

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: « Аналіз ефективності системи стисненого повітря ПАТ

«Насосенергомаш» та розроблення заходів з енергозбереження »

Напрямок підготовки 144 «Теплоенергетика» освітня програма

«Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Фенько В. В.

(прізвище і ініціали)

(підпис студента)

В роботі не виявлено текстових,

ілюстративних та інших запозичень

без коректного на них посилання

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Керівник роботи

(підпис)

Сапожніков С.С.

(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

“ _____ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії

(підпис)

Суми 2019

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота: 50 с., 9 таблиць, 6 рисунков, 1 додаток, 23 літературних джерела.

Мета роботи – зменшити витрати стиснутого повітря, зменшити використання електроенергії, відмовитися від централізованого постачання повітря та перейти до автономної системи стисненого повітря цеху з використанням гвинтових компресорів.

Графічні матеріали: 4 плаката А 3 формата.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі задачі:

- відмовитися від централізованого постачання стисненого повітря споживачів;
- перейти до автономної системи стисненого повітря цеху з використанням гвинтового компресора;
- провести розрахункові операції на визначення діаметрів трубопроводів системи стисненого повітря та втрат тиску в системі стисненого повітря;
- зробити розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів;
- порівняти результати розрахункового та експериментального дослідження.

Об'єкт дослідження – ПАТ «Насосенергомаш».

Методи розрахунку: Вирішення поставлених задач проводилося з використанням методу модельного розрахунку з елементами комп'ютерної візуалізації та методу експериментального дослідження на фізичній моделі предмета дослідження.

Ключові слова: ГВИНТОВИЙ КОМПРЕСОР, СТИСНЕНЕ ПОВІТРЯ, ПОВІТРОПОСТАЧАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ.

Тема роботи – «Аналіз ефективності системи стисненого повітря ПАТ «Насосенергомаш» та розроблення заходів з енергозбереження».

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06ВР.000.00ПЗ				

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	7
1.1 Загальна характеристика АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»	7
1.2 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження	8
1.3 Аналіз системи стиснутого повітря.....	9
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ	12
2.1 Розрахунок витрати повітря	12
2.2 Розрахунок діаметрів трубопроводів магістралі системи стисненого повітря	12
2.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів системи стиснутого повітря цеху №11	14
2.4 Розрахунок втрат тиску в магістральних трубопроводах системи стисненого повітря	15
2.5 Розрахунок втрат тиску в системі стисненого повітря цеху	16
3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	19
3.1 Відключення цеху від централізованої системи стисненого повітря та встановлення гвинтового компресора KAESER FSD 575 SFC.....	20
3.2 Компресорна станція с блок - контейнерів (БК).....	23
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	27
4.1 Розрахунок економічного ефекту та терміну окупності запропонованих заходів.....	27
4.1.1 Регулювання подачі повітря шляхом впровадження частотно-регульованого приводу на двигунах компресора	27
4.1.2 Встановлення пристрою для плавного пуску електродвигуна	28

					6.144.06BP.000.00ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Аналіз ефективності системи стисненого повітря ПАТ «Насосенергомаш» та розроблення заходів з енергозбереження	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Фенько				4	51	
<i>Перевір.</i>		Сапожніков				СумДУ ЕМ-51-7		
<i>Реценз.</i>		Мандрика						
<i>Н. Контр.</i>		Сапожніков						
<i>Затверд.</i>								

4.1.3 Відключення цеху від централізованої системи стисненого повітря та встановлення гвинтового компресора Kaeser FSD 575 SFC.....	29
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	36
5.1 Положення про профілактику при проектуванні та будівництві промислових підприємств	36
5.2 Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.....	40
ВИСНОВОК.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТОК А.....	49

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Розрахунки собівартості продукції великих промислових підприємств показують, що однією з головних витратних статей є витрати електроенергії, у структурі яких найбільшими є витрати на виробництво стисненого повітря, використаного як робоче середовище в технологічних процесах, так і як енергоносіє.

За каталожними чи розрахунковими даними визначають витрату повітря для одиниці устаткування кожного типу і розміру. Для практичних цілей можна скористатися середніми значеннями витрати повітря для різних споживачів. Необхідно також враховувати збільшення витікання у процесі експлуатації, що може привести до збільшення первісної витрати повітря на 20-30 % і більше. До групової витрати повітря варто додати витрату на витікання повітря в магістральних і цехових повітропроводах. Витікання повітря в зовнішніх (магістральних) повітропроводах звичайно невелике і складає не більше 1-2 % загальної витрати, у цехових повітропроводах втрати від витікання складають 8-10 % [1].

У заводській системі повітропостачання для економії енергетичних витрат на виробництво стисненого повітря доцільно мати мережу високого 0,7-1 МПа і вище, і низького 0,2-0,4 МПа тисків.

Стиснене повітря використовується:

- у технологічних процесах ;
- у пневмомеханічних і пневматичних флотаційних машинах, пневматичних сепараторах і відсаджувальних машинах, вакуум-фільтрах, сушарках, апаратах для пиловловлення, гідравлічних безпоршневих відсаджувальних машинах;
- для вентиляції приміщень;
- у пневмо транспортних установках. Стиснене повітря використовують для транспортування сипучих матеріалів і субпродуктів;

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

- як носій пневматичної енергії;
- при будівництві і ремонті(відбійні і бурильні молотки, гайковерти й ін.), а також у системах пневмоавтоматики;-у приводах і системах керування різних пристроїв.

Основні споживачі електроенергії на стиснене повітря:

- виробництво скла – 20 %;
- машинобудування – 12 %;
- виробництво продуктів харчування і напоїв – 5 %;
- виробництво гуми і пластмас – 10 %;
- виробництво хімікатів – 8 % .

Тільки 10 % корисної енергії витрачається на одержання стисненого повітря, а інші 90 % перетворюються в тепло. Тому він є одним з найдорожчих енергоносіїв, використовуваних у сучасному виробництві [2].

Система стисненого повітря в енергетичному балансі підприємств займає значний відсоток, тому дуже важливо проводити заходи з енергозбереження в таких системах.

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальна характеристика АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»

Заснований в 1949 році, Сумський завод насосного та енергетичного машинобудування «Насосенергомаш» має багатий досвід виробництва насосного обладнання.

Устаткування заводу «Насосенергомаш» встановлено на теплових і атомних електростанціях, магістральних нафтопроводах і станціях для підтримки пластового тиску. Воно використовується для теплопостачання, зрошення, водопостачання, а також на підприємствах, де деякі технологічні процеси протікають в вакуумі. З їх допомогою отримують чисті і надчисті матеріали.

«Насосенергомаш» виробляє відцентрові насоси для потреб атомної і теплової енергетики (ПЕ, ЦНСГМ, ПТА, СЕ, ПД, ЦНР, Кс, КО, Проведення випробувань КІШ, МСК), меліорації, водопостачання і комунального господарства (Д,ЦН), перекачування нафти і нафтопродуктів (НМ, НПВ), вакуумні насоси для створення глибокого, середнього і низького вакууму (АВЗ, НВЗ), вільно вихрові насоси для сільського господарства, харчової та целюлозно-паперової промисловості, комунального господарства.

Тісна співпраця з науково-дослідним і проектно-конструкторським інститутом атомного та енергетичного насосо будування (ВНДІАЕН), низкою інших наукових установ, створення і розвиток власної конструкторської бази дозволяють їм постійно вдосконалювати серійну продукцію, оперативно освоювати і впроваджувати у виробництво нове насосне обладнання, яке відповідає потребам ринку. Завод здійснює сервісне обслуговування, своєчасне постачання запасних частин.

					6.144.06ВР.000.00ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є система стиснутого повітря АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» розташований за адресою м. Суми, пл. Привокзальна, 1.

Постачання стисненим повітрям цеху здійснюється від компресорної станції. Система стисненого повітря є автономною.

Забезпечення стисненим повітрям підрозділів основного виробничого майданчика здійснюється від двох гвинтових компресорів SAV 250 (250 кВт, 35 м³ / хв, 0,7 МПа), встановлених в цеху № 1 і компресорної станції РЭС (в даний час один виведений з експлуатації, в ремонті електро двигун) і трьох поршневих компресорів (вироблених в 1962, 1980, 1982 роках). Забезпечення дрібоструминного камери цеху № 1 здійснюється від гвинтового компресора LARGO-76 (75 кВт / год, 14 м³ / хв), підключення компресора дозволяє подавати вироблене стиснуте повітря під внутрішньо майданчикових мережу стисненого повітря. Перелік всього компресорного устаткування наведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Перелік компресорного устаткування

№	Компресор	Місце розташування	Рік введення	N кВт	Продуктивність, м ³ /хв.	Роб. тиск. МПа
1	2	3	4	5	6	7
Привокзальна пл., 1						
1	SAV-250	РЭС	2010	250	34.4	0,7
2	SAV-250	Цех № 1	2011	250	34.4	0,7
3	LARGO-76	РЭС	05.2012	75	14,70	0,8
4	SCK 3-7/200	Цех № 3	11.11	3	4,9	1
5	ESM11-ТК-7.5	Цех № 5	08.2012	7,5	3,25	0,75
6	MATEI	Цех № 1	24.01.14	3	3.75	0,8

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ					

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
7	4ВМ10-100/8	РЭС	1980	630	100	0,8
8	2ВМ10-63/9	РЭС	1984	400	63	0,9
9	2ВМ10-50/8	РЭС	1982	315	50	0,8
10	ПКС-5,25	РЭС	1987	33	5,25	0,7

Система розподілу стиснутого повітря: (робочий тиск 0,6-0,7 МПа) складається з мережі сталевих трубопроводів з умовними проходками 10-150 мм, загальною довжиною 13,5 км

Стиснене повітря в обсязі 25-70 м³/хв використовується для потреб технологічних процесів, в пневмомеханічних машинах, системах пневмоавтоматики обладнання, пневмоінструмент.

Продуктивності гвинтових компресорів не вистачає для покриття пікових потреб в стислому повітрі (09.30-11.30, 13.30-15.00), тиск в мережі знижується до 0,49 МПа. Для стабільної роботи систем пневмоавтоматики технологічного обладнання необхідно підтримувати тиск в мережі не менше 0,6 МПа.

Для підтримки необхідного тиску в мережі доводиться включати в роботу поршневий компресор розміщений в компресорній станції.

1.3 Аналіз системи стиснутого повітря

Система стиснутого повітря Сумського заводу АТ «Насосенергомаш» знаходиться в задовільному робочому стані.

Під час експлуатації всі компресори неодноразово піддавалися ремонтам, як електропривода, так і механічної частини. Всі компресори мають значне зношування рухливих механізмів, циліндрово-поршневої групи та запірної арматур. Технічний стан компресорного встаткування задовільний.

						Арк.
					6.144.06ВР.000.00ПЗ	10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На даний час компресор SAV 250 який встановлений в компресорній станції РЕЗ виведений з експлуатації, в ремонті електродвигун.

Тому на даний час працюють поршневі компресори. Одним із основних є компресор 4BM10-100/8.

Поршневі компресори обладнані пневмомеханічними системами регулювання продуктивності 50, 75, 100%. Охолодження компресорів - водяне від системи оборотного водопостачання компресорної станції, що включає насоси холодної води (СВН 160/40, $N_y = 45$ кВт·год), гарячої води (СВН 160/40, $N_y = 45$ кВт·год), градирню («Харків-1000, вентилятор $N_y = 15$ кВт / год », винесення води 2-3 м³ / год).

Всі компресори обладнані справною автоматикою захисту по температурі повітря, по температурі масла, по тиску повітря. Система автоматичного регулювання продуктивності, (підтримка постійного тиску при зміні витрати повітря) не передбачена.

Біля компресорної розміщено чотири горизонтальних повітрязбірника по $V = 8,0$ м³, $V = 8,0$ м³, $V = 6,3$ м³, $V = 4,0$ м³.

Вони потрібні для згладжування пульсації потоку повітря, що надходить з компресора, створення запасу стисненого повітря для використання в моменти пікових навантажень, для відділення води і масла, що містяться в стислому повітрі. Збірники повітря особливо необхідні для поршневих компресорів, у яких вихідний потік стисненого повітря має більшу пульсацію.

Основне обладнання, що використовує стиснене повітря металорізальне обладнання, шліфувальні машинки, обладнання для різання метала, фарбування, дробіструйна камера, обладнання для напилювання.

Подача стисненого повітря від компресорної станції до цехів здійснюється по трубопроводах надземної прокладки. Падіння тиску за

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ					

рахунок тертя повітря в трубопроводах залежить від його діаметра, кількості з'єднувальної арматури та довжини трубопроводу.

Через відсутність приладів на компресорній станції та в цехах не ведеться контроль продуктивності компресорів.

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

2.1 Розрахунок витрати повітря

Постачання цеху № 11 здійснюється з компресорної станції РЕС. Тому для розрахунку потреб цеху в стиснутому повітрі необхідно знати суму витрат повітря всіх працюючих споживачів, враховуючи можливість одночасної їх роботи, та витоків повітря.

Потрібна витрата цеху в м³/хв розраховується за формулою [3].

$$Q_{II} = Q_i^{(p)} \cdot k_{зав} \cdot k_{вт} \quad (2.1)$$

де $Q_i^{(p)} = 52,815$ - сума витрат працюючих споживачів, м³/хв (додаток А);

$k_{зав}$ - коефіцієнт завантаження;

$k_{вт}$ - коефіцієнт втрат в мережі.

Потрібна витрата цеху за формулою 2.1:

$$Q_{II} = 52,815 \cdot 0,67 \cdot 1,3 = 46,0019 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

2.2 Розрахунок діаметрів трубопроводів магістралі системи стисненого повітря

Схема магістралі представлена на рисунку 2.1.

					6.144.06ВР.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

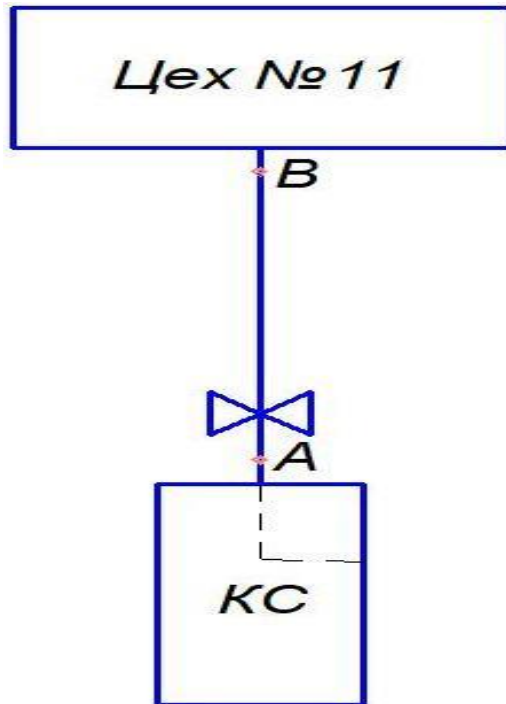


Рисунок 2.1 – Схема магістрального повітропроводу від КС до цеху № 11

Діаметр повітропроводу розраховується за формулою[3], м :

$$d_i = 0,116\sqrt{Q_i}, \quad (2.2)$$

де Q_i - витрата i -ої ділянки трубопроводу, м³/с.

Розраховані діаметри магістралі округляємо до найближчих стандартних значень. Результати розрахунків приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Розрахунок діаметрів магістральних трубопроводів

Ділянка	Q_i , м ³ /хв	$d_{розрах}$, м	$d_{ст}$, мм	$d_{дійсний}$, мм	$\Delta = d_{ст} -$ $d_{дійсний}$, мм
АВ	52,815	0,787	80	80	0

2.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів системи стиснутого повітря цеху №11

Діаметри повітропроводів розраховуємо за формулою 2.2. Розраховані діаметри магістралі округляємо до найближчих стандартних значень. Схема системи стиснутого повітря цеху представлена на рисунку 2.2.

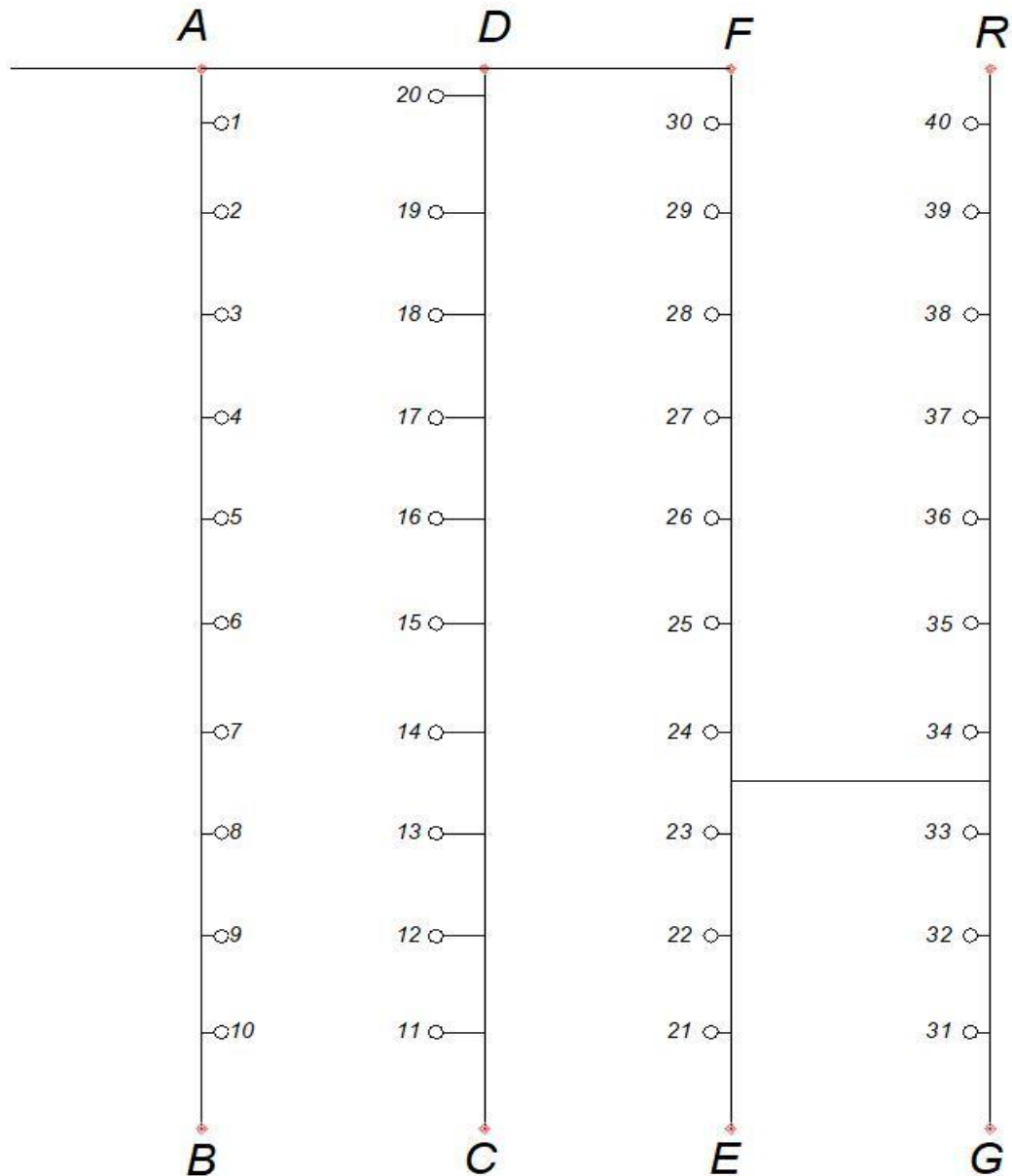


Рисунок 2.2 – Схема системи стисненого повітря цеху №11

Результати розрахунків приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок діаметрів трубопроводів цеху

Ділянка	Споживачі	$Q_{п,i}$, М ³ /ХВ	$d_{розрах}$, М	$d_{ст}$, ММ	$d_{дійсний}$, ММ	$\Delta = d_{ст} - d_{дійсний}$, ММ
АВ	1-10	7,59	0,319	32	32	0
DC	11-20	15,85	0,461	50	50	0
FE	21-30	7,45	0,317	32	40	0
RG	31-40	6,44	0,294	32	32	0

2.4 Розрахунок втрат тиску в магістральних трубопроводах системи стисненого повітря

Втрати тиску в мережі від тертя та місцевих опорах зазвичай складають не більше 6-8% від середнього тиску [4].

Розрахунок буде по схемі наведеною на рисунку 2.1.

Визначимо приведені довжини ділянок мережі, м:

$$L_i^{пр} = L_i + L_i^{екв}, \quad (2.3)$$

де L_i -довжина і-ої ділянки, м;

$L_i^{екв}$ - еквівалентна довжина і-ої ділянки, яка визначається за формулою, м:

$$L_i^{екв} = \sum_{m=1} m \cdot L_i^{уд}; \quad (2.4)$$

$$L_i^{екв} = 1 * 1,0 + 1 * 7 = 8.$$

де m - кількість місцевих опорів певного вигляду;

$L_i^{уд}$ - питома характеристика місцевих опорів певного вигляду.

Результати розрахунків знаходяться в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок втрати тиску в магістральному трубопроводі до цеху №11

Ділянка	$d_{\text{дійсний}}$, мм	Місцеві опори	Q_i , м ³ /хв	L_i , м	$L^{\text{екв}}$, м	$L^{\text{пр}}$, м	ΔP , МПа
АВ	80	1 засувка 1 трійник	52,815	355	8	363	0,01

2.5 Розрахунок втрат тиску в системі стисненого повітря цеху

Втрати тиску в мережі повітропостачання цеху складаються з втрат на місцевих опорах ділянки та на місцевих опорах відпусків. Кожен відпуск має довжину 6 м, один трійник, два коліна та одну засувку. Схема системи повітропостачання цеху зображена на рисунку 2.2. Результати розрахунків представлені в таблиці 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.4 - Розрахунок втрати тиску по відпускам

№ відпуску	$d_{\text{дійсний}}$, мм	К-ть споживачі в, шт	Q_i одного відпуску, м ³ /хв	$L^{\text{екв}}$, м	$L^{\text{пр}}$, м
1	32	1	1,89	3,8	9,8
2	32	1	1,89	3,8	9,8
3	32	1	1,4	3,8	9,8
4	32	1	1,4	3,8	9,8
5	32	1	1,1	3,8	9,8
6	32	1	1,1	3,8	9,8
7	32	1	1,05	3,8	9,8
8	32	1	0,6	3,8	9,8
9	32	1	0,22	3,8	9,8

Продовження таблиці 2.4

10	32	1	0,855	3,8	9,8
11	32	1	0,9	3,8	9,8
12	32	1	0,6	3,8	9,8
13	32	1	1,4	3,8	9,8
14	32	1	1,4	3,8	9,8
15	32	1	1,05	3,8	9,8
16	50	1	1,5	5,3	11,3
17	50	1	1,89	5,3	11,3
18	50	1	1,89	5,3	11,3
19	50	1	2,2	5,3	11,3
20	50	1	8	5,3	11,3
21	32	1	0,8	3,8	9,8
22	32	1	0,22	3,8	9,8
23	32	1	0,855	3,8	9,8
24	32	1	0,9	3,8	9,8
25	32	1	0,9	3,8	9,8
26	32	1	0,9	3,8	9,8
27	32	1	1,05	3,8	9,8
28	32	1	1,4	3,8	9,8
29	32	1	1,4	3,8	9,8
30	32	1	1,4	3,8	9,8
31	32	1	0,22	3,8	9,8
32	32	1	0,9	3,8	9,8
33	32	1	0,855	3,8	9,8
34	32	1	0,9	3,8	9,8
35	32	1	0,9	3,8	9,8
36	32	1	0,9	3,8	9,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.144.06BP.000.00ПЗ

Арк.

18

Продовження таблиці 2.4

37	32	1	1,4	3,8	9,8
38	32	1	1,89	3,8	9,8
39	32	1	1,89	3,8	9,8
40	32	1	1,89	3,8	9,8

Таблиця 2.5 - Розрахунок втрат тиску по ділянкам

Ділянка	AB	DC	FE	RG
Споживачі	1-10	11-20	21-30	31-40
Місцеві опори	1 трійник, 1 засувка	1 трійника, 1 засувка , 1 звуження	1 коліно, 1 трійника, 1 засувка	1 трійник, 1 засувка
d_0 мм	32	50,32	40	32
L_i , м	72	72	72	72
$L^{екв}$, м	3,4	5,7	4	2,9
L^{np} , м	75,4	77,7	76	74,9
$\Delta P_{спож} \cdot k_{вик}$, МПа	5,47	5,59	5,53	5,63

3 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

Під час обстеження системи стиснутого повітря Сумського заводу АТ «Насосергомаш» були зроблені такі висновки:

- несвоєчасний ремонт і заміна елементів гідравлічної мережі (кранів, вентилів і інших) призводить до значних витоків стиснутого повітря та збільшення опорів ;

- регулювання продуктивності компресорів виконується шляхом випуску надлишкового повітря в атмосферу, цей спосіб простий, але не економічний;

- всмоктувальні фільтри знаходяться у забрудненому стані, це призводить до збільшують опір на всмоктування в компресорі і призводить до неефективної витрати електроенергії;

- перемінне споживання стиснутого повітря в залежності від кількості працюючих споживачів;

- компресор SAV 250 (компресорна станція РЕС) зношування 10 %. Необхідний ремонт електродвигуна;

- витoki через інструмент через не справні засувки та не вимкнення пневмоіструменту в неробочий час.

Безвтратні заходи по підвищенню енергоефективності системи стиснутого повітря:

- контроль якості масла в компресорі тому, що воно може бути причиною виведення с роботи компресора;

- своєчасний ремонт вентилів, кранів, засувок, трійників та інше;

- контролювання та забезпечування чистоти фільтрів повітрозбірників;

- контролювання якості охолоджуючої води проміжного охолоджувача компресорів 2BM10-63/9, 4BM10- 100/8, 2BM10-50/8.

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Відключення цеху від централізованої системи стисненого повітря та встановлення гвинтового компресора KAESER FSD 575 SFC

Відключення від централізованої системи стиснутого повітря та створення автономної станції обґрунтовується тим, що компресори на КС вже застарілі та використовують багато електроенергії під час роботи на вихідних, в другу зміну тому немає доцільності запускати всю компресорну станцію.

Пропонуємо встановити гвинтовий компресор KAESER FSD 575 SFC рисунок 3.1, характеристика якого наведена в таблиці 3.1[5].

Таблиця 3.1 – Гвинтовий компресор с повітряним охолодженням FSD 575 SFC

Модель	KAESER FSD 575 SFC
Робочий надлишковий тиск, бар	7,5, 10, 13
Продуктивність всієї установки при надлишковому робочому тиску *, м ³ /хв	13,33–59,83 12,9–50,85 11,55–45
Макс. надлишковий тиск, бар	8,5, 12, 15
Номінальна потужність приводного двигуна, кВт	315
Мін. діапазон тиску, бар	± 0,1
Діапазон частоти обертання, від мін. до макс., об/хв	450–1870, 550–2050, 650–2257
Розміри Д х Ш х В, мм.	3740 x 2145 x 2360
Підключення стисненого повітря	DN 150
Рівень звукового тиску, дБ (А**)	80
Маса, кг	7300

* Робочі характеристики відповідно до ISO 1217: 2009[13].

** Рівень звукового тиску відповідно до стандарту ISO 2151[6] та базового стандарту ISO 9614-2[7]; експлуатація з максимальним робочим надлишковим тиском і максимальною частотою обертання. Можлива похибка: ±3 дБ (А).

Повітряне охолодження гвинтового компресора на 60 % економічніше водяного охолодження. Радіальний вентилятор високоефективної системи охолодження Kaeser всмоктує повітря безпосередньо ззовні через радіатор. Компресор Kaeser FSD може використовуватися при температурі навколишнього середовища до + 45 °С. Він входить до складу інноваційного електронного термоуправління (ЕТУ) від Kaeser Kompressoren в серії FSD: ЕТУ підтримує температуру масла на одному надійному рівні, запобігаючи досягнення невиправдано високою кінцевої температури. Це веде до збільшення енергоефективності. При наявності рекуперації тепла (опція) друга ЕТУ забезпечує оптимальне і ефективне використання відпрацьованого тепла. Вдосконалені високоефективні компресорні блоки з визнаними в усьому світі роторами з SIGMA PROFIL є фундаментом для оптимальної економічності. Для приводу використовується енергозберігаючий двигун класу IE4 (Super Premium Efficiency) з низьким числом оборотів 1490 об/хв і прямий привід 1:1 без втрат потужності, що зменшує споживання енергії, сервісні витрати і рівень шуму.

Крім того, нові ресурсозберігаючі екологічні фільтруючі елементи для масла вставляються в алюмінієвий корпус, а не є єдиним цілому з бляшаним корпусом. Після закінчення терміну служби вони легко замінюються і завдяки відсутності металу утилізуються термічним способом. Компресорний блок управління Sigma Control 2 економить ще більше енергії, скорочує сервісні витрати, збільшує надійність, і при цьому, простий в обслуговуванні. Sigma Control 2 може бути підключена до автоматизованої системи управління Sigma Air Manager 4.0 з адаптивним 3D-регулюванням від Kaeser Kompressoren, яка здатна ефективно управляти, в залежності від виконання, 16-ю компресорами і компонентами системи підготовки.

											Арк.
											23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ						

Крім того, завдяки можливості моніторингу та надійної передачі робочих параметрів в Kaeser Network ця система готова для інтеграції в інфраструктуру Industrie 4.0. Постійне відстеження параметрів в Kaeser Service Center дозволяє визначати і усувати можливі відхилення, а також оптимально і з урахуванням виробничих потреб складати план проведення попереджувального техобслуговування (Predictive Maintenance)[9].

3.2 Компресорна станція с блок - контейнерів (БК)

БК - це готові автономні компресорні станції, вироблені згідно з технічним завданням Ефективне рішення по забезпеченню Вашого технологічного процесу стисненим повітрям при витраті 0,5 -400 м³ / хв., Тиск 0,15 - 55 МПа.

Всесезонність – електроопалення і система вентиляції дозволяє працювати в широкому діапазоні температур:

від -40 ° С до + 40 ° С - стандартне виконання

від -60 ° С до +40 ° С - виконання «Північ»

від -40 ° С до +50 ° С - виконання «Тропік»

Автономність - все, що необхідно для організації роботи БК, це горизонтальна майданчик і підключення до мережі електропостачання.

Мобільність - БК не вимагає спеціального фундаменту, тому може переміщатися в будь-який максимально наближений до споживача місце. [10]

Блок-контейнери на основі 20-ти і 40 футових контейнерів адаптованих під установку обладнання KAESER. Стеля, підлога і стіни контейнера утеплюються базальтовим утеплювачем товщини 50-100 мм, для якісного утеплення і підвищення енергономічних показників використовуються сендвіч панелі заводського виготовлення (сертифіковані пожежної та санепідеміологічної комісії) з утеплювачем на основі мінераловати або утеплювачем з пінополіуретану. Пол закривається сталевим рифленим листом

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

3-5 мм; стелю і стіни (економ варіант) всередині обшиваються фарбованим оцинкованим профнастилом товщиною 0,7 мм. При необхідності контейнер оснащується додатковими вікнами, воротами, дверима і монорельсом під пересувну ручну шестерну таль, місця розміщення додаткових прорізів посилюються куточком або прямокутної трубою.

Компресорна в контейнерному виконанні містить:

- компресорне обладнання KAESER;
- ворота з ущільненнями і запорами;
- вікно для подачі всмоктуваного повітря;
- вікна для виходу охолоджуючого повітря;
- стандартні верхні і нижні (по кутах) контейнерні грузозахвати, що забезпечують строповку без застосування спеціальної траверси;
- виходи по стисненого повітря закриті пробкою;
- відомості про масу і центрі мас. Позначення центру мас нанесено фарбою на контейнері;

Контейнер стандартно обладнаний:

- системами електричного опалення і вентиляції, що дозволяють запускати та експлуатувати обладнання в різних кліматичних зонах в автоматичному режимі;
- електрообігрівом для запуску обладнання при низьких температурах навколишнього повітря;
- системою автоматичної підтримки позитивної температури повітря в приміщеннях;
- припливні жалюзі;
- систему пожежогасіння, відповідну правилам пожежної безпеки виробничих приміщень;
- всі елементи контейнера, схильні до процесів корозії захищені лакофарбовим покриттям.

Блок-контейнер, призначений для розміщення в ньому компресорного устаткування KAESER, він має захист від впливу

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

механічних факторів зовнішнього середовища[10].

Переваги використання БК:

- Значне зниження вартості споруди, приклад економії наведено на рисунку 3.2.
- Не потрібно проектування будівлі, капітальне будівництво, землевідведення.

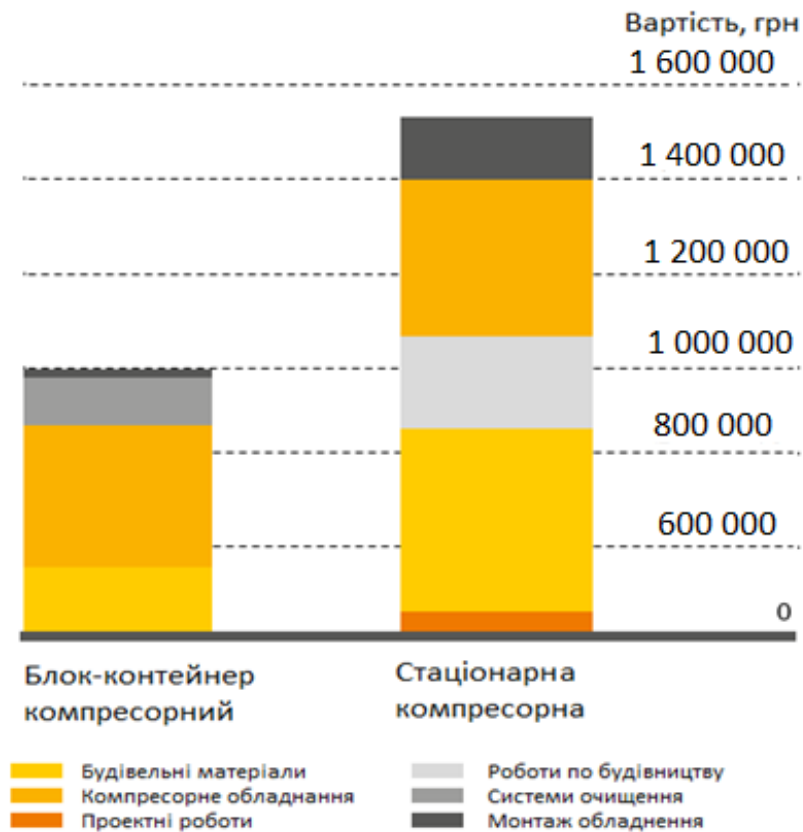


Рисунок 3.2 – Приблизна різниця в грошах при будівництві блок-контейнера чи стаціонарної компресорної

Незрівнянно менші терміни зведення

Стандартна компресорна станція проектується і будується мінімум рік, БКК поставляється в повній заводській готовності і вводиться в експлуатацію за кілька днів.

Енергозбереження

Розроблена конструкція має значно більшим ККД внаслідок таких особливостей: втрати в трубопроводах мінімальні в силу їх незначної довжини; система опалення станції дозволяє економити енергоресурси,

тому що електричні обігрівачі при роботі станції не запускаються, оскільки обігрів здійснюється за рахунок гарячого повітря, що виходить з компресорних установок. На рисунку 3.3 робота БК в літку та на рисунку 3.4 в зимку.[10]

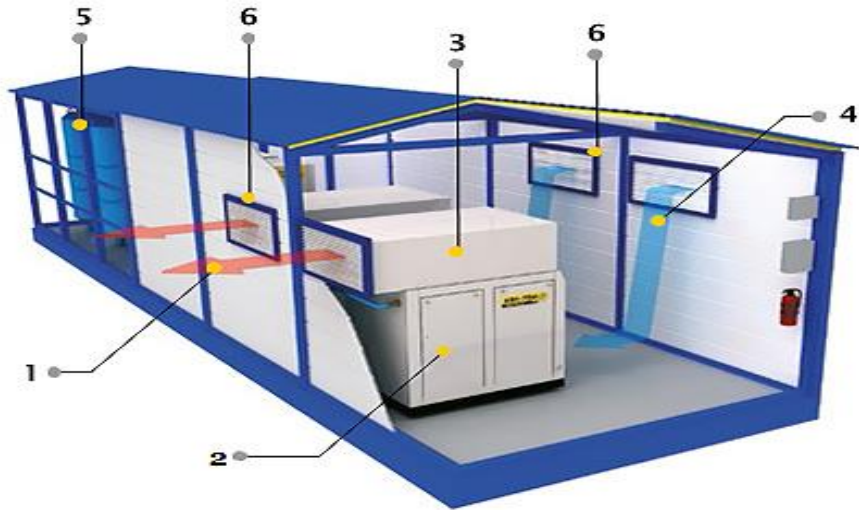


Рисунок 3.3 – Робота БК літній час

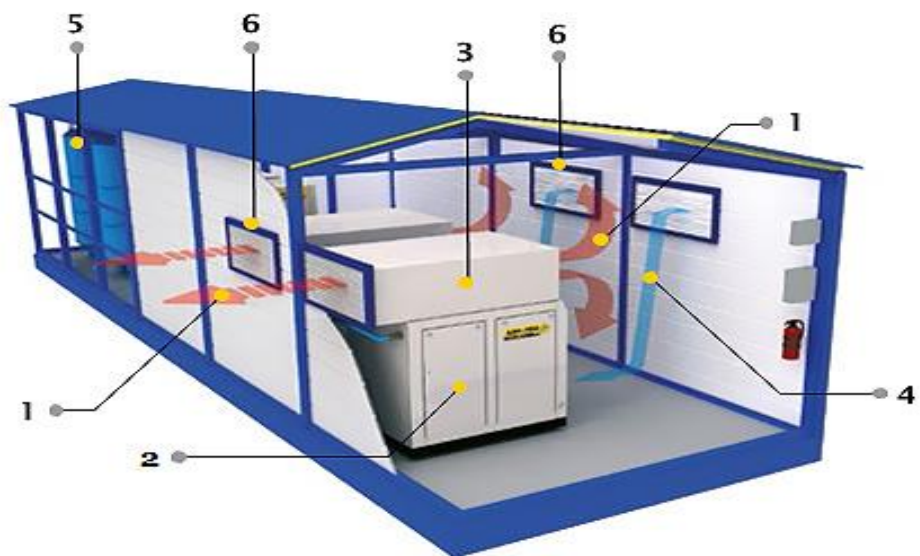


Рисунок 3.4 – Робота БК зимовій час: 1 - тепле повітря; 2- гвинтові компресорна установка; 3- повітропровід; 4- холодне повітря; 5 - ресивери повітряні; 6- автоматичні жалюзі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.144.06BP.000.00ПЗ

Арк.

27

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок економічного ефекту та терміну окупності запропонованих заходів.

4.1.1 Регулювання подачі повітря шляхом впровадження частотно-регульованого приводу на двигунах компресора

Наразі регулювання витрати робочого середовища відбувається дросельними засувками, що призводить до підвищеного споживання електричної енергії. Рекомендується на електродвигуні встановити частотні перетворювачі.

Розрахунок річної економії енергії:

Використання частотного перетворювача для регулювання частоти обертів двигуна компресора дає можливість зекономити до 50% електроенергії, що споживається [11]

Розрахунок річної економії витрат:

Встановлена потужність двигуна компресора складає $N_{ДВ} = 630$ кВт.

Загальне споживання електричної енергії електродвигуном за час роботи компресора (250 днів) складає

$$P = N_{ДВ} \cdot 24 \cdot n, \quad (4.1)$$

де P – загальне споживання електричної енергії, кВт;

$N_{ДВ}$ – номінальна потужність електродвигунів, кВт;

n – час роботи двигунів, днів.

Підставивши значення отримаємо:

$$P = 630 \cdot 16 \cdot 250 = 2520000 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Після встановлення частотного перетворювача економія в споживанні електричної енергії складе:

$$C = 2520000 \cdot 0,5 = 1260000 \text{ кВт} \cdot \text{год.} \quad (4.2)$$

При вартості 1 кВт·год – 3,45 річна економія складе:

$$\Delta C = 1260000 \cdot 3,45 = 4347000 \text{ грн.} \quad (4.3)$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Вартість частотного перетворювача складає $K = 925142,30$ грн [12]

Витрати на придбання, монтаж, введення в експлуатацію та поточне обслуговування складають 50 % від вартості товару:

$$\Delta K = 925142,3 + (925142,3 \cdot 0,5) = 1387713,5 \text{ грн.} \quad (4.4)$$

Простий термін окупності згідно формули:

$$T = \frac{1387713,5}{4347000} = 0,3 \text{ року.} \quad (4.5)$$

4.1.2 Встановлення пристрою для плавного пуску електродвигуна

Пристрої плавного пуску використовуються для плавного пуску та зупинки трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненими роторами. Переваги використання даного пристрої є очевидні:

- безударний пуск двигуна, плавне гальмування, динамічне гальмування;
- регулювання моменту, зменшення пускового струму;
- зменшення перевантаження та перегріву двигуна, зменшення електричних втрат в електродвигуні;

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

Розрахуємо кількість стислого повітря необхідного для роботи на рік. В цеху №11 робоча зміна $p = 8$ годин, враховуючи, що на заводі працюють в $n = 2$ зміни, виходить, що на добу необхідно подавати стиснуте повітря 16 годин, а в рік $m = 250$ робочих днів.

Необхідна кількість повітря на день розраховується за формулою 4.1.

$$Q^p = Q^n \cdot p \cdot n \cdot m, \quad (4.6)$$

де Q^p - необхідна кількість повітря на рік;

Q^n - потрібна кількість повітря $m^3/хв$;

p - робочий день, годин;

n - кількість змін;

m - кількість робочих днів на рік.

$$Q^p = 52,815 \cdot 60 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 250 = 12675600 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Розрахуємо затрати на виробництво стиснутого повітря компресором 4ВМ10-100/8 та порівнюємо с компресором Kaeser FSD 575 SFC.

Основне порівняння компресорів наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняння компресорів 4ВМ10-100/8 та SD 575 SFC

	Встановлений	Пропонований
Марка компресору	4ВМ10-100/8	FSD 575 SFC
1	2	3
Країна виробник	Росія	Німеччина
Подача при обумовленому тиску, $m^3/хв$	110 (77*)	59,83
Тиск, бар	0,8	0,75

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Номінальна потужність приводу, кВт	630	315
Кількість робочих годин на рік	4016	4016
Витрата електроенергії за рік, кВт/год	2 530 080	1 265 040
Рівень шуму, дБ	80-95	80
Напрацювання на відмову, годин	3 000- 6 000	30 000 – 40 000

*– фактична подача зношеного компресору, встановлено в АТ

Потужність роботи компресорів при витраті цеху 52,815 м³/хв. складає $N_{4BM10} = 630$ кВт, $N_{FSD} = 315$ кВт. Вартість електроенергії для підприємства складає 3,45 грн за кВт·год.

$$R_i = N \cdot p \cdot n \cdot t \cdot c, \quad (4.7)$$

де c – вартість 1 кВт·год енергії.

$$R_{4BM10} = 630 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 3,45 = 8694000 \text{ грн,}$$

$$R_{FSD} = 315 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 3,45 = 4347000 \text{ грн.}$$

Собівартість 1 м³ стисненого повітря розраховується за формулою 4.3:

$$f = \frac{R_2}{Q^n}, \quad (4.8)$$

де f -собівартість 1 м³ стислого повітря.

$$f_{4BM10} = \frac{8694000}{12675600} = 0,67 \text{ грн.}$$

$$f_{FSD} = \frac{4347000}{12675600} = 0,34 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ефект від нашого заходу:

$$E = R_1 - R_2, \quad (4.9)$$

де E -економічний ефект.

$$E = 8694000 - 4347000 = 4347000 \text{ грн.}$$

Інвестиції на придбання компресора і витрати на сервісне обслуговування становлять лише незначну частину від загальних витрат за весь період експлуатації. Основна частина витрат на гвинтовий компресор – вартість електроенергії, яка за час експлуатації компресора в кілька разів перевищить його закупівельну вартість. Енергозберігаючі гвинтові компресори можуть значно знизити витрати системи виробництва стисненого повітря[13].

При розрахунку терміну окупності ми повинні розрахувати капіталовкладення в які входить:

- Компресорна станція в блоковом виконанні призначений для експлуатації в районах з помірним кліматом, 1 категорії по ГОСТ 15150-69[14].

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Лист 33
Візм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Компресорна в контейнерному виконанні містить:

1. Компресорне обладнання KAESER:

- Компресор Kaeser FSD 575 SFC. Вартість компресора

$V_{\text{ком}} = 386\,545$ грн.

- Холодоосушувач Kaeser серій TI – 601 – 89 820 грн.

- Фільтр Kaeser F700KE – 1 745 грн.

- Пристрій відводу конденсату ECO-DRAIN 14– 3 шт по 3 653 грн.

- Пристрій обробки конденсату Kaeser Aquamat CF 75 – 4 шт по 3 653 грн.

2. Ворота з ущільненнями і запорами.

3. Вікно для подачі всмоктуваного повітря.

4. Вікна для виходу охолоджуючого повітря.

5. Стандартні верхні і нижні (по кутах) контейнерні грузозахвати, що забезпечують строповку без застосування спеціальної траверси.

Контейнер стандартно обладнаний:

- системами електричного опалення і вентиляції, що дозволяють запускати та експлуатувати обладнання в різних кліматичних зонах в автоматичному режимі;

- електрообігрівом для запуску обладнання при низьких температурах навколишнього повітря;

- системою автоматичної підтримки позитивної температури повітря в приміщеннях;

- припливні жалюзі;

- систему пожежогасіння, відповідну правилам пожежної безпеки виробничих приміщень.

- всі елементи контейнера, схильні до процесів корозії захищені лакофарбовим покриттям[15].

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блок-контейнер, призначений для розміщення в ньому компресорного устаткування KAESER, він має захист від впливу механічних факторів зовнішнього середовища.

- Гвинтові компресори розраховані на тривалий і безперервний режим роботи, система регулювання гвинтового компресора дозволяє йому переходити на холостий хід, тому обсяг повітряного ресивера для гвинтового компресора може становити 30-50 % від його хвилиної продуктивності[16].

$Q_{\text{ком}} = 59,815 \text{ м}^3/\text{хв}$, підбираємо ресивер на 50 % менше від хвилиної продуктивності.

$$V_{\text{рес}} = 25\,700 \text{ грн.}$$

Для підключення ресивера нам потрібно: Арматура й пристрої відведення конденсату

Комплекти арматури

Необхідні комплекти арматури, до складу яких входять:

- Кульовий кран.
- Запобіжний клапан.
- Манометр.
- Зливний кран.
- Ущільнення й дрібні деталі.
- Труба ДУ 100 – 1 739 грн за 1 м.
- Перехідник с труби ДУ 150 на трубу ДУ 100 - 3 451 грн.
- Електронний кран на трубу ДУ 150 – 7 346 грн.

Приблизна сума встановлення 1 000 000 грн.

Розрахуємо термін окупності нашого заходу:

$$C = \frac{V}{E}, \quad (4.5)$$

де V- капіталовклад.

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

- монтаж та пускові роботи будуть зроблені працівниками компанії виробника;

- затрати на транспортування незначні, тому їх не враховуємо.

Термін окупності:

$$C = \frac{1\,000\,000}{4\,347\,000} = 0,23 \text{ року.}$$

Відключення цеху №11 від КС проводимо шляхом перекриття засувки, що знаходяться на вузлі приєднання цеху до централізованої системи стиснутого повітря.

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Положення про профілактику при проектуванні та будівництві промислових підприємств

Будівля вважається правильно спроектованою у тому випадку, якщо разом з рішенням функціональних, санітарних і інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки.

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [17] усі будівельні матеріали по займистості підрозділяють на три групи:

1) що не згорають, які під дією вогню або високих температур не займаються і не обвуглюються (до них відносять багато металів і матеріали мінерального походження);

2) важкоспалимі, які здатні займатися і продовжувати горіти тільки при постійній дії стороннього джерела займання (наприклад, конструкції з деревини, просочені або покриті вогнезахисними складами);

3) що згорають, які здатні самостійно горіти після видалення джерела займання (до них відносять багато пластичних матеріалів, у тому числі вживані в будівництві).

Займистість будівельних конструкцій визначають, як правило, займистістю матеріалів, з яких вони виготовлені.

В умовах пожежі, окрім високих температур, на будівельні конструкції чинять дію їх власна маса і експлуатаційні навантаження, а також додаткові, статичні навантаження (від пролітої при гасінні пожежі води або уламків конструкцій, що обрушилися) і динамічних дій (водяні струмені або уламки, що падають). В результаті вказаних дій конструкції деформуються і втрачають міцність. Здатність конструкцій чинити опір дії пожежі при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06ВР.000.00ПЗ				

Вогнестійкість конструкцій характеризується межею вогнестійкості, що є часом в годиннику від початку випробування конструкції по стандартному температурному режиму до виникнення одного з наступних ознак: утворення в конструкції тріщин або отворів, крізь які проникають продукти горіння або полум'я; підвищення температури поверхності конструкції, що не обігривається в середньому більш ніж на 140° С; втрати конструкцією своєї здатності; переходження горіння в суміжні конструкції або приміщення; руйнування вузлів кріплення конструкції.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, що мають мінімальну масу і мінімальний коефіцієнт теплопровідності. Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, оскільки при нагріві їх поверхні до 270 – 280° С вони запалюються і продовжують горіти самостійно. З існуючих видів штукатурки, перевага віддається вапняно-цементній товщиною 20 мм, азбестоцементній або гіпсовій.

Іншим ефективним видом вогнезахисної обробки деревини є просочення антипиренами. Антипирени є хімічними речовинами, призначеними для надання деревині негорючості (наприклад, фосфорнокислий амоній, сірчаноокислий амоній). До поверхневої обробки відноситься також спосіб покриття дерев'яних конструкцій вогнезахисними фарбами.

Зонування території. Цей захід полягає в групуванні при генеральному плануванні підприємств в окремі комплекси об'єктів, споріднених по функціональному призначенню і ознаці пожежної небезпеки. Для таких комплексів на промисловому майданчику відводять певні ділянки. При цьому споруди з підвищеною пожежною небезпекою розташовуються з підвітряного боку. При зонуванні враховують рельєф місцевості, напрям і силу пануючих вітрів і т. п.

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06ВР.000.00ПЗ					

Іскри від промислових печей і установок з відкритим вогнем часто є причинами виникнення пожеж, тому котлові, ливарні цехи і установки з відкритим вогнем розташовують з підвітряного боку по відношенню до відкритих складів ЛВЖ, зріджених газів і т. п. Важливе значення для пожежної безпеки має правильний пристрій внутрішньозаводських доріг, які повинні забезпечувати безперешкодний зручний проїзд пожежних автомобілів до будь-якої будівлі, а також вибір місць розташування пожежних депо. Одна із сторін підприємства повинна примикати до дороги загального користування або сполучатися з нею проїздами.

Протипожежні розриви. Для попередження поширення пожежі з однієї будівлі на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільшу пожежну небезпеку відносно можливого займання сусідніх будівель і споруд представляє теплове випромінювання від вогнища пожежі. Кількість сприйманої теплоти сусідньою з об'єктом, що горить, будівлею залежить від властивостей горючих матеріалів і температури полум'я, величини випромінюючої поверхні, площі світлових отворів, групи займистості конструкцій, що захищають, наявності протипожежних перешкод, взаємного розташування будівель, метеорологічних умов і т. п. При визначенні протипожежних розривів враховують міру вогнестійкості будівлі.

Протипожежні перешкоди. До них відносять стіни, перегородки, перекриття, двері, ворота, люки, тамбур-шлюзи і вікна. Протипожежні стіни мають бути виконані з матеріалів, що не згорають, мати межу вогнестійкості не менше 2,5 ч. і спиратися на фундаменти. Протипожежні стіни розраховують на стійкість з урахуванням можливості одностороннього обвалення перекриттів і інших конструкцій при пожежі. Протипожежні двері, вікна і ворота в протипожежних стінах повинні мати межу вогнестійкості не менше 1,2 ч., а протипожежні перекриття – не менше 1 ч. Такі перекриття не повинні

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

мати отворів, через які можуть проникати продукти горіння при пожежі.

Шляхи евакуації. При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю протягом мінімального часу, який визначається найкоротшою відстанню від місця їх знаходження до виходу назовні. Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [17] число евакуаційних виходів з будівель, приміщень і з кожного поверху будівель визначається розрахунком, але повинно складати не менше двох. Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено. При цьому ліфти і інші механічні засоби транспортування людей при розрахунках не враховують. Ширина ділянок шляхів евакуації має бути не менше 1 м, а дверей на шляхах евакуації – не менше 0,8 м. Ширина зовнішніх дверей сходових клітин має бути не менше ширини маршу сходів, висота проходу на шляхах евакуації – не менше 2 м. При проектуванні будівель і споруд для евакуації людей повинні передбачатися наступні види сходових клітин і сходів: незадимлювані сходові клітини (що сполучаються із зовнішньою повітряною зоною або обладнані технічними пристроями для підпору повітря); закриті клітини з природним освітленням через вікна в зовнішніх стінах; закриті сходові клітини без природного освітлення; внутрішні відкриті сходи (без внутрішніх стін, що захищають); зовнішні відкриті сходи. Для будівель з перепадами висот слід передбачати пожежні сходи.

Видалення з приміщень диму при пожежі. Як правило, виникнення пожежі в будівлях і спорудах супроводжується виділенням великої кількості диму, що затемняє приміщення і затруднює умови евакуації і гасіння пожежі. Крім того, дим має задушливі властивості. Він особливо небезпечний в сучасних висотних будівлях.

Видалення газів і диму з приміщень, що горять, виробляється через віконні отвори, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

люків. Димові люки призначені для видалення продуктів горіння, забезпечення незадимлених суміжних приміщень і управління процесами горіння на пожежах (з тим, щоб надати полум'ю бажаний напрям). Димові люки встановлюють в підвальних приміщеннях, в перекриттях складських і безліхтарних виробничих будівель. Площу перерізу димових люків визначають розрахунком.[18]

5.2 Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

При проектуванні і будівництві виробничих будівель і споруд необхідно враховувати категорію приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Визначення категорії приміщення проводиться з урахуванням показників пожежовибухонебезпечності речовин та матеріалів, що там знаходяться, та їх кількості. Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 “Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою”[19] приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій А, Б, В, Г, Д.

Категорія А – вибухопожежонебезпечна. Горючі гази, легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху $P > 5$ кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху $P > 5$ кПа.

До приміщень категорії А належать склади балонів з горючими газами, склади ЛЗР, склади карбіду кальцію, малярні цехи, де використовуються нітрофарби, лаки та нітроемалі.

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06ВР.000.00ПЗ				

Категорія Б – вибухопожежонебезпечна. Горючий пил або волокна, ЛЗР з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху $P > 5$ кПа.

До категорії Б належать кисневі станції, малярні цехи, де використовують оліфу та олійні лаки, склади гасу, нафти, мазуту тощо.

Категорія В – пожежонебезпечна. Горючі та важко горючі рідини, тверді горючі та важко горючі речовини і матеріали (у тому числі пил і волокна), здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти за умови що приміщення, в яких вони знаходяться, не відносяться до категорій А і Б.

До категорії В належать паливно-мастильні склади, деревообробні цехи, склади вугілля, приміщення обчислювальних центрів, цехи складання печатних плат.

Категорія Г. Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюють або утилізують як паливо.

До категорії Г належать кузні, котельні, ливарні, зварювальні і термічні цехи.

Категорія Д. Негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

До категорії Д належать механічні майстерні, цехи холодної обробки металу, повітрорудні станції, склади металу.

Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних зон відповідно до ПБЕ.

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях.

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.144.06BP.000.00ПЗ				

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається НПАОП 40.1-1.32-01 “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”. [20]

Характеристика пожеже- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Приміщення, або їх окремі зони поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежонебезпечна зона – простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Класифікація пожежонебезпечних зон

Пожежонебезпечна зона класу П-I – простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху більше +61°C.

Пожежонебезпечна зона класу П-II – простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

Пожежонебезпечна зона класу П-IIIa – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Пожежонебезпечна зона класу П-III – простір поза приміщенням, в якому знаходяться горюча рідина, яка має температуру спалахування понад +61°C або тверді горючі речовини.

Класифікація вибухонебезпечних зон

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Газо - пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Вибухонебезпечні зони класу 0 можуть мати місце переважно в межах корпусів технологічного обладнання і, у меншій мірі, в робочому просторі (вугільна, хімічна, нафтопереробна промисловість).

Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації. Ця зона може включати простір поблизу місця

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнятися шляхом витoku і формувати пилові утворення.[21]

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Метою роботи був аналіз ефективності системи стисненого повітря ПАТ «Насосенергомаш» та розроблення заходів з енергозбереження .

На етапі енергетичного аудиту був проведений збір інформації про досліджуваний об'єкт на основі яких були запропоновані заходи з енергозбереження.

В роботі було запропоновано відмовитись від централізованого постачання стисненим повітрям споживачів, та перехід до автономної системи стисненого повітря цеху №11 з використанням гвинтового компресору Kaeser FSD 575 SFC. Зроблений розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів. Термін окупності заходу по відключенні цеху від централізованої системи стисненого повітря та заміні одного компресора Kaeser FSD 575 SFC 3 місяці. Термін окупності заходу по регулювання подачі повітря шляхом впровадження частотно-регульованого приводу на двигунах компресора 3 місяці. Термін окупності заходу по встановлення пристрою для плавного пуску електродвигуна 4 роки і 3 місяці.

АТ Сумський завод «Насосенергомаш» - велике машинобудівне підприємство, технології виробництва різної продукції якого не можуть обійтись без використання стисненого повітря, тому проведення якісного енергоаудиту цієї системи дасть можливість заощадити кошти, що вплине на економічне становище підприємства в цілому.

					6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з курсу “Системи виробництва та розподілу енергії” для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» денної форми навчання / Укладач С.С.Антоненко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2005. – 93 с.

2. Виробниче улаштування систем газопостачання [Електронний інтернет-ресурс]: Режим посилання до ресурсу https://studopedia.su/9_47413_virobniche-ulashtuvannya-sistem-gazopostachannya.html

3. Методичні вказівки та завдання до курсової роботи з дисципліни ”Гідравліка та гідропневмоприводи”. Вид-во СумДУ. Р.с.№34 от 11.04.2000р.-41с.

4. Розрахунок еквівалентної довжини [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу https://studbooks.net/2296458/nedvizhimost/raschet_ekvivalentnoy_dliny

5. Гвинтові компресори [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу https://ua.kaeser.com/Media/P-650-UA-2-19_139-5590.pdf

6. ДСТУ EN ISO 2151:2015 Акустика. Методика вимірювання шуму компресорів і вакуумних насосів. Технічний метод (клас точності 2) (EN ISO 2151:2008, IDT)

7. ДСТУ EN ISO 9614-3:2016 Акустика. Визначення рівнів звукової потужності джерел шуму за інтенсивністю звуку. Частина 3. Точний метод вимірювання скануванням (EN ISO 9614-3:2009, IDT; ISO 9614-3:2002, IDT)

8. Серія FSD SFC [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://xn---8sbigctiqeldclocdla0z.xn--p1ai/vk/screw-compressors-with-variable-speed-drive/modular-rotary-screw-compressors-with-sigma-frequency-control-to-515-kw/series-fsd-571-sfc/>.

						6.144.06BP.000.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

9. Гвинтові компресори з прямим приводом з частотним регулюванням [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <http://kt-group.net/store/10011675/10011848/10011896/>

10. Компресорна станція БП [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <http://www.pea.ru/docs/equipment/compressors/kopressory-chkz/bkk/>

11. Частотний перетворювач [Електронний ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://ecotown.com.ua/news/Vykorystannya-chastotno-rehulovanoho-elektropryvodu-dozvolyaye-ekonomyty-do-50-elektroenerhiyi/>

12. Частотний перетворювач [Електронний ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://inverterplus.com.ua/p836266174-chastotnyj-preobrazovatel-hitachi.html>

13. Енергозбереження в компресорних установках [Електронний ресурс]: Режим посилання до ресурсу <http://www.svaltera.ua/solutions/typical/energy/6711.php>

14. ГОСТ 15150-69 Машини, прилади і інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання і транспортування в частині дії кліматичних чинників зовнішнього середовища

15. Компресорна станція KAESER [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <http://docs.cntd.ru/document/1200051487>

16. КОМПРЕСОРНІ СТАНЦІЇ [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/45343/1/Bondarenko.pdf>

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

					6.144.06ВР.000.00ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Пожежна профілактика при проектуванні і будівництві промислових підприємств [Електронний інтернет-ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://www.kazedu.kz/referat/169461/3>

19. Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://срo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1200.html>

20. НПАОП 40.1-1.32-01 “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”

21. Класифікація приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний інтернет - ресурс]: Режим посилання до ресурсу <https://срo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1200.html>

					6.144.06ВР.000.00ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Основні споживачі стиснутого повітря цеху № 11

№	Споживач стиснутого повітря	Витрата на 1 шт., м ³ /хв	Кількість, шт.	Загальна витрата, м ³ /хв	Тиск, МПа
1	2	3	4	5	6
1	Машина ручна свердлильна пневматична ІІ - 1019А	0,855	3	2,565	0,63
2	Пульверизатор	0,22	3	0,66	0,4
3	Пульверизатор	1,1	1	1,1	0,45
4	Машина ручна шліфувальна пневматична ІІ-2009	0,9	8	7,2	0,63
5	Підведення стисненого повітря для обдування деталей	1,4	8	11,2	0,45
6	Мішалка на базі машинки ручної шліфувальної пневматичної ІІ - 2014	1,89	6	11,34	0,5
7	Електромеханічні ножиці гільйотинні	1,1	1	1,1	0,65
8	Машина ручна свердлильна пневматична ІІ – 2016	2,2	1	2,2	0,5

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
9	Установка дробеструйна періодичної дії	8	1	8	0,7
10	Молоток рубальний пневматичний ПП- 4126	1,05	3	3,15	0,63
11	Машина ручна шліфувальна пневматична кутова ПШМ-230У	1,50	1	1,50	0,6
12	Молоток пневматичний клепально КМП-14	0,8	2	1,6	0,63
13	Гайковерт ручний пневматичний ПП- 3127	0,6	2	1,2	0,63
Всього	-	40	52,815	-	