																	
12																	
А13	XX	XX	XX	040	0200 Технічний контроль												
Б14	XXXXXXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	Плита	для фарбування	2	12978		1Р	2	1	1	1	1	1		
015	Перевірити правильність нанесення покриттів згідно креслення																
16																	
17																	
18																	
19																	

ДОДАТОК Г

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Церв. примех.						<u>Документація</u>		
		A1			СумДУМКХДПЄ210000СК	Складальне креслення		
						<u>Складальні одиниці</u>		
		A4	1	СумДУМКХДПЄ210100	Опора	3		
		A4	2	СумДУМКХДПЄ210200	Кран кульовий DN6 PN160 з ручним приводом	1		
		A4	3	СумДУМКХДПЄ210300	Корпус	1		
Справ. №		A4	4	СумДУМКХДПЄ210400	Кришка	1		
		A4	5	СумДУМКХДПЄ210500	Пакет <u>фільтроелементів</u>	1		
					<u>Деталі</u>			
		БК	6	СумДУМКХДПЄ210001	Пробка М20х1,5 12Х18Н10Т	1		
		БК	7	СумДУМКХДПЄ210002	Прокладка	1		
Лист. і дата		БК	8	СумДУМКХДПЄ210003	Прокладка	2		
		БК	9	СумДУМКХДПЄ210004	Прокладка	1		
		БК	10	СумДУМКХДПЄ210005	Ніпель Дуб	1		
		БК	11	СумДУМКХДПЄ210006	Гайка накидна М20х1,5	1		
Взам. инв. №					<u>Стандартні вироби</u>			
					Болти ГОСТ 7798-70			
			12		М20х90.21.12Х18Н10Т	20		
			13		М20х75.56.019	16		
Лист. і дата			14		М12х55.56.019	3		
		СумДУМКХДПЄ090000						
		Изл.	Лист	№ докум.	Лист	Дата		
Ивв. № лист.		Разраб.	Шевцов					
		Пров.	Совенко					
		Н.контр.	Совенко					
		Утв.						
Фільтр						Лист	Лист	Листов
						4	1	2
						Гр. КМ91-1		

ДОДАТОК Д

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
				Гайки ГОСТ5915-70		
		15		M20.21.12X18H10T	20	
		16		M20.5.019	16	
		17		M12.5.019	3	
		18		M10.22.12X13	12	
		19		Прокладка Б-150-10-ПМБ-2		
				ГОСТ 15180-86	2	
		20		Шпилька 2M10-6gx25.22.12X13		
				ГОСТ22034-76	12	
				Фланці ГОСТ 12820-80		
		21		2-150-10-Ст09Г2С	1	
		22		2-150-10-Ст12X18H10T	1	
				<u>Матеріали</u>		
				Клей 88СА ТУ 38-105-1760-89		
				Змащення "Свинцоль-01"		
				ТУ 38-101577-76		
				Інгібітор корозії М-1		
				ТУ 6-02-1132-88		
				Змащення гарматне ЗТ5/5		
				ГОСТ 19537-83		
				Масило консерваційне К17		
				ГОСТ 10877-76		
				Емаль SF45-1018/0, жовта,		
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СумДУМКХДПЄ090000	
					Лист 2	

ДОДАТОК Е

СумДУМЖХДТЕ210000СК

Технічна характеристика

№ з/п	Параметри	Значення	
1	Продуктивність максимальна, м ³ /год	17000	
2	Робочий тиск, МПа	0,4-0,8	
3	Разривковий тиск, МПа	10	
4	Робочий тиск при гідравлічному МПа	1,35	
5	Робоча температура, °С	до 60	
6	Разривкова температура, °С	80	
7	Мінімально допустима температура стінки апарату що працює під тиском, °С	мінус 60	
8	Рідоче середовище	природний газ	
9	Характеристика рідкого середовища	клас небезпечки по ГОСТ 12.1.007-76	4
		категорія та група вуглеводневої по ГОСТ 12.1.011-78	IIA - T3
		показник небезпечності	так
		агресивність	слабоагресивна
10	Об'єм, м ³	0,113	
11	Надбавка на корозію та вразли, мм	3	
12	Група апарату по СДН МПТ 71.120-217.2009	1	
13	Глибина фільтрації, м	0,85	
14	Ступінь фільтрації, мкм	20	
15	Термін служби, років	20	

Таблиця штицерів

Позначення	Найменування	Кіл.	Ду мм	Рд МПа
A1	Вхід газу	1	150	1
B1	Вихід газу	1	150	1
B1	Дренаж	1	6	-
G1	Технологічний	1	M20x1,5	-

Технічні вимоги

1 Апарат виготовити згідно СДН МПТ 71.120-2176.2009 "Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови" та ДНАОП 0.00-107-94 "Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".
 2 Фільтр гідравлічний без пакету фільтроелементів клас 5 при робочому тиску 1,35 МПа. При гідравлічному використанні вказаний розмір металу корози М-1 1У 6-02-102-88 концентрація 1-5%.
 3 Для складання різьбових з'єднань використовувати протизаїрне змащення типу "Свінцол-01" ТУ 38-101-577-76.
 4 Поверхня зварних поверхонь емаль SF45-018/0 жовта V, 95.
 5 Тимчасовий протикорозійний захист виконати відповідно до ГОСТ 9.014-78 внутрішніх поверхонь фільтру - В3-1 (консерваційним маслом К-17 ГОСТ 10877-76). Варіант внутрішньої упаковки В9-9. Упакування масла на фільтральні елементи не допускається. Зварних непароварних поверхонь - В3-4 (змащення З15/5-5 ГОСТ 19537-83). Варіант упаковки В9-0.
 6 Час від зварення 7 (XII) по ГОСТ 1510-69. Термін зварення без переокислення - 2 роки. Перед виконання фільтра в роботу виконати розконсервування по ГОСТ 9.014-78.
 7 Для монтажу фільтра на трубопроводах треба передбачити відбір тиску для визначення перепаду тиску на фільтроелементах.
 8 *Розміри для надвід.

Схема розташування отворів під фундаментні болти

СумДУМЖХДТЕ210000СК

№ з/п	Параметри	Значення	
1	Продуктивність максимальна, м ³ /год	17000	
2	Робочий тиск, МПа	0,4-0,8	
3	Разривковий тиск, МПа	10	
4	Робочий тиск при гідравлічному МПа	1,35	
5	Робоча температура, °С	до 60	
6	Разривкова температура, °С	80	
7	Мінімально допустима температура стінки апарату що працює під тиском, °С	мінус 60	
8	Рідоче середовище	природний газ	
9	Характеристика рідкого середовища	клас небезпечки по ГОСТ 12.1.007-76	4
		категорія та група вуглеводневої по ГОСТ 12.1.011-78	IIA - T3
		показник небезпечності	так
		агресивність	слабоагресивна
10	Об'єм, м ³	0,113	
11	Надбавка на корозію та вразли, мм	3	
12	Група апарату по СДН МПТ 71.120-217.2009	1	
13	Глибина фільтрації, м	0,85	
14	Ступінь фільтрації, мкм	20	
15	Термін служби, років	20	

Таблиця штицерів

Позначення	Найменування	Кіл.	Ду мм	Рд МПа
A1	Вхід газу	1	150	1
B1	Вихід газу	1	150	1
B1	Дренаж	1	6	-
G1	Технологічний	1	M20x1,5	-

Технічні вимоги

1 Апарат виготовити згідно СДН МПТ 71.120-2176.2009 "Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови" та ДНАОП 0.00-107-94 "Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".
 2 Фільтр гідравлічний без пакету фільтроелементів клас 5 при робочому тиску 1,35 МПа. При гідравлічному використанні вказаний розмір металу корози М-1 1У 6-02-102-88 концентрація 1-5%.
 3 Для складання різьбових з'єднань використовувати протизаїрне змащення типу "Свінцол-01" ТУ 38-101-577-76.
 4 Поверхня зварних поверхонь емаль SF45-018/0 жовта V, 95.
 5 Тимчасовий протикорозійний захист виконати відповідно до ГОСТ 9.014-78 внутрішніх поверхонь фільтру - В3-1 (консерваційним маслом К-17 ГОСТ 10877-76). Варіант внутрішньої упаковки В9-9. Упакування масла на фільтральні елементи не допускається. Зварних непароварних поверхонь - В3-4 (змащення З15/5-5 ГОСТ 19537-83). Варіант упаковки В9-0.
 6 Час від зварення 7 (XII) по ГОСТ 1510-69. Термін зварення без переокислення - 2 роки. Перед виконання фільтра в роботу виконати розконсервування по ГОСТ 9.014-78.
 7 Для монтажу фільтра на трубопроводах треба передбачити відбір тиску для визначення перепаду тиску на фільтроелементах.
 8 *Розміри для надвід.

Схема розташування отворів під фундаментні болти

СумДУМЖХДТЕ210000СК

№ з/п	Параметри	Значення	
1	Продуктивність максимальна, м ³ /год	17000	
2	Робочий тиск, МПа	0,4-0,8	
3	Разривковий тиск, МПа	10	
4	Робочий тиск при гідравлічному МПа	1,35	
5	Робоча температура, °С	до 60	
6	Разривкова температура, °С	80	
7	Мінімально допустима температура стінки апарату що працює під тиском, °С	мінус 60	
8	Рідоче середовище	природний газ	
9	Характеристика рідкого середовища	клас небезпечки по ГОСТ 12.1.007-76	4
		категорія та група вуглеводневої по ГОСТ 12.1.011-78	IIA - T3
		показник небезпечності	так
		агресивність	слабоагресивна
10	Об'єм, м ³	0,113	
11	Надбавка на корозію та вразли, мм	3	
12	Група апарату по СДН МПТ 71.120-217.2009	1	
13	Глибина фільтрації, м	0,85	
14	Ступінь фільтрації, мкм	20	
15	Термін служби, років	20	

Таблиця штицерів

Позначення	Найменування	Кіл.	Ду мм	Рд МПа
A1	Вхід газу	1	150	1
B1	Вихід газу	1	150	1
B1	Дренаж	1	6	-
G1	Технологічний	1	M20x1,5	-

Технічні вимоги

1 Апарат виготовити згідно СДН МПТ 71.120-2176.2009 "Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови" та ДНАОП 0.00-107-94 "Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".
 2 Фільтр гідравлічний без пакету фільтроелементів клас 5 при робочому тиску 1,35 МПа. При гідравлічному використанні вказаний розмір металу корози М-1 1У 6-02-102-88 концентрація 1-5%.
 3 Для складання різьбових з'єднань використовувати протизаїрне змащення типу "Свінцол-01" ТУ 38-101-577-76.
 4 Поверхня зварних поверхонь емаль SF45-018/0 жовта V, 95.
 5 Тимчасовий протикорозійний захист виконати відповідно до ГОСТ 9.014-78 внутрішніх поверхонь фільтру - В3-1 (консерваційним маслом К-17 ГОСТ 10877-76). Варіант внутрішньої упаковки В9-9. Упакування масла на фільтральні елементи не допускається. Зварних непароварних поверхонь - В3-4 (змащення З15/5-5 ГОСТ 19537-83). Варіант упаковки В9-0.
 6 Час від зварення 7 (XII) по ГОСТ 1510-69. Термін зварення без переокислення - 2 роки. Перед виконання фільтра в роботу виконати розконсервування по ГОСТ 9.014-78.
 7 Для монтажу фільтра на трубопроводах треба передбачити відбір тиску для визначення перепаду тиску на фільтроелементах.
 8 *Розміри для надвід.

Схема розташування отворів під фундаментні болти

СумДУМЖХДТЕ210000СК

№ з/п	Параметри	Значення	
1	Продуктивність максимальна, м ³ /год	17000	
2	Робочий тиск, МПа	0,4-0,8	
3	Разривковий тиск, МПа	10	
4	Робочий тиск при гідравлічному МПа	1,35	
5	Робоча температура, °С	до 60	
6	Разривкова температура, °С	80	
7	Мінімально допустима температура стінки апарату що працює під тиском, °С	мінус 60	
8	Рідоче середовище	природний газ	
9	Характеристика рідкого середовища	клас небезпечки по ГОСТ 12.1.007-76	4
		категорія та група вуглеводневої по ГОСТ 12.1.011-78	IIA - T3
		показник небезпечності	так
		агресивність	слабоагресивна
10	Об'єм, м ³	0,113	
11	Надбавка на корозію та вразли, мм	3	
12	Група апарату по СДН МПТ 71.120-217.2009	1	
13	Глибина фільтрації, м	0,85	
14	Ступінь фільтрації, мкм	20	
15	Термін служби, років	20	

Таблиця штицерів

Позначення	Найменування	Кіл.	Ду мм	Рд МПа
A1	Вхід газу	1	150	1
B1	Вихід газу	1	150	1
B1	Дренаж	1	6	-
G1	Технологічний	1	M20x1,5	-

Технічні вимоги

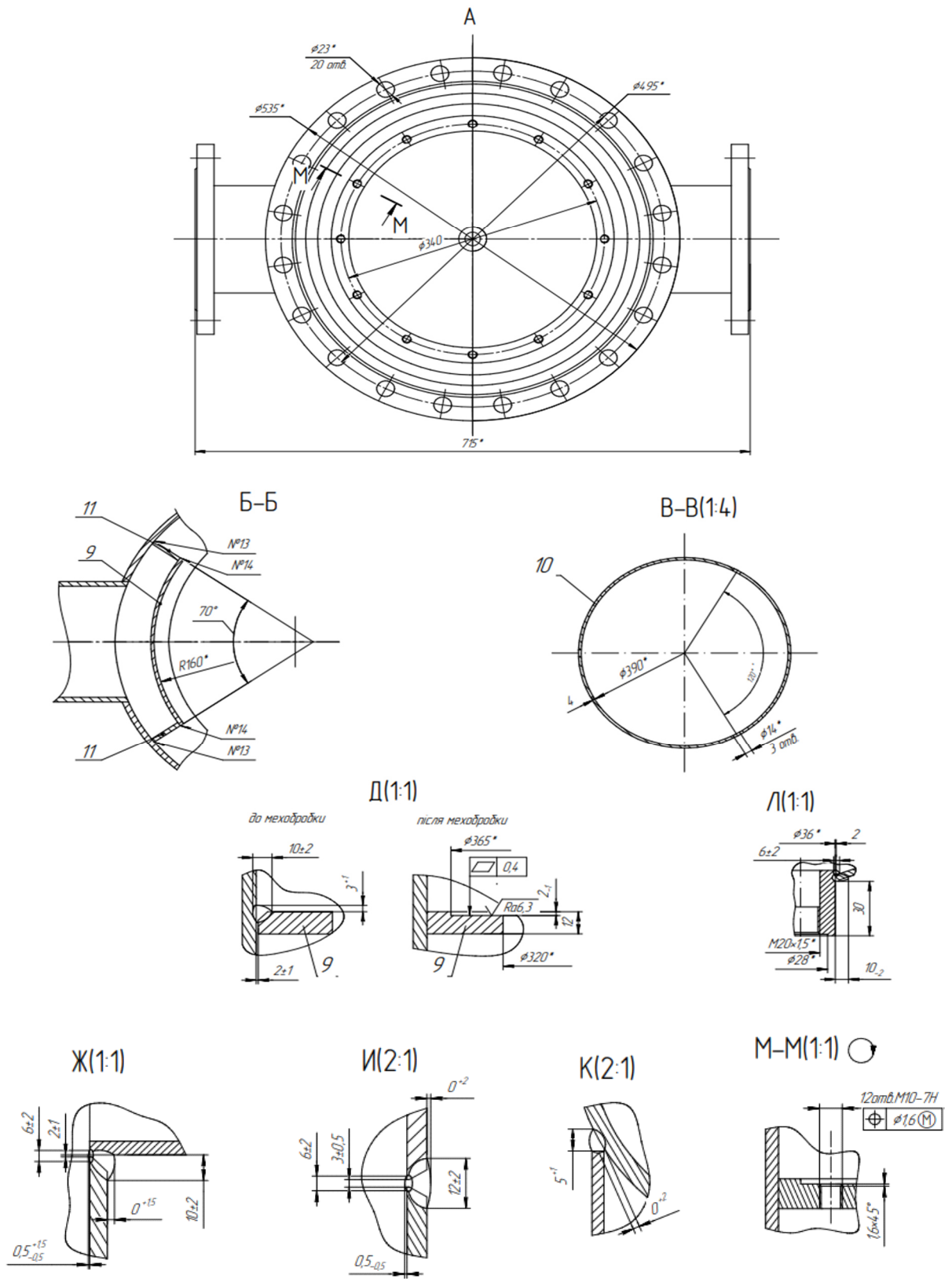
1 Апарат виготовити згідно СДН МПТ 71.120-2176.2009 "Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови" та ДНАОП 0.00-107-94 "Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".
 2 Фільтр гідравлічний без пакету фільтроелементів клас 5 при робочому тиску 1,35 МПа. При гідравлічному використанні вказаний розмір металу корози М-1 1У 6-02-102-88 концентрація 1-5%.
 3 Для складання різьбових з'єднань використовувати протизаїрне змащення типу "Свінцол-01" ТУ 38-101-577-76.
 4 Поверхня зварних поверхонь емаль SF45-018/0 жовта V, 95.
 5 Тимчасовий протикорозійний захист виконати відповідно до ГОСТ 9.014-78 внутрішніх поверхонь фільтру - В3-1 (консерваційним маслом К-17 ГОСТ 10877-76). Варіант внутрішньої упаковки В9-9. Упакування масла на фільтральні елементи не допускається. Зварних непароварних поверхонь - В3-4 (змащення З15/5-5 ГОСТ 19537-83). Варіант упаковки В9-0.
 6 Час від зварення 7 (XII) по ГОСТ 1510-69. Термін зварення без переокислення - 2 роки. Перед виконання фільтра в роботу виконати розконсервування по ГОСТ 9.014-78.
 7 Для монтажу фільтра на трубопроводах треба передбачити відбір тиску для визначення перепаду тиску на фільтроелементах.
 8 *Розміри для надвід.

Схема розташування отворів під фундаментні болти

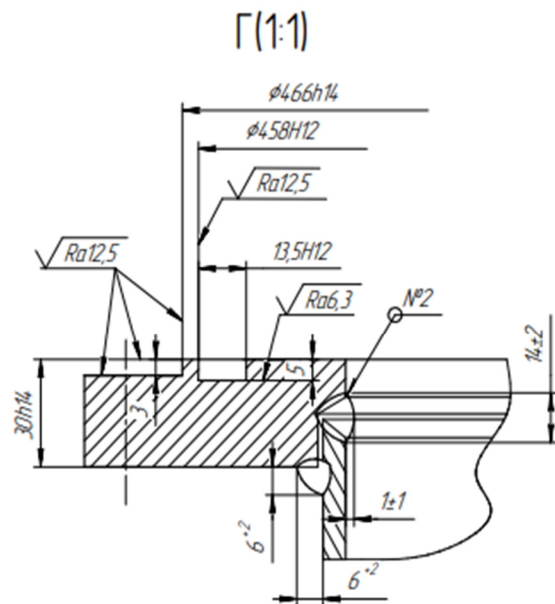
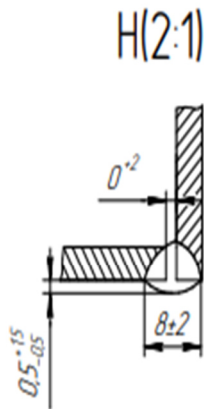
ДОДАТОК Є

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Церв. примек.						<u>Документація</u>				
		*			СумДУМКХДПЄ210300СК	Складальне креслення		A2x3		
						<u>Деталі</u>				
Справ. №		БК		1	СумДУМКХДПЄ210301	Штуцер	1			
		АЗ		2	СумДУМКХДПЄ210302	Обичайка	1			
		БК		3	СумДУМКХДПЄ210303	Обичайка	1			
		АЗ		4	СумДУМКХДПЄ210304	Днище	1			
		БК		5	СумДУМКХДПЄ210305	Патрубок	1			
		БК		6	СумДУМКХДПЄ210306	Патрубок	1			
		БК		7	СумДУМКХДПЄ210307	Кільце опорне	1			
		БК		8	СумДУМКХДПЄ210308	Обичайка	1			
		БК		9	СумДУМКХДПЄ210309	Відбійник	1			
		БК		10	СумДУМКХДПЄ210310	Денце	1			
		БК		11	СумДУМКХДПЄ210311	Упор	2			
Церв. и дата						<u>Стандартні вироби</u>				
				12		Фланець 3-150-10-см09Г2С ГОСТ 12820-80	1			
				13		Фланець 3-150-10-см12Х18Н10Т ГОСТ 12820-80	1			
				14		Фланець 2-400-1-0-12Х18Н10Т ГОСТ 28759.2-90	1			
Церв. и дата		СумДУМКХДПЄ090300								
		Изм.	Лист	№ докум.	Церв.	Дата	Лист	Лист	Листов	
Изм. №		Разраб.	Шевцов			Корпус	4	1	2	
		Пров.	Совенко							
		Н.контр.								
		Утв.					Гр. КМ91-1			

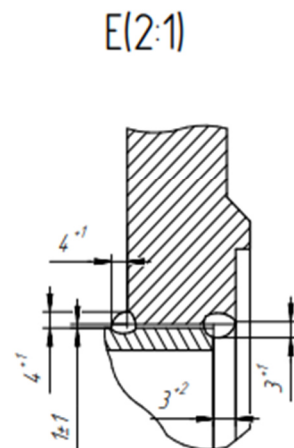
ДОДАТОК И



ДОДАТОК І



№ шва	Позначення або спосіб зварювання шва		Конструктивні елементи шва	Кіл. швів	Електрод або зварювальний дріт (марка, тип, діаметр)
1	СОЗ2ТУ	Р-Зоф	дів. И	1	ЗСВ-07Х25Н13 ОЗЛ-6-3
2	СОЗ2ТУ	Р	дів. Г	1	ЦЛ-11-5
3	ГОСТ 5264-80-Т1	Р	Δ6	1	
4	ГОСТ 16037-80-У5	Р	дів. Е	1	
5	СОЗ2ТУ	Р	дів. Д	1	
6	СОЗ2ТУ	Р-Зоф	дів. Ж	1	
7	СОЗ2ТУ	Р-Зоф	дів. И	1	ЗСВ-08Г2С УОНМ 13/55-5-1
8	СОЗ2ТУ	Р-Зоф	дів. Л	1	
9	СОЗ2ТУ	Р-Зоф	дів. Ж	1	
10	ГОСТ 16037-80-У5	Р	дів. Е	1	УОНМ 13/55-5-1
11	СОЗ2ТУ	Р	дів. К	1	УОНМ 13/55-5-1
12	ГОСТ 5264-80-Н1	Р	Δ5 Катет 5 ⁺⁰ _{-0,5}	1	УОНМ 13/55-5-1
13	ГОСТ 5264-80-Т1	Р	Δ4 Катет 4 ⁺⁰ _{-0,5}	3	УОНМ 13/55-5-1
14	ГОСТ 5264-80-У1	Р	дів. Н	3	



1 Зварні шви №1, 6, 7, 9 контролювати рентгенопросвічуванням або УЗД в об'ємі 100%. Зварні шви №2, 3, 8 контролювати методом кальоробі дефектоскопії в об'ємі 100%.

2 Деталь поз.19 підігнати по сполученій деталі.

3 Н14, н14, ±Т14/2.

4 *Розміри для довідок.

ДОДАТОК І

Церв. примен.		Формат	Зона	Поз.	<u>Обозначение</u>	<u>Наименование</u>	Код	<u>Примечание</u>	
Справ. №						<u>Документація</u>			
		A1			СумДУМКХДПЄ21000ПР	Пристосування			
Церв. и дата						<u>Деталі</u>			
		БК	1		СумДУМКХДПЄ21001	Заглушка вхідна	1		
		БК	2		СумДУМКХДПЄ21002	Заглушка вихідна	1		
						<u>Стандартні вироби</u>			
			3			Болт М20х75.56.019 ГОСТ 7798-70	16		
	4			Гайка М20.5.019 ГОСТ5915-70	16				
	5			Прокладка Б-150-10-ПМБ-2 ГОСТ 15180-86	2				
Взам. инв. №									
Церв. и дата									
Инв. № докл.									
Изм.		Лист	№ докум.	Церв.	Дата	СумДУМКХДПЄ09000			
Разраб.		Шевцов							
Пров.		Совенко				Лит.	Лист	Листов	
Н.контр.						Д		1	
Утв.						Гр. КМ91-1			
		Пристосування для <u>гідровипробування</u>							

