

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.371:621.31

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

проф., д.т.н. КАПЛУН В.В.

(підпис)

« » 2022 р.

доц., к.т.н. ОКУШКО О.В.

(підпис)

« » 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ
СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ»**

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Чміль А.І.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Руденко Ю.І.

(ПІБ)

КИЇВ – 2022

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

К.Т.Н., доц. _____ **Окушко О.В.**
(підпис)
« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Руденку Юрію Ігоровичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розроблення та дослідження електротехнології сушіння деревини»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.12.2021 № 2066”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05. 11. 2022

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»; матеріали практики

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4 АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

5 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

6 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЕРЕВОСУШАРКИ

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

8 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Дата видачі завдання 08.12.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Чміль А.І.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Руденко Ю.І.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 86 с., 19 рис., 11 табл., 26 джерел.

Об'єктом дослідження є технічні процеси в деревообробному цеху.

Мета дослідження – розробити та обґрунтувати параметри системи електрообладнання деревообробного цеху, що забезпечує підвищення ефективності технічних процесів та зниження енергоємності продукції.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики та ін.; застосування сучасних приладів і методів вимірювання та обробки їх результатів за допомогою персональних комп'ютерів, амперметрів, вольтметрів.

За результатами огляду деревообробного цеху підібрано технічне та електрообладнання для сушіння деревини, а також проведено розрахунок освітлення.

Проведено розрахунок електромережі 0,38 кВ і визначено потужність підстанції 10/0,4 кВ. Розроблено заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтовано структуру електротехнічної служби та визначено її чисельність, розглянуто питання безпеки праці та пожежної безпеки в деревообробному цеху.

Налагоджена система автоматизованого електрообладнання сушарки деревини, підібране електрообладнання та засоби автоматизації.

Область використання - деревообробна промисловість.

Ключові слова: сушарка деревини, електрифікація, вентиляція, автоматизація сушіння деревини

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
<i>РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА.....</i>	<i>10</i>
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
РОЗДІЛ 3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	27
РОЗДІЛ 4 АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ	58
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	67
РОЗДІЛ 6 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЕРЕВОСУШАРКИ.....	75
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	77
РОЗДІЛ 8.....	85
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	85
ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ.....	92

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

V – об'єм , л;	P_v –потужність електродвигуна, кВт;
N – кількість , гол;	η – ККД двигуна, %;
v – швидкість , м/с;	$\text{tg}\varphi$ – кут;
h_t – втрати , м;	Q –реактивна потужність, кВАр;
h_m – місцеві втрати, м;	
W –швидкість машини, рад/с;	
W_n –значення кутової швидкості;	
P – потужність ;	
n – частота двигуна;	
$\mu_{кр}$ – кратність моменту;	
I_{min} – мінімальна , м ³ /год;	
$V_{пр}$ – об'єм приміщення, м ³ ;	
Θ – середня температура, °С ;	
C_n –теплоємність повітря, кДж/кг °С;	
Γ_n – густина, кг/ м ³ ;	
H_d –втрати, Па;	
$H_{ст}$ –втрати, Па;	
h – висота , м;	
E –освітленість;	
K – коефіцієнт ;	
Z – коефіцієнт ;	
N – кількість ламп;	
U – напруга, В;	
$\cos \varphi$ – коефіцієнт;	
$K_{зап}$ – коефіцієнт запасу,	
$K_{р.у.}$ – коефіцієнт розкид установки	
($K_{р.у.} = 1,25$)	
K_i – кратність струму;	

ВСТУП

У всіх формах бізнесу електрифікація та автоматизація відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності праці та збільшенні виробництва. Цьому сприяє, зокрема, впровадження сучасної техніки, засобів автоматизації та ефективне використання наявної матеріально-технічної бази.

Кожне господарство намагається виготовляти необхідні столярні вироби з місцевої деревини, яка надходить до господарства від рубок та санітарних рубок. Ця деревина потрапляє в деревообробний цех відразу після рубки, її вологість не відповідає технічним вимогам для виробництва столярних виробів. При зберіганні деревини на неї також впливають кліматичні фактори середовища, де вона знаходиться. Змінюється кількість вологи в ньому, тобто деревина висихає або зволожується. При цьому неминуче відбувається всихання або набухання деревини, а також зміна міцності та інших властивостей, що обов'язково позначається на якості заготовок, напівфабрикатів і виробів.

Гідротермічна обробка деревини - це процеси впливу тепла, вологого газу або рідини, призначені для зміни температури і вологості деревини або введення речовин, що покращують її технологічні та експлуатаційні властивості.

Сушка - це процес видалення вологи з матеріалу шляхом випаровування або випаровування. Сушка є обов'язковою частиною технологічного процесу виробництва деревини.

Невисушені пиломатеріали не можна вважати готовим продуктом, а технологічний процес їх виробництва завершено. Волога деревина сприйнятлива до грибкових захворювань і непридатна для подальшої механічної обробки і виготовлення з неї готових виробів, у тому числі будівельних матеріалів, тоді як суха деревина має велику стійкість.

Сушіння матеріалів є енергоємним процесом, пов'язаним зі значними витратами палива, пари, а також електроенергії, тому використання високоточної автоматики значно скорочує час сушіння та знижує витрати енергії. Деревину сушать у вигляді дощок (дошки, бруси, заготовки), шпону

(тонкого листового матеріалу), тріски, тирси і волокон. Також поширене сушіння круглих лісоматеріалів (деталі опор ліній електропередач, комунікацій, будівельних деталей).

Мета дослідження – розробити та обґрунтувати параметри системи електрообладнання деревообробного цеху, які забезпечують підвищення ефективності технічних процесів та зниження енергоємності продукції.

Об'єктом дослідження є технічні процеси в деревообробному цеху.

Предметом дослідження є структура автоматизованого електрообладнання деревообробного цеху та параметри відповідного електрообладнання.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів автоматизованої системи електрообладнання для підтримання оптимального режиму сушіння в деревообробному цеху.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці системи автоматизованого електрообладнання деревообробного цеху.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики та ін.; застосування сучасних приладів і методів вимірювання та обробки їх результатів за допомогою персонального комп'ютера.

Захистила магістерську роботу:

1. Система технічного оснащення деревообробного цеху.
2. Система автоматизованого електрообладнання деревообробного цеху.
3. Структура та параметри системи автоматизованого електрообладнання для створення оптимального режиму сушіння деревини.
4. Заходи щодо експлуатації електрообладнання, охорони праці, енергозбереження деревообробного цеху.

У даній магістерській роботі пропонується технічне рішення організації сушіння деревини безпосередньо в господарстві з невеликими капітальними витратами та мінімальною кількістю електрообладнання. Сушарку можна побудувати в домогосподарстві в найкоротші терміни або використовувати вже готове приміщення необхідного розміру.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Виробничо-господарська характеристика підприємства

ТОВ «Підвисоцький комбінат будівельних матеріалів» спеціалізується на видобутку та переробці вапняку, а також виробництві та реалізації вапна різного виду та фасування. Продукція постачається будівельним організаціям і магазинам, сільськогосподарським підприємствам, енергогенеруючим організаціям, виробникам склотари, дорожньо-будівельним організаціям та іншим підприємствам і організаціям.

Виробничі потужності компанії розташовані в Підвисках Бережанського району Тернопільської області. Недалеко від підприємства знаходиться залізнична станція «Підвиське», звідки, наприклад, під'їзна колія перетинає територію підприємства.

Основними видами діяльності компанії є:

- видобуток вапняку різних фракцій;
- Виробництво вапна кускового будівельного I та II класу;
- виробництво меленого (пиленого) вапна першого та другого сорту;
- виробництво гашеного вапна;

Компанія виробляє наступну продукцію:

ЛАЙМ

- вапно конструкційне кускове I, II класу;
- Вапно будівельне навалом I, II сортів;
- вапно ґрунтове будівельне I, II квалітетів по 35, 15 та 5 кг;
- вапно гашене навалом;
- Вапно гашене в поліетиленовій тарі 4 кг;
- вапно гашене в поліетиленовій тарі 20 кг (5 штук по 4 кг);
- вапно гашене у відрах по 6 і 7 кг;
- Вапно гашене в поліетиленових мішках по 25 і 50 кг.

ВАПНЯНІ ПРОДУКТИ

- друзи з карбонатних порід фракції 20-40;

- друзи з карбонатних порід фракції 40-80;
- друзи з карбонатних порід фракції 0-20;
- Жовте вапнякове борошно (0-3 мм);
- Жовте вапняне борошно (0-5 мм).

Компанія володіє парком вантажівок різної вантажопідйомності.

На підприємстві також є деревообробний цех.

1.2. Стан електрифікації підприємства

ТОВ «Підвисоцький комбінат будівельних матеріалів» – споживає електроенергію від Беражанської ПС 35/10 кВ. На території підприємства розташовані дві ТП 10/0,4. Електрики немає.

ТП 0,4 кВ виконують на залізобетонних опорах з алюмінієвими жилами: А-35, А-50, А-70. Усі ТП знаходяться на балансі ТЕМ.

Підприємство має 29 електродвигунів загальною потужністю 68 кВт, 6 енергоблоків потужністю 30 кВт, електроосвітлювальні установки загальною потужністю 1,5 кВт.

Підприємство споживає 5400 кВт/год електроенергії.

Довжина проводів 0,4 кВА - 0,5 км.

Стан електрифікації підприємства задовільний. Але майже всі процеси не автоматизовані, що призводить до частих поломок електрообладнання. Розрахунок електроенергії здійснюється лічильником одного типу.

1.3 Характеристика об'єкта проектування

В даній магістерській роботі розроблено деревообробний цех. Така потреба виникає в зв'язку з сушінням деревини, яка надходить у господарство від рубок і використовується для господарських потреб. Необхідність сушіння деревини залежить від технологічного процесу - виробництва столярних та інших виробів необхідної якості.

Сушка - це процес видалення вологи з деревини шляхом випаровування. У процесі сушіння деревини досягаються необхідні якісні характеристики для її подальшого використання для господарських потреб даного виробництва.

Процес сушіння деревини включає наступні технічні операції:

- процеси термообробки, пов'язані з розігрівом дров і підтримкою їх температури протягом певного часу, або цілодобово з урахуванням цін на електроенергію;
- процеси сушіння пов'язані зі зниженням вологості деревини, з метою поліпшення якісних характеристик матеріалу.

Підприємство має деревообробний цех та пилораму, які використовуються як для фінансових потреб підприємства, так і для населення.

Підприємство працює позмінно з вихідними та святковими днями. Для забезпечення нормального технічного процесу сушіння деревини необхідно впровадити автоматизований процес сушіння, що забезпечує безперебійну роботу сушарки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування та вибір технологічного процесу сушарки

Технічні характеристики сушарки визначаються підвищенням фізико-механічних і експлуатаційних властивостей деревини при зниженні її вологості.

Свіжа деревина має вологість 70-80%, а загальноприйняті норми для столярних виробів - 7-12%. Вологість деревини, призначеної для деревообробної промисловості і будівництва, повинна бути попередньо доведена сушаркою до заданого значення відповідно до умов експлуатації виробів, а самі вони повинні бути захищені від вологи. Суха деревина більш стійка до гниття. При зниженні вологості в деревині зменшується її вага і водночас підвищується міцність. Суха деревина набагато краще склеюється і обробляється, ніж волога.

Таким чином, до основних технічних характеристик сушіння деревини відносяться:

- Запобігання зміни форми і розмірів деталей;
- профілактика карієсу;
- схуднення з одночасним збільшенням сили;
- підвищення якості склеювання та обробки.

Повітряні камери переривчасті та безперервні з внутрішніми осьовими вентиляторами. Оскільки технічний процес на цій фермі має свою періодичність, будемо використовувати камеру періодичного повітря.

У сучасних сушильних установках наразі необхідна автоматизація контролю та регулювання процесів сушіння деревини, що дозволить підвищити продуктивність сушильних камер, якість висушеної деревини та покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

Важливим завданням у цьому напрямку є дистанційне керування та автоматизація регулювання температури та вологості сушильного агента з поправкою на вологість деревини, контроль показників якості деревини в процесі сушіння, наприклад, величини внутрішніх напружень у деревині.

Вибираємо сушарку з камерою періодичного повітря та осьовими вентиляторами, найпростішу у виробництві та за технічними характеристиками. Так прийнято називати сушильні камери, в яких циркуляція повітря забезпечується безпосередньо внутрішніми елементами. При обертанні вентиляторів тепле повітря від нагрівальних елементів здійснює кругові рухи по камері і послідовно проходить через нагрівальні елементи, розташовані перед осьовими вентиляторами, і щілини в дерев'яному пакеті. У лівій половині камери вентилятора створюється розрідження, а в правій – тиск. Надлишок вологи видаляється за допомогою витяжного відцентрового вентилятора.

де n – кількість годин для поступового нагрівання деревини (приймаємо $n = 24$ години).

Розраховуємо потужність нагрівних елементів:

$$P_x = \frac{907,77}{24} = 37,82 \text{ кВт.}$$

Для контролю за вологістю і температурою, використовуються датчики вологості і температури. В якості датчика вологості використовуємо термометр, який опущений в ємність з водою і покритий вологою матерією. Для того, щоб прогріти повітря і пакет деревини до певної температури, необхідно в сушильній камері вентиляторами з нагрівними елементами проганяти гаряче повітря через штабелі дощок.

1.1 Опис технологічного процесу

Камерне сушіння — основний спосіб сушіння пиломатеріалів у сушильних камерах, обладнаних необхідним обладнанням і пристроями. У камерах регулюється температура, вологість і ступінь циркуляції повітря.

Штабель формують з дощок одного виду і товщини. Спосіб укладання деревини залежить від напрямку (циркуляції) сушильного агента. Для сушильних камер із протиточною циркуляцією її укладають з дерев'яними проміжками, а для камер з горизонтальним обертанням і прямолінійною циркуляцією з протиточною циркуляцією - щільно.

Сушка деревини відбувається при певній температурі і вологості, яка відрізняється в залежності від режиму і стадії сушіння. Під час сушіння в камері температура повітря поступово (у градусах) підвищується, а відносна вологість сушарки знижується. Режими сушіння підбирають з урахуванням породи деревини, товщини пиломатеріалів, кінцевої вологості, категорії якості висушуваних матеріалів, конструкції (типу) камер.

Режими сушіння, в залежності від призначення деревини, включають два процеси - низькотемпературний і високотемпературний. На першому етапі сушіння в низькотемпературних режимах як сушильний агент використовують вологе повітря з температурою нижче 200°C. Залежно від пропонованих вимог до деревини режими поділяються на:

- soft M, що забезпечує бездоганне висихання зі збереженням фізико-механічних властивостей деревини та фарби;

- нормальна Н, що призводить до бездоганного висихання з можливою незначною зміною кольору деревини хвойних порід, але зі збереженням міцності;

- обов'язковий Ф, де деревину отримують із збереженням опору на вигин, розтяг і стиск, але зі зниженням на 25-20% опору на злам і розколювання та можливим потемнінням деревини.

Відповідно до цих режимів передбачається триступенева зміна параметрів агента сушіння, причому перехід від кожного етапу режиму до наступного можна здійснювати лише після досягнення матеріалом певної вологості, заданої режимом.

Режими високотемпературного процесу сушіння для камер циклічної дії передбачають двоступеневу зміну параметрів сушильного агента, причому

перехід від першого ступеня до другого здійснюється при досягненні вологості деревини (перехід) 20 градусів. %. Режим високої температури визначається в залежності від породи і товщини деревини. Для сушіння деревини, що використовується для виготовлення несучих елементів будівельних конструкцій, допускається застосування високих температурних режимів, при яких допускається зниження міцності та потемніння деревини.

Перед проведенням процесу сушіння за обраним режимом деревина прогрівається парою. Тривалість початкового нагрівання дров залежить від породи деревини. Після нагріву параметри сушильної речовини доводять до першого ступеня режиму, а потім починають сушити деревину, дотримуючись встановленого режиму. Температура і вологість повітря регулюються вентилями в паропроводах і заслінками витяжних каналів.

У процесі сушіння в деревині створюються залишкові внутрішні напруги, для їх усунення проводять проміжну і остаточну волого-теплову обробку з підвищеною температурою і вологістю. При такій обробці піддаються пиломатеріали, висушені до робочої вологості, а потім піддані механічній обробці.

Проміжну тепловологісну обробку проводять при переході від другої до третьої стадії або від першої до другої при сушінні у високих температурних режимах. Остаточна волого-теплова обробка проводиться тільки після досягнення деревиною необхідної кінцевої середньої вологості. У процесі остаточної вологотермічної обробки температуру в камері підтримують на 8 °С вище кінцевого рівня режиму, але не вище 200 °С. Після закінчення останньої волого-теплової обробки висушені пиломатеріали витримують у камерах протягом 2-3 годин при параметрах, передбачених останнім ступенем режиму, після чого камери зупиняють.

Період висихання

Штучне сушіння партії деревини - це операція, яка починається із завантаження правильно укладеного і затверділого матеріалу в камеру і

закінчується вивантаженням цього матеріалу після завершення повного циклу обробки.

Для зручності та кращого розуміння процесів, що відбуваються, розглянемо процес обробки, який можна розділити на чотири етапи, під час яких відрізняються як характеристики деревини, так і робота установки.

Перший етап. Попередній нагрів.

Деревина, завантажена в сушильну камеру, звичайно, буде мати температуру навколишнього середовища, яка була на той момент.

Назвемо його $T_{навк.сер.}$ (температура навколишнього середовища).

Слід враховувати, що в країнах з помірним кліматом (в тому числі і в Україні) або в країнах, розташованих в приполярних областях, взимку температура може опускатися нижче нуля градусів.

Для правильного сушіння цю деревину необхідно нагріти до проміжної температури, щоб уникнути занадто сильного перепаду температури під час наступних операцій.

Температура попереднього підігріву (нижче вказана як $T_{р.наг.}$) змінюється в межах 30°C .

Тепло від $T_{навк.сер.}$ Для $t_{п.наг}$ він повинен бути рівномірним і текти повільно - нагадуємо, що дерево є теплоізоляційним матеріалом, тепло майже не поглинається. Слід уникати дуже різкого перепаду температури (максимум $20-25^{\circ}\text{C}$), щоб не було різниці температур між поверхнею і серцевиною плити. Залежно від породи деревини і товщини шару, що висихає, протягом певного часу необхідно підтримувати постійну температуру.

Одиничний інтервал часу між двома тепловими стрибками (одиниця товщини пластини h_0) можна вивести з таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 – Залежність тривалості від щільності дерев

Питома щільність дерев	α_0^*
До 450 кг/м^3	2,5 години
від 450 до 600 кг/м^3	2,0 години
$600-800 \text{ кг/м}^3$	2,5 години

Більше 800 кг/м ³	3,0 години
------------------------------	------------

*на кожен см товщини деревини, що висушується

Для всіх підвишень температури, які відбуваються під час процесу сушіння, фактор росту залишається фіксованою точкою.

Примітка: якщо температура дерева нижче нуля, то вільна вода всередині дерева замерзла. У цьому випадку потрібно дуже акуратно оплавити дерево.

Є ще одна небезпека, яка чекає нас на початковій фазі розминки.

Як зазначалося вище, нагрівання повітря призводить до зниження його відносної вологості. Деревина на початковому етапі нагрівання «омивається» потоком гарячого і сухого повітря. В результаті повинно відбуватися швидке висихання поверхонь плівки із закриттям пор. Це явище називається «поверхнева цементация», яка серйозно перешкоджає подальшому процесу висихання.

Щоб уникнути цього, відносна вологість повітря повинна бути дуже високою на етапі попереднього нагрівання.

Тому на початковому етапі нагріву деревину не сушать, а готують до подальшої сушіння.

Якщо $T_{навк.сер.}$ дорівнює або наближається до $T_{р.наг.}$, то кроком попереднього нагріву можна знехтувати. У цьому випадку можна відразу переходити до наступного етапу.

Нарешті, якщо необхідно висушити деревину з початковою вологістю нижче точки насичення волокна, то її нагрівають до необхідної температури (сушіння) від $T_{навк.сер.}$ з урахуванням фактора росту на етапі попереднього прогріву. нижче точки насичення волокна).

Другий етап. Сушіння вище точки насичення волокон.

Після закінчення етапу попереднього нагріву починається сушіння деревини. На цьому етапі передбачається, що вся вільна вода була видалена з дерева

Видалення вільної води є відносно простою операцією; деревина дуже швидко сохне, тому діяти потрібно обережно, тобто необхідно дотримуватися не дуже високих температур і відносно високих показників вологості.

Початковий етап нагрівання завершувався доведенням деревини до температури приблизно 30 °С. На цьому другому етапі температура в камері підвищується до значення, яке ми позначимо як T_2 , щоб почати сушіння.

Величина T_2 не є постійною, вона залежить від типу матеріалу, в першу чергу від товщини дошки на етапі сушіння. (Значення T_2 коливається в межах 40-70°C, переважає близько 50°C). Для підвищення температури від $T_{пр.наг.}$. Фактор росту (товщина h_0 x) використовується до T_2 , який з'являється на етапі попереднього нагрівання.

Деякі види тропічних дерев уражаються грибок, який залишає плями на деревині. Цей грибок добре росте в діапазоні температур $T_{пр.наг.} - T_2$ у вологому кліматі. Тому необхідно якомога швидше усунути цей інтервал. У цьому випадку вам слід відмовитися від фактора росту та відрегулювати температуру до значення T_2 .

Після досягнення температури T_2 її необхідно підтримувати постійною протягом усього етапу.

Вище точки насичення волокна стадія сушіння відбувається при постійній температурі T_2 .

Оскільки на цьому етапі процес сушіння відносно простий, градієнт сушіння не повинен бути занадто високим.

Третій етап. Проміжний нагрів.

На другому етапі дерево віддало всю вільну воду. Тепер потрібно видалити воду.

Дерево сильніше віддає вологу, і процес висихання відбувається повільніше. Тепер необхідно працювати при більш високих температурах і більш низьких значеннях відносної вологості.

В першу чергу температура підвищується до третього значення T_2 (значення T_2 коливається в діапазоні $60-80\text{ }^\circ\text{C}$, переважне значення зупиняється на позначці $70\text{ }^\circ\text{C}$).

Четвертий етап. Сушіння нижче значення точки насичення.

Ця стадія також відбувається при постійній температурі T_2 .

П'ятий етап. Кондиціонер.

Щоб краще зрозуміти явище висихання деревини, візьмемо замість дошки пакет гігроскопічного паперу, змоченого вологою. Спрямуємо на опору потік теплого і відносно сухого повітря, який «омиває» верхні шари, останні прагнуть висихати, поступово забираючи вологу з нижніх листів і переходячи до центральних.

Зовні цей процес представляється як «міграція» вологи від центру до поверхні, яка постійно осушується повітрям.

У цьому випадку розподіл вологи по всій його товщині ніколи не буде рівномірним. Вологість у центрі упаковки завжди буде вищою, ніж на поверхні.

Те ж саме відбувається з деревиною в процесі сушіння.

Різниця вологості деревини утворюється між серцевиною та периферією та збільшуватиметься зі збільшенням товщини деревини та збільшенням швидкості процесу сушіння (градієнт).

Таким чином, вологість деревини приймається за середнє значення.

Ця різниця вологи між серцевиною та периферією завжди викликає стрес у деревині та в багатьох випадках впливає на міцність деревини, яка може бути перевищена.

Тому на етапі кондиціонування відбувається більш рівномірний розподіл вологи по всій товщині плити, що значно знижує навантаження.

Іншим, не менш важливим аспектом є висока температура деревини в кінці сушіння (T_2). Дуже різкий перехід від температури T_2 до температури навколишнього середовища $T_{\text{навк.сер}}$. (як уже згадувалося, він може бути нижче нуля) може викликати тепловий «удар» з несподіваними результатами.

Тому перед тим, як вийняти дрова з камери, варто довести їх температуру до низьких значень.

«Міграція» вологи від ядра до периферії — явище, яке має певну інерцію і, природно, не закінчується із закінченням циклу сушіння.

В цей же час варто почати охолоджувати дрова. Це допоможе підвищити відносну вологість.

Правильне охолодження повинно знизити температуру в камері на 40-50% від різниці $T_2 - T_{navk.ser.}$.

2.2 Вибір типу сушарки та її розташування в технологічній схемі

Практичною метою всіх видів сушіння є мінімізація коливань кінцевої вологості деревини.

Вибір способу сушіння, обладнання та організації процесу залежить від багатьох факторів як технологічного, так і місцевого значення. Основними факторами з низкою специфічних показників є наступні:

- вимоги до якості та обсягу матеріалів, що висушуються;
- забезпечення енергоносіями;
- умови розміщення сушильних камер;

В основу класифікації способів сушіння покладено теплообмінні властивості матеріалу, що сушиться, і на цій основі можна виділити такі види сушіння: конвективне, кондуктивне, радіаційне, електричне. У таблиці 2.2 наведено види і способи сушіння.

Таблиця 2.2 – Види та способи сушіння деревини.

Тип сушіння	Сушильні засоби	Спосіб сушіння	Основні ознаки процесів

Конвективно-атмосферний	Погода Погода	На корені Атмосферний	Сушка з використанням властивої кроні живого дерева сили Сушка у відкритих або під навісами
Конвективний – тепло	Повітря, паливний газ, водяна пара та суміші рідини	Газовий котел Повороти Вакуум У рідинах	Сушка в нагрітому газовому середовищі при атмосферному тиску Сушка парою з додатковим використанням відцентрового ефекту Сушіння парою при тиску нижче атмосферного Сушіння рідинними сушилками з підігрівом
диригент	Погода	диригент	Сушіння шляхом теплопередачі матеріалу з використанням теплопровідності при контакті з нагрітими поверхнями
випромінювання	Погода	випромінювання	Сушіння матеріалу радіаційним теплообміном
Електрика	Погода	Діелектрик	Сушка в ТВФ або СВЧ електромагнітному полі з теплопередачею матеріалу за рахунок діелектричних втрат
Електрика	Погода	Індуктивний	Електромагнітна сушка поле промислової частоти з передачею тепла матеріалу від феромагнітних доріжок, розташованих усередині палі, що нагрівається індукційними струмами.

У разі сушіння в рідинах сушильним агентом є гідрофобні та гідрофільні рідини.

У гідрофобних рідинах, маслах, розплавлених металах і сірці механізм дегідратації подібний до високотемпературного конвективного сушіння. Тому всі негативні наслідки - зниження міцності деревини, великі внутрішні напруги, властиві високотемпературному режиму сушіння, також присутні тут.

Недоліком способу є великі експлуатаційні витрати через необхідність використання дорогих гідрофобних розчинів.

Роторний спосіб сушіння — це механічне зневоднення деревини в полі відцентрових сил. Робиться це в спеціальних карусельних сушарках, а

найкращий ефект досягається, коли на діаметрі обертової платформи розміщуються палі або деревина, або навіть кругла різновид. При цьому вектор відцентрової сили збігається з віссю сорту деревини, і зневоднення відбувається вздовж волокон. Звичайно, таким чином з дерева можна видалити лише вільну воду. При цьому вологість свіжої деревини знижується до 40-45% за короткий час - протягом 20-20 хвилин. Деревина з початковою вологістю 30-35% або нижче не може бути зневоднена за допомогою відцентрового ефекту.

Таким чином, ротаційна сушка може замінити перший, найбільш енергоємний і трудомісткий етап камерного сушіння. Техніко-економічні розрахунки показали, що поєднання карусельної та камерної сушки зменшує енерговитрати в 2,5-2 рази, а витрати на сушку – на 25-30%.

Недоліком поворотного способу є громіздкість конструкцій, складність поворотної платформи і балансування вантажу. Тому такі сушарки не отримали широкого поширення

Атмосферна сушка – найдешевший спосіб. Він не вимагає капітальних витрат, як камера, але потребує великого запасу матеріалів.

Відомо, що атмосферно висушена деревина може використовуватися багато століть, якщо її повторно не зволожувати.

Головним недоліком атмосферної сушки є неконтрольованість процесу: в районах з підвищеною вологістю повітря підвищується ймовірність ураження деревини грибками, а на півдні — розтріскування.

Камерне сушіння — основний спосіб сушіння пиломатеріалів у сушильних камерах, обладнаних необхідним обладнанням і пристроями. У камерах регулюється температура, вологість і ступінь циркуляції повітря.

Зазвичай під камерним сушінням розуміють вид конвективно-термічного сушіння, що здійснюється в конвективних камерах різної конструкції.

Сушильні камери можуть мати будівлі або металеві огорожі; бути стаціонарним або мобільним; здійснювати постійну або періодичну сушку матеріалу.

Вибір категорії режиму здійснюється відповідно до вимог до швидкості одержання сухого матеріалу, оскільки тривалість процесу в м'якому та форсованому режимах відрізняється більш ніж у два рази, а також призначення матеріалу. , оскільки підвищення температури сушіння призводить до втрати міцності деревини.

Рух повітря в камерах здійснюється за допомогою осьових або відцентрових вентиляторів. Значення швидкості циркуляції повітря в сучасних камерах коливаються від 2,0 до 5,0 м/с в залежності від породи деревини.

Порівняно з атмосферним сушінням перевагами камерного сушіння є менший час і можливість контролювати процес.



2 – пластинчастий нагрівач, 2 – пристрій рециркуляції теплоносія, 3 – пристрій зволоження теплоносія, 4 – дров'яні штабелі, 5 – осьовий вентилятор, 6 – підвісна стеля, 7 – завантажувально-розвантажувальні двері.

Рисунок 2.2 – Схема камерної конвективної сушарки лінії сушіння деревини

Через особливості розвитку внутрішніх напружень в деревині найбільш небезпечним є початковий період сушіння із середньою вологістю до 30%. Тому камерні режими сушіння розраховані на те, щоб перший етап, який займає близько 40-45% від усього часу сушіння, був найбільш «вологим».

Схема сушарки наведена на рисунку 2.2. Повітря, що надходить в камеру з рециркуляційних отворів 2, змушується циркулювати за допомогою вентиляторів 5, які направляють його до радіаторів через канали, створені підвісною стелею 6. Далі нагріте повітря надходить у штабелі деревини 4, після чого частина його викидається в атмосферу по каналах 3, а частина рециркулює. При недостатній вологості в камері включається спринклер 3, який зволожує холодильник до необхідного рівня.

Сушіння пиломатеріалів листяних порід проводиться в спеціальних низькотемпературних камерах при температурі до 40 °С. При цьому процес сушіння є контрольованим, його тривалість у 5-8 разів менша за атмосферне, а ступінь нерівномірності сушіння значно менший.

Основним завданням цього пристрою є сушка деревини для подальшого використання у виробництві або будівництві.

Для цього процесу необхідна сушильна камера, що відповідає максимальним вимогам технологічних умов.

Призначений для видалення вологи з деревини.

Конвективні сушильні камери складають близько 75% від загального виробництва сушильних камер для деревообробної промисловості в Україні. Ці пристрої досить прості у виготовленні і надійні в експлуатації, і при цьому вони досить універсальні, тобто їх можна використовувати для сушіння деревини будь-якого стандартного розміру і досягнення заданої кінцевої вологості.

2. Технічні характеристики

Тип завантаження	Лобова;
Товщина теплоізоляції, м	0,22;
призначення	Розсувні;
Ревізійні ворота	0,54 x Н=2,58;
Замки	4;
Двигуни для замків.	2;
Діаметр ковпачка, м	0,2;

Гідравлічна дверна система	2;
Трифазні електродвигуни	3x3 кВт реверс;
Електрична напруга	400 В 50 Гц;
Обертається за хвилину	2450;
Діаметр вентилятора, м	0,9;
Вентиляційна витрата, м ³ /с	2.26;
Витрата води, м ³ /с	2 344;
Теплоносій	Гаряча вода
Температура охолодження, °С	95;
Теплова потужність, кВт/год	200;
Матеріал теплообмінника	Al/Cu
Напруга серводвигуна, В	24;
Робоча температура, °С	20-90;
Ені, м	5.2;
Довжина, м	7,5;
Робоча висота, м	6.2.
Маса приладу, кг	7250

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Параметричний розрахунок конвективної сушарки деревини

Метою розрахунку сушіння є визначення технологічних параметрів процесу.

Вихідні дані:

початкова концентрація вологи в деревині, % W_H	60;
кінцева вологість готової продукції, % W_K	10;
температура охолоджувальної води на вході t_1 , К°	368;
температура теплоносія на виході t_2 , С°	333;
температура повітря в початковий період часу t_{1p} , С°	323;
вологість повітря на вході в камеру, г/кг d_1	110;
товщина плити s , мм	32;
час висихання при певній товщині, год τ	193;
коефіцієнт нерівномірності швидкості сушіння K	1,2;
середня щільність матеріалу (дуб), кг/м $^3\rho_6$	690;

Розрахунок проводили за методикою, наведеною в літературі [1].

Схема сушарки наведена на рисунку 1.1

3.1.1 Визначення часу сушіння в циклічних ударних камерах у низькотемпературному процесі

Загальний час сушіння, включаючи попередній нагрів і вологотеплову обробку, визначається за виразом h

$$\tau = \tau_{исх} A_p A_c A_k A_v A_d = 193 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1,2 \cdot 1,11 \cdot 1 = 246,8 \text{ год};$$

$\tau_{исх}$ - початковий період фактичного сушіння окремих видів пиломатеріалів товщиною () і шириною () м) в нормальних режимах в камерах з примусовою зворотною циркуляцією середньої інтенсивності (розрахункова швидкість повітря - 1 м/с, ширина штабеля 1,3... 2) 60 Визначаємо за таблицею 3.1 від % початкової вологості до кінцевої вологості 10 %. – коефіцієнт, що враховує жорсткість застосовуваного режиму сушіння. В даному випадку для звичайного режиму $S_1 S_2 \tau_{исх} A_p A_p = 1$. $A_{ц}$ - коефіцієнт, що враховує характер та інтенсивність циркуляції повітря в камері. Визначається за даними таблиці 3.2 залежно від виробу та швидкості обороту. Швидкість циркуляції $\tau_{исх} A_p \omega_{ц} = 2$ м/с.

Таблиця 3.1 – Початковий час висихання деревини

Товщина деревини S_1 , мм	Ширина деревини S_2 , мм					
	40-30	60-70	80-100	110-130	140-180	>180
Сосна, ялина, ялиця, кедр						
до 16 числа	23	23	26	27	27	27
19	29	31	32	33	33	33
22	34	37	39	39	39	39
23	43	30	33	34	33	33
32	39	63	68	72	73	73
40	71	79	84	86	88	83
30	–	93	99	100	104	103
60	–	103	114	122	123	130
70	–	–	147	161	178	194
73	–	–	136	177	197	218
Береза, вільха						
до 16 числа	36	37	37	38	39	39
19	44	43	47	47	48	48
22	30	31	33	34	33	33
23	67	73	78	81	83	84
32	81	83	88	91	92	94
40	93	96	100	101	103	107
30	–	113	130	141	149	138
60	–	133	187	213	231	249
73	–	–	377	420	463	314
Дуб, горіх, горіх						

до 16 числа	84	83	83	87	87	88
19	88	91	94	96	96	97
22	97	101	104	103	106	107
23	117	123	132	136	138	140
32	146	173	193	206	214	221
40	183,	234	269	293	307	321
30	–	363	431	488	320	331
60	–	362	679	777	841	903
73	–	–	1086	1209	1340	1483

Оскільки час висихання залежить від багатьох нестабільних факторів, наведена наступна таблиця. 3.1 Попередні дані для деяких порід деревини є орієнтовними (наприклад, для ясена, болиголова, в'яза, горіха). Залежно від конкретних умов і результатів контрольного сушіння в умовах виробництва вони можуть коригуватися.

Таблиця 3.2 – Значення коеф A_p для камер із зворотною циркуляцією.

тисх A_p , ч	Швидкість циркуляції ω_{mat} , м/с							
	0,2	0,3	1,0	1,3	2,0	2,3	3,0	3,3
20	3.14	1,80	1,00	0,78	0,63	0,34	0,49	0,46
40	2.40	1,63	1,00	0,81	0,67	0,39	0,34	0,32
60	2.03	1.38	1,00	0,84	0,71	0,64	0,60	0,38
80	1.76	1.42	1,00	0,83	0,76	0,72	0,68	0,67
100	1.36	1.32	1,00	0,88	0,81	0,79	0,78	0,77
140	1.31	1.13	1,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
180	1.13	1.10	1,00	0,96	0,93	0,94	0,93	0,92
>220	1.08	1.03	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,93

Коефіцієнт в залежності від початкової та кінцевої вологості визначається за таблицею 3.2 $A_p W_n W_k$.

Коефіцієнт підбирають залежно від категорії якості виробу з урахуванням тривалості волого-теплової обробки деревини в камері та кондиціонування. $A_{ц}$

Таблиця 3.3 – Значення коеф A_b

Початкова вологість $W_n, \%$	Кінцева вологість $W_c, \%$											
	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
120	1.07	1.12	1.18	1.23	1.33	1.43	1.49	1.33	1.61	1.68	1.76	1.86
110	1,00	1.06	1.12	1.20	1.28	1.37	1.43	1.49	1.33	1.62	1.71	1.81
100	0,94	1,00	1.06	1.14	1.22	1.31	1.37:-	1.43	1.30	1.37	1,63	1.73
90	0,87	0,93	1,00	1,07	1,16	1,23	1,30	1,36	1,43	1,31	1,38	1,68
80	0,80	0,86	0,93	1,00	1,09	1,18	1,23	1,29	1,33	1,43	1,31	1,61
70	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10	1,13	1,21	1,27	1,33	1,43	1,32
63	0,67	0,74	0,80	0,87	0,96	1,03	1,10	1,16	1,23	1,30	1,38	1,48
60	0,62	0,68	0,73	0,82	0,91	1,00	1,03	1,11	1,18	1,23	1,33	1,43
33	0,37	0,63	0,69	0,77	0,83	0,94	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,38
30	0,31	0,37	0,63	0,71	0,79	0,89	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,32
43	0,44	0,30	0,37	0,64	0,73	0,82	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13	1,23
40	0,37	0,43	0,49	0,37	0,63	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00	1,08	1,18
33	0,29	0,33	0,43	0,49	0,37	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10
30	0,19	0,23	0,32	0,39	0,48	0,37	0,62	0,68	0,73	0,82	0,90	1,00
28	0,13	0,21	0,27	0,33	0,43	0,33	0,38	0,64	0,71	0,78	0,86	0,96
26	0,10	0,16	0,23	0,31	0,38	0,48	0,34	0,39	0,66	0,73	0,82	0,91
24	0,06	0,11	0,18	0,27	0,33	0,43	0,49	0,34	0,61	0,68	0,77	0,86
22	–	0,06	0,13	0,22	0,28	0,38	0,43	0,49	0,36	0,63	0,71	0,81
20	–	–	0,07	0,14	0,22	0,32	0,37	0,43	0,49	0,37	0,63	0,73

Фактор довжини A_d для Заготовки знаходяться в залежності від співвідношення довжини матеріалу до його товщини; для деревини $S_1 A_d = 1$.

3.1.2 Вибір розрахункового матеріалу та режим сушіння

Для сушіння деревини різних розрізів в одиницю часу необхідна неоднакова кількість тепла. Більше тепла використовується для сушіння тонкої деревини, яка зазвичай висихає найшвидше.

Основна частина деревини виготовлена з деревини хвойних порід. Тому при проектуванні сушильних камер зазвичай в якості розрахункового матеріалу приймають соснові обрізні дошки товщиною 23 мм і шириною не менше 180 мм. Якщо в даній заявці немає пиломатеріалів, вирізаних з цього розрізу, то в якості розрахункового матеріалу беруться найбільш швидковисихаючі дошки, наявні в специфікації.

Режим сушіння вибирається в залежності від виду і товщини розрахункового матеріалу, а також вимог до якості висушеної деревини. Для сушіння деревини різного призначення використовуються відповідні режими.

На практиці, як правило, використовують низькі температурні режими, оскільки вони забезпечують більш високу якість висушеного матеріалу.

3.1.3 Визначення кількості випареної вологи, параметрів сушарки, об'єму та маси сушарки, чистого та відпрацьованого повітря

Для об'єму матеріалу 32 м³ за завданням необхідно навантажити 12 палів розмірами 130 × 6000 × 32 з зазорами (23 × 23 × 3). 1200×1200×6000. Прийнята схема розміщення показана на рисунку 3.1.

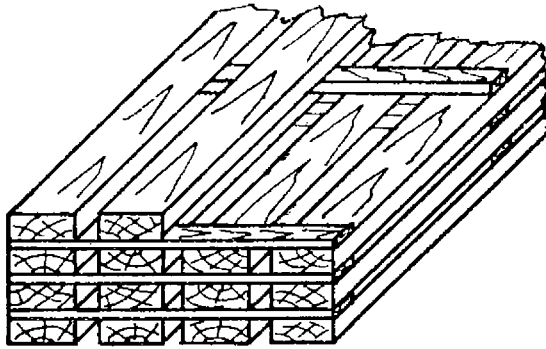


Рисунок 3.1 – Схема монтажу бруса

Далі збираємо розміри щита за прийнятою схемою. Враховуючи відстань для забезпечення каналу подачі повітря та циркуляції повітря, остаточно приймаємо розміри камери.

Під час повітряного сушіння розрахункову температуру t і відносну вологість сушарки визначають за режимом, обраним на вході в штабель. Для періодичних камер ці параметри приймаються за середньою швидкістю режиму. φ_1

Для камер дозування слід перевіряти швидкість циркуляції осушувача через трубу. При цьому наводять три-чотири значення різниці температур: для хвойних = $(2...3)^\circ\text{C}$; бук для берези = $(1,3...2,3)^\circ\text{C}$; для дуба, модрина = $(1-1,3)^\circ\text{C}$. $\Delta t_1 - t_2 \Delta t \Delta t \Delta t$

Результати розрахунків для інших поширених порід дерев наведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Визначення часу висихання деревини

Порода , переріз дереви ни, мм	Категорія режиму	Вологіст ь		Початковий час висихання $\tau_{\text{дг}}$	Коефіцієнти				$\tau_{\text{суш}}$, годи на	$\tau_{\text{об.ф}}$ $\tau_{\text{об.у}}$ днів	K_{τ}
		$W_{\text{н}}$, %	$W_{\text{к}}$, %		$A_{\text{р}}$	$A_{\text{ц}}$	$A_{\text{в}}$	$A_{\text{к}}$			
Сосна, зріз. 32×130	Н	90	8	73	1.7	0,8 4	1.3 1	1.1 3	181, 01	7,64	0,9
Ялинка зрізана 23×130		10 0	8	83	1.7	0,9	1.3 7	1.1 3	229, 28	9,63	1.1 4
Береза зріз 40×130	Н	10 0	8	10 3	1.7	0,9 3	1.3 7	1.1 3	299, 72	12,3	1.4 8

Таким чином, з технологічного розрахунку за проект прийнята камерна сушарка циклового типу з розмірами камери 4000×4600×6000 мм.

3.2 Аеродинамічний розрахунок камери

3.2.1 Розрахунок тиску вентилятора

Метою розрахунку є визначення оптимального тиску вентиляторів.

Вихідні дані:

кількість уболівальників 3;

діаметр вентилятора $D_{\text{в}}$, м 1;

довжина камери L , м 6;

Таблиця 3.3 Площі циркуляції осушувача в камері циклічного впливу

Номери лотів	Назви полів
1	Вболівальники
2, 4, 16, 18	Він обертається під кутом 133°

3, 13	Бічні канали
6, 14	Він повертається під кутом 90°
7, 11	Доступ до стека (різке скорочення)
8, 12	купи
9, 13	Unstack (раптове розширення)
10	Перегородковий обігрівач

Розрахунок проводили за методикою, наведеною в літературі [3].

Рівень плинності агентів на кожному сайті U_i , м/с, визначається за формулою

$$U_i = \frac{V_y}{f_i};$$

де f_i - площа поперечного перерізу каналу в площині, перпендикулярній до потоку сушильного агента у відповідному перерізі, м².

Визначення площі поперечного перерізу каналу в площині, перпендикулярній потоку сушильного агента у відповідній зоні. f_i , м²:

Сюжет 1. Вболівальники

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D_B^2}{4} \cdot n = \frac{3,14 \cdot 1}{4} \cdot 3 = 4,71 \text{ м}^2;$$

де D_A - діаметр ротора вентилятора, м;

n - кількість вентиляторів у кімнаті.

Приймаємо $D_B=1$ м; $n=3$ шт.

Ділянка 2,4,16,18. Він обертається під кутом 133°.

Давайте візьмемо перемикач каналів на землі f_2 до повороту сушильного агента, тобто дорівнює f_1

$$f_2 = f_4 = f_{16} = f_{18} = 4,71 \text{ м}^2;$$

Ділянка 3, 13. Бокові канали

$$f_{5,15} = b_{\text{cp}} \cdot L = 3 \cdot 6 = 13,2 \text{ м}^2;$$

де b_{cp} – середня ширина русла.

L - внутрішній розмір камери по довжині.

Ми приймаємо $b_{\text{cp}} = 3,0 \text{ м}$, $L = 6 \text{ м}$.

Розділ 6, 14. Повороти на кут 90° .

Давайте візьмемо перемикач каналів на землі f_6 до повороту сушильного агента, тобто дорівнює f_5

$$f_6 = f_{14} = f_5 = f_{15} = 13,2 \text{ м}^2$$

Розділ 7, 11. Доступ до стеку (Раптове скорочення)

$$f_7 = f_{11} = F_{\text{ж.сеч.шт}} = 15.1 \text{ м}^2$$

Ділянка 8,12. купи

$$f_8 = f_{12} = F_{\text{ж.сеч.шт}} = 15.1 \text{ м}^2$$

Розділ 9, 13 Вихідний стек (раптове розширення)

$$f_9 = f_{13} = F_{\text{ж.сеч.шт}} = 15.1 \text{ м}^2$$

Ділянка 10. Обігрівач біметалічний секційний

$$f_3 = f_{15} = 4 \cdot F_{\text{ж.сеч.к}} = 4 \cdot 0,455 = 1.82 \text{ м}^2$$

Приймаємо $F_{\text{zh}} \text{ січня.} = \text{до } 0,433$.

Всі розрахунки для визначення швидкості циркуляції осушувача зведені в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Швидкість циркуляції сушильного агента в кожній зоні

Номери лотів	1	2, 4	3, 13	6, 14	7,11	8, 12	9, 13	10
ϕi , м2	4.71	4.71	13.2	13.2	13.1	13.1	13.1	1.82
ψi , Пані	9.74	9.74	3.47	3.47	3.04	3.04	3.04	2.32

Визначення опору руху сушарки в кожній зоні Δh_i , Па:

Сюжет 1. Вболівальники

$$\Delta h_1 = \frac{\rho \cdot v_{\text{вх}}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{вх}} = \frac{0,69 \cdot 9,74^2}{2} \cdot 0,8 = 26,1 \text{ Па};$$

де ρ - середня щільність сушарки, кг/м³ ;

$\zeta_{\text{вх}}$ - коефіцієнт місцевого опору осушувача на вході вентилятора.

Ми приймаємо $\zeta_{\text{вх}} = 0,8$ – для проміжних камер з осьовими вентиляторами;
 $\rho = 0,69$ кг/м³.

Розділ 2.4. Він повертається під кутом 90°

$$\Delta h_{2,4} = \frac{\rho \cdot v_{\text{вх}}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{пов}} \cdot 4 = \frac{0,69 \cdot 9,74^2}{2} \cdot 0,25 \cdot 4 = 32,7 \text{ Па}$$

де $\zeta_{\text{пов}}$ – коефіцієнт повороту на кут 133°;

Ми приймаємо $\zeta_{\text{пов}} = 0,25$

Секція 3. Утеплювач секційний

$$\rho v_{\text{к}} = 0,56 \cdot 5,04 = 2,8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

Приймаємо на утеплювач $\Delta h_3 = 20$ Па .

$$\Delta h_3 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ Па}$$

Ділянка 3, 13. Бокові канали

$$\Delta h_{5,15} = \frac{\rho \cdot v_{5,15}^2}{2} \cdot \frac{\xi_{5,15} \cdot l_{5,15} \cdot u_{5,15}}{4 \cdot f_{5,15}} = \frac{0,69 \cdot 3,47^2}{2} \cdot \frac{0,028 \cdot 4,4 \cdot 36,46}{4 \cdot 13,2} = 0,33 \text{ Па}$$

де $\xi_{5,15}$ - коефіцієнт тертя для бічного каналу;

$l_{5,15}$ - висота сушильної зони, м;

$u_{5,15}$ - периметр бічного каналу, м.

Ми приймаємо $l_{5,15} = 4,4$ м ; $\xi_{5,15} = 0,028$; $u_{5,15} = 14,8$ м ; $f_{5,15} = 13,2$.

Периметр каналу u , м, визначається за формулою

$$u = 2l + 2H_1 = 2 \cdot 13,83 + 2 \cdot 4,4 = 36,46 \text{ м};$$

Розділ 6, 14. Повороти на кут 90°

$$\Delta h_{6,14} = \frac{\rho \cdot v_{\text{вх}}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{пов}} \cdot 2 = \frac{0,69 \cdot 3,47^2}{2} \cdot 1,1 \cdot 2 = 9,13 \text{ Па};$$

де $\zeta_{\text{пов}}$ – коефіцієнт повороту на кут 90° ;

Ми приймаємо $\zeta_{\text{пов}} = 1,1$

Розділ 7, 11. Доступ до стеку (Раптове скорочення)

$$\Delta h_{7,11} = \frac{\rho \cdot v_{7,11}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{суж}} \cdot 2 = \frac{0,69 \cdot 3,04^2}{2} \cdot 0,08 \cdot 2 = 0,51 \text{ Па};$$

де $\zeta_{\text{суж}}$ – коефіцієнт опору при раптовому звуженні потоку.

Ми приймаємо $\zeta_{\text{суж}} = 0,08$.

Ділянка 8, 12. Стоси

$$\Delta h_{8,12} = \frac{\rho \cdot v_{8,12}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{расш}} \cdot 2 = \frac{0,56 \cdot 3,04^2}{2} \cdot 15,2 \cdot 2 = 78,6 \text{ Па};$$

де $\zeta_{\text{расш}}$ – коефіцієнт опору потоку в пакеті.

Ми приймаємо $\zeta_{\text{габ}} = 15,2$ – для штабеля з товщиною прокладок $S_{\text{пр}} = 25$ мм

і товщина дощок $S = 32$ мм .

Ділянка 9.13. Unstack (раптове розширення)

$$\Delta h_{9,13} = \frac{\rho \cdot v_{9,13}^2}{2} \cdot \zeta_{\text{расш}} \cdot 2 = \frac{0,69 \cdot 3,04^2}{2} \cdot 0,1 \cdot 2 = 0,63 \text{ Па};$$

де $\zeta_{\text{расш}}$ – коефіцієнт опору потоку при раптовому розширенні потоку.

Ми приймаємо $\zeta_{\text{расш}} = 0,1$ - годинник $f / F = 0,69$.

Ділянка 10. Обігрівач біметалічний секційний

$$\rho v_k = 0,69 \cdot 2,52 = 1,73 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Приймаємо на утеплювач $\Delta h_{3,17} = 20 \text{ Па}$.

$$\Delta h_{10} = 20 \text{ Па}$$

Таблиця 3.7 - Розрахунок опорів

Номер ділянки	Назва сайту	ρ , кг/м ³	уи, м/с	$\rho \frac{v_i^2}{2}$, Па		Опір місцевості Δh_i , Па
				ζ_i	$\frac{l_i \cdot u_i}{4f_i} \cdot \xi_i$	
1	Фанат	0,36	9.74	0,8	–	26.1
2.4	Він повертається під кутом 90°		9,746	0,23	–	32.7
3.13	Бічні канали		3.47	–	0,13	0,33
6.14	Він повертається під кутом 90°		3.47	1.1	–	9,13
7,11	Вхід крісла		3.04	0,08	–	0,31
8,12	купи		3.04	13.2	–	78.6
9,13	Вийти зі стека		3.04	0,1	–	0,63
3	Секційний біметалічний обігрівач		2.32	–	–	20,0
$\Sigma \Delta h_i = 208$						

Підбір електродвигуна для вентилятора здійснюється за таблицею. 3.17, стор. 91, [1]. Прийmemo електродвигун 4А100ЛББЗ потужністю $N = 2,2 \text{ кВт}$ з частотою обертання ротора 1000 хв-1.

3.3 Розрахунок балки кочення вентиляторної установки

Метою розрахунку є підбір оптимальної балки двотаврової секції для секції вентиляторного агрегату.

Вихідні дані:

кількість уболівальників	3;
вага вентилятора D_B , м	33;
ширина камери L , м	3,3;

Побудова внутрішніх графіків зусиль (рис. 3.2)

Визначення реакцій резистентності:

$$\sum M_A = 0; -R_B \cdot 6 - 8 \cdot 4 + 20 + 40 = 0;$$

$$R_B = 4,67 \text{ кН};$$

$$\sum M_B = 0; -R_A \cdot 6 + 20 + 40 + 8 \cdot 2 = 0;$$

$$R_A = 12,67 \text{ кН};$$

Аудит:

$$\sum F_z = 0; 12,67 - 8 - 4,67 = 0;$$

Побудова площі QZ (кН):

$$Q_1 = -12,67;$$

$$Q_2^{\text{ЛіВ}} = -12,67;$$

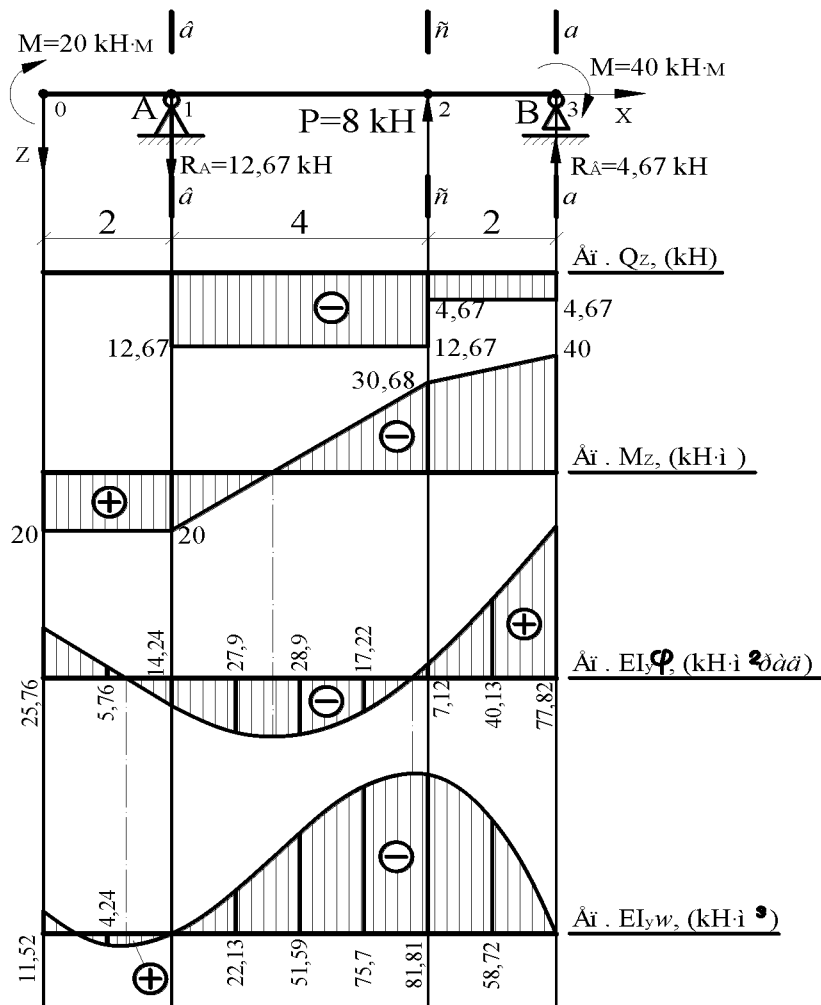


Рисунок 3.2 – Таблиця внутрішніх зусиль

$$Q_2^{\text{Пр}} = -4,67;$$

$$Q_3 = -4,67;$$

Площа МУ (кГн·м):

$$M_0 = 20;$$

$$M_1 = 20;$$

$$M_2 = 20 - 12,67 \cdot 4 = -30,68;$$

$$M_3 = -40;$$

Максимальні внутрішні сили:

$$Q_{\text{max}} = 12,67 \text{ кН (при } X=2 \text{ м)}$$

$$M_{\text{max}} = 40 \text{ кН} \cdot \text{м (при } X=8 \text{ м)}$$

Виберіть перетин прокатки балки

Необхідний момент опору:

$$W_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{40 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 250 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 250 \text{ см}^3;$$

З сортаментної таблиці (ГОСТ 8239-72) приймаємо двотавр № 22а з такими геометричними характеристиками:

$$I_y = 2790 \text{ см}^4; W_y = 254 \text{ см}^3; S_{\text{max}} = 143 \text{ см}^3;$$

Розміри одиниць:

$$h = 220 \text{ мм}; b = 120 \text{ мм}; d = 5,4 \text{ мм}; t = 8,9 \text{ мм};$$

Повністю перевіряємо потужність пучка.

А) за рахунок максимальних нормальних напружень в перетині а–а
(): при $x = 8 \text{ м}$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_y} = \frac{40 \cdot 10^3}{254 \cdot 10^{-6}} = 157,5 \cdot 10^6 \text{ Па} = 157,5 \text{ МПа};$$

Низька напруга:

$$\Delta = \frac{160 - 157,5}{160} \cdot 100\% = 1,56\%;$$

Побудуємо графік нормального напруження для цієї ділянки.

Б) за рахунок максимальних дотичних напружень в перетині v–v
(): при $x = 2 \text{ м}$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot S_{\text{max}}}{d \cdot I_y} = \frac{12,67 \cdot 10^3 \cdot 143 \cdot 10^{-6}}{5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2790 \cdot 10^{-8}} = 12,03 \cdot 10^6 \text{ Па} = 12,03 \text{ МПа};$$

Низька напруга:

$$\Delta = \frac{100 - 12,03}{100} \cdot 100\% = 87,97\%;$$

Розраховуємо статичний момент полиці двотаврової балки відносно центральної осі у:

$$S_n = b \cdot t \cdot \frac{h - t}{2} = 12 \cdot 0,89 \cdot \frac{22 - 0,89}{2} = 112,7 \text{ см}^3;$$

Розраховуємо значення дотичних напруг в місці з'єднання балки і стінки двотаврової балки:

$$\tau_n = \frac{Q_{max} \cdot S_n}{d \cdot I_y} = \frac{12,67 \cdot 10^3 \cdot 112,7 \cdot 10^{-6}}{5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2790 \cdot 10^{-8}} = 9,48 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9,48 \text{ МПа}$$

Для цього перерізу будуємо графік дотичних напружень.

Б) Перевіряємо основні напруги на ділянці S–с () при $x = 6 \text{ м}$

$$M = 30,68 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q = 12,67 \text{ кН};$$

Визначаємо нормальне і дотичне напруження в місці з'єднання балки і стінки двотаврової балки:

$$\sigma_1 = \frac{M}{I_y} \left(\frac{h}{2} - t \right) = \frac{30,67 \cdot 10^3}{2790 \cdot 10^{-8}} \left(\frac{220}{2} - 8,9 \right) \cdot 10^{-3} = 111,1 \cdot 10^6 \text{ Па} = 111,1 \text{ МПа};$$

$$\tau_1 = \frac{Q \cdot S_n}{d \cdot I_y} = \frac{12,67 \cdot 10^3 \cdot 112,7 \cdot 10^{-6}}{5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2790 \cdot 10^{-8}} = 9,48 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9,48 \text{ МПа};$$

Відповідно до четвертої теорії потужності:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = \sqrt{111,1^2 + 3 \cdot 9,48^2} = 112,3 \text{ МПа};$$

Низька напруга:

$$\Delta = \frac{160 - 112,3}{160} \cdot 100\% = 29,81\%;$$

Визначимо дотичну напругу на нейтральній осі:

$$\tau_0 = \frac{Q \cdot S_{max}}{d \cdot I_y} = \frac{12,67 \cdot 10^3 \cdot 143 \cdot 10^{-6}}{5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2790 \cdot 10^{-8}} = 12,03 \cdot 10^6 \text{ Па} = 12,03 \text{ МПа};$$

На ділянці ss побудуємо σ і τ

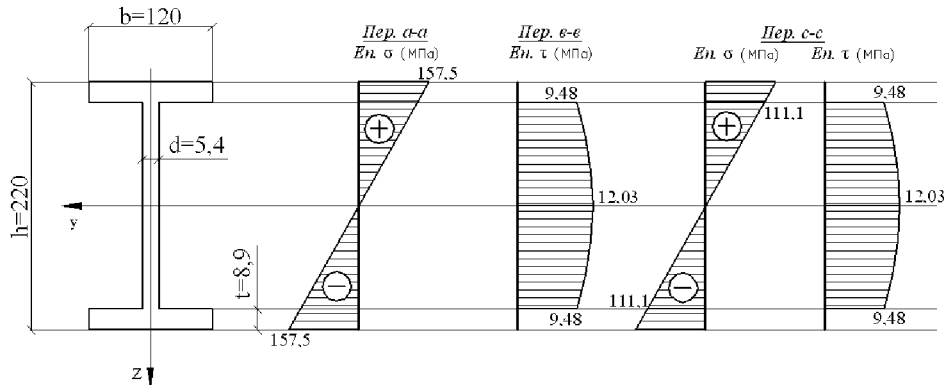


Рисунок 3.3 – графіки σ і τ

Розраховуємо переміщення осі балки методом початкових параметрів.

Початкові налаштування:

$$w_0 - ?; \quad \varphi_0 - ?; \quad M_0 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q_0 = 0;$$

Визначаємо невідомі з умови: w_0 та φ_0

$$\text{години} x = 2 \text{ м} \quad w_{x=2} = 0$$

$$\text{години} x = 8 \text{ м} \quad w_{x=8} = 0$$

Для розрахунку прогину осі балки методом початкових параметрів запишемо за формулою:

$$EI_y w_{x=2} = EI_y w_0 + EI_y \varphi_0 \cdot 2 - \frac{20 \cdot 2^2}{2} = 0;$$

$$EI_y w_{x=8} = EI_y w_0 + EI_y \varphi_0 \cdot 8 - \frac{20 \cdot 8^2}{2} + \frac{12,67(8-2)^3}{6} - \frac{8(8-6)^3}{6} = 0;$$

або

$$\begin{cases} EI_y w_0 + EI_y \varphi_0 \cdot 2 = 40 \\ EI_y w_0 + EI_y \varphi_0 \cdot 8 = 194,55 \end{cases}$$

Розв'язуючи систему рівнянь, знаходимо:

$$EI_y w_0 = -11,52 \text{ кН} \cdot \text{м}^3; \quad EI_y \varphi_0 = 25,76 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

Визначаємо значення кута повороту і нахилу в характерних точках:

$$EI_y \varphi_{x=1} = 25,76 - 20 \cdot 1 = 5,76 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=1} = -11,52 + 25,76 \cdot 1 - \frac{20 \cdot 1^2}{2} = 4,24 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=2} = 25,76 - 20 \cdot 2 = -14,24 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=2} = -11,52 + 25,76 \cdot 2 - \frac{20 \cdot 2^2}{2} = 0;$$

$$EI_y \varphi_{x=3} = 25,76 - 20 \cdot 3 + \frac{12,67(3-2)^2}{2} = -27,9 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=3} = -11,52 + 25,76 \cdot 3 - \frac{20 \cdot 3^2}{2} + \frac{12,67(3-2)^3}{6} = -22,13 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=4} = 25,76 - 20 \cdot 4 + \frac{12,67(4-2)^2}{2} = -28,9 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=4} = -11,52 + 25,76 \cdot 4 - \frac{20 \cdot 4^2}{2} + \frac{12,67(4-2)^3}{6} = -51,59 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=5} = 25,76 - 20 \cdot 5 + \frac{12,67(5-2)^2}{2} = -17,22 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=5} = -11,52 + 25,76 \cdot 5 - \frac{20 \cdot 5^2}{2} + \frac{12,67(5-2)^3}{6} = -75,7 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=6} = 25,76 - 20 \cdot 6 + \frac{12,67(6-2)^2}{2} = 7,12 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=6} = -11,52 + 25,76 \cdot 6 - \frac{20 \cdot 6^2}{2} + \frac{12,67(6-2)^3}{6} = -81,81 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=7} = 25,76 - 20 \cdot 7 + \frac{12,67(7-2)^2}{2} - \frac{8(7-6)^2}{2} = 40,13 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=7} = -11,52 + 25,76 \cdot 7 - \frac{20 \cdot 7^2}{2} + \frac{12,67(7-2)^3}{6} - \frac{8(7-6)^3}{6}$$

$$= -58,72 \text{ кН} \cdot \text{м}^3;$$

$$EI_y \varphi_{x=8} = 25,76 - 20 \cdot 8 + \frac{12,67(8-2)^2}{2} - \frac{8(8-6)^2}{2} = 77,82 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{ рад};$$

$$EI_y w_{x=8} = -11,52 + 25,76 \cdot 8 - \frac{20 \cdot 8^2}{2} + \frac{12,67(8-2)^3}{6} - \frac{8(8-6)^3}{6} = 0;$$

За визначеними ординатами будуюмо графіки (рисунок 3.4). $EI_y \varphi$ та $EI_y w$

Графоаналітичним методом визначаємо кут повороту та кут вигину перерізу. Малюємо фіктивну балку, навантажуюмо її фіктивним розподіленим навантаженням (епюра згинальних моментів), яке замінюється зосередженими силами. $x = 6 \text{ м}$

$$P_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 20 = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$P_3 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 30,68 = 61,36 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$P_4 = 2 \cdot 30,68 = 61,36 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$P_5 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 9,32 = 9,32 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

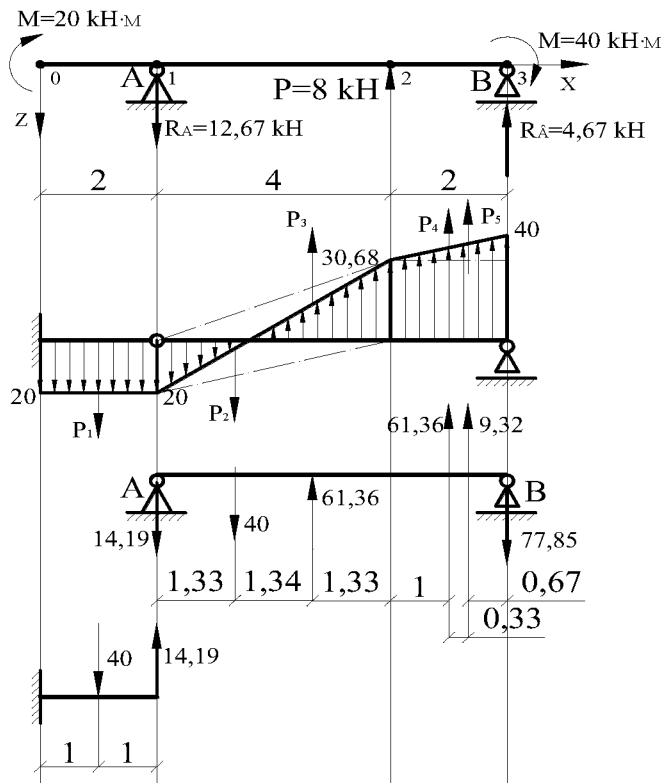


Рисунок 3.4 – Еписures $EI_y\varphi$ та EI_yw .

Розраховуємо фіктивні еталонні реакції:

$$\sum M_A = 0; R_B \cdot 6 + 40 \cdot 1,33 - 61,36 \cdot 2,67 - 61,36 \cdot 5 - 9,32 \cdot 5,33 = 0;$$

$$R_B = 77,85 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$\sum M_B = 0; R_A \cdot 6 - 40 \cdot 4,67 + 61,36 \cdot 3,33 + 61,36 \cdot 1 + 9,32 \cdot 0,67 = 0;$$

$$R_A = 14,19 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

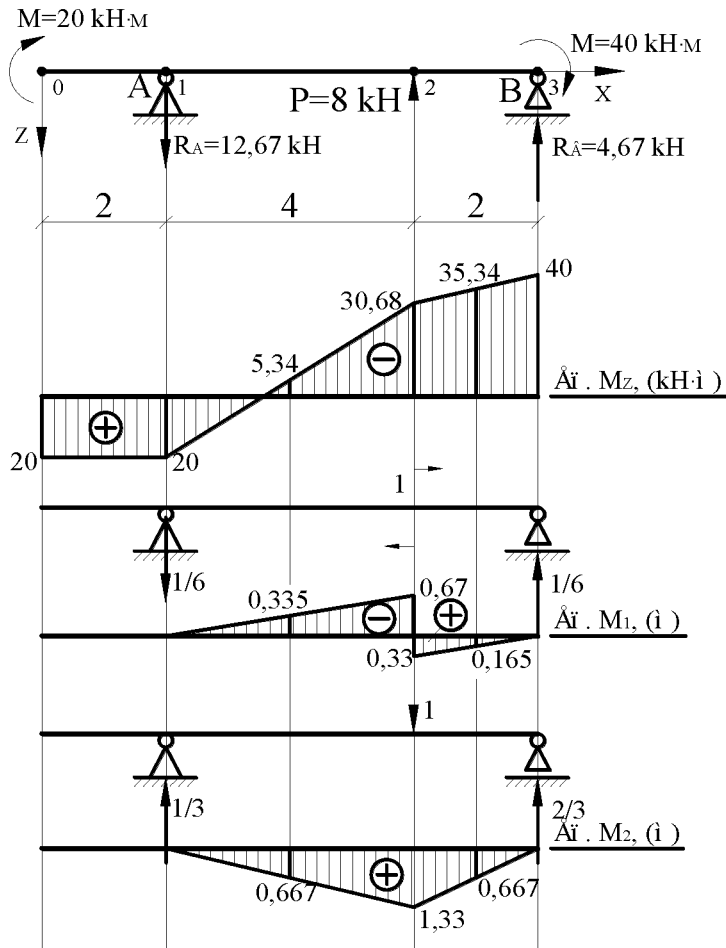


Рисунок 3.3 - Епурес iM_1, M_2, M_z

Аудит:

$$\sum F_z = 0; 14,19 + 80 - 61,36 - 61,36 - 9,32 + 77,85 = 0;$$

Встановлюємо значення $EI_y \varphi$ та $EI_y w$ при $x = 6$ м:

$$EI_y \varphi_{x=6} = -14,19 - 40 + 61,36 = 7,17 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад};$$

$$EI_y w_{x=6} = -14,19 \cdot 4 - 40 \cdot 2,67 + 61,36 \cdot 1,33 = -81,95 \text{ кН} \cdot \text{м}^3.$$

Для визначення кута повороту і вигину в перерізі методом Мора розглянемо три стани балки: навантажене і два одинарних. $x = 6$ м

Перемноживши епури (за формулами Верещагіна і Сімпсона-Корноухова), отримаємо: M_1 та M_2 на епюру M_z

$$\begin{aligned}
 EI_y \varphi_{x=6} &= \int_0^l M_1 \cdot M_z dx \\
 &= \frac{4}{6} (4 \cdot 0,335 \cdot 5,34 + 0,67 \cdot 30,68) + \frac{2}{6} (-0,33 \cdot 30,68 - \\
 &-4 \cdot 0,165 \cdot 35,34) = 7,32 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад}; \\
 &-4 \cdot 0,165 \cdot 35,34) = 7,32 \text{ кН} \cdot \text{м}^2 \text{рад}; \\
 EI_y w_{x=6} &= \int_0^l M_2 \cdot M_z dx \\
 &= \frac{4}{6} (-4 \cdot 0,667 \cdot 5,34 - 1,33 \cdot 30,68) + \frac{2}{6} (-1,33 \cdot 30,68 - \\
 &-4 \cdot 0,667 \cdot 35,34) = 81,73 \text{ кН} \cdot \text{м}^3.
 \end{aligned}$$

У наступних випадках розраховуємо фактичні значення кута повороту і нахилу на перетині: $x = 6$ м

$$\text{жорсткість балки } EI_y = 2 \cdot 10^8 \cdot 2790 \cdot 10^{-8} = 5580 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$\varphi_{x=6} = \frac{7,12}{5580} = 1,28 \cdot 10^{-3} \text{ рад};$$

$$w_{x=6} = \frac{81,81}{5580} = 14,7 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 14,7 \text{ мм}.$$

Таким чином, за результатами розрахунку двотавр відповідає умовам міцності і жорсткості. Знижена напруга променя. $\Delta = 29,81\%$

2. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕННЯ

Відповідно до ДНБУ II 4-79 "Штучне та природне освітлення. Норми проектування виробничих будівель" застосовуються три види освітлення: робоче, аварійне та евакуаційне. Ці типи відрізняються за рівнем освітленості.

Робоче освітлення є обов'язковим для всіх будівель, незалежно від їх призначення. Робоче освітлення має найвищий рівень освітленості.

Аварійне освітлення для цієї майстерні не потрібне. Бо якщо освітлення вимкнене, то дії персоналу в темну пору доби не можуть спричинити вибух, пожежу чи тривале порушення технологічного процесу.

Вихідні дані:

$$A = 18 \text{ м}; B = 36 \text{ м}; H = 8 \text{ м}$$

За даними ПУЕ навколишнє середовище нормальне.

Для певного приміщення підбираємо загальну систему освітлення з рівномірним розташуванням джерел світла.

Для кімнат з більшою висотою використовуються газорозрядні лампи високого тиску з високою світловіддачею і світлопропускну здатністю, тому в якості джерела світла ми використовуємо СУХІ лампи.

Люмінесцентні лампи використовуються в службових і побутових приміщеннях. Вони забезпечують велику рівномірність освітлення, світловіддачі та світлопроникності [1].

Для системи евакуаційного освітлення використовуються лампи розжарювання.

Для евакуаційного освітлення ми використовуємо лампи для ламп розжарювання типу «Універсал».

При розрахунку освітлення враховується коефіцієнт безпеки. Враховується, що світловий потік джерела світла з часом зменшується через забруднення ламп. Для промислових будівель з нормальним середовищем $Kz=1,4-1,6$ для СУХИХ ламп.

У системі загального освітлення лампи розташовують рівномірно по поверхні освітлення - правильними симетричними рядами, створюючи при цьому відносно рівномірне освітлення по всій площі. При виборі відстані між лампами необхідно знайти таке, яке забезпечить найменшу встановлену потужність освітлювального приладу і достатню для практичних умов рівномірність освітлення.

Розрахунок приміщення для термоподілу і ділянка різання шару однакові, тому будемо вважати, що кількість і тип ламп будуть однакові:

Приблизна висота кімнати визначається за формулами:

$$H_p = h - h_c - h_p \quad (2.1)$$

де $h=8$ м- висота приміщення;

$h_c=0,7$ м- висота підвішування світильника;

$h_p=0,8$ м- висота поверхні при нормованій освітленості.

$$N_r = 8 - 0,7 - 0,8 = 6,5 \text{ м}$$

Відстань між рядом ламп і відстань між рядами:

$$L_{св} = l \cdot N_p \quad (2.2)$$

$$L_r = l \cdot N_p \quad (2.3)$$

де l – крива сили світла, коефіцієнт $l = 0,8 \div 1,1$ для типу G КСС.

$$l_{св} = 0,5 \cdot L_{св} \quad (2.4)$$

$$l_p = 0,5 \cdot L_p \quad (2.5)$$

$$L_{св} = 0,9 \cdot 6,5 = 5,85 \text{ м}$$

$$L_p = 0,9 \cdot 6,5 = 5,85 \text{ м}$$

$$l_{св} = 0,9 \cdot 5,2 = 2,92 \text{ м}$$

$$l_p = 0,9 \cdot 5,2 = 2,92 \text{ м}$$

Визначимо кількість світильників підряд:

$$n_{св} = \frac{A - 2l_{св}}{L_{св}} + 1 \quad (2.6)$$

$$n_{св} = \frac{36 - 5,85}{5,85} + 1 = 6,15 \approx 6 \text{ шт}$$

Задамо кількість рядків:

$$n_p = \frac{B - 2l_p}{L_p} + 1 \quad (2,7)$$

$$n_p = \frac{18 - 5,85}{5,85} + 1 = 3,07 \approx 3 \text{ шт}$$

Порахуємо відстань між послідовними лампами:

$$L_{CB} = \frac{A - 2l_{CB}}{n_{CB} - 1} \quad (2,8)$$

$$L_{CB} = \frac{36 - 5,85}{6 - 1} = 6,03 \text{ м}$$

Обчислимо відстань між лініями:

$$L_p = \frac{B - 2l_p}{n_p - 1} \quad (2,9)$$

$$L_p = \frac{18 - 5,85}{3 - 1} = 6,075 \text{ м}$$

Перевіримо стан рівномірності ламп:

$$0,3 \leq \frac{L_{CB}}{L_{CB}} \leq 0,5 \quad (2.10)$$

$$0,3 \leq 0,48 \leq 0,5$$

Визначимо загальну кількість ламп:

$$N_{CB} = n_{CB} \cdot n_p \quad (2.11)$$

$$N_{CB} = 6 \cdot 3 = 18 \text{ од.}$$

Встановимо індекс кімнати:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (2.12)$$

$$i = \frac{36 \cdot 18}{6,5 \cdot (36 + 18)} = 1,84$$

Освітленість приміщень, в яких передбачається загальне рівномірне освітлення горизонтальних поверхонь, розраховується методом коефіцієнта використання світлового потоку. За цим методом визначається розрахункова освітленість на горизонтальній поверхні з урахуванням світлового потоку, який падає безпосередньо на поверхню від світильників і відбивається від стін, стелі і самої поверхні.

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot k_3 \cdot S \cdot Z}{k_{\text{и}} \cdot N} \quad (2.13)$$

де $\Phi_{\text{расч}}$ - світловий потік лампи, Лк;

$E_{\text{норм}} = 200 \text{ Лк}$ - нормативне освітлення для класу наочних робіт;

$k_3 = 1,6$ - коефіцієнт запасу для СУХИХ ламп;

S - площа приміщення, м²;

$N=18$ - загальна кількість ламп в одному діапазоні;

$k_n = 0,75$ - коефіцієнт використання світлового потоку, який визначається в залежності від показника приміщення, коефіцієнта відбиття стін і робочої поверхні, а також висоти приміщення.

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{200 \cdot 1,6 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 1,15}{0,75 \cdot 18} = 17660 \text{ Лм}$$

Приймаємо лампу типу СУХА-250 з номінальним початковим світловим потоком $\Phi_{\text{ном}} = 17000 \text{ Лм}$. Вибираємо лампи типу ГСП-18-250.

Фактичне освітлення:

$$E_{\phi} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot \Phi_{\text{ном}}}{\Phi_{\text{расч}}} \quad (2,14)$$

$$E_{\phi} = \frac{200 \cdot 17000}{17660} = 192,5 \text{ Лк}$$

Знаходжу похибку рівня освітленості, яка повинна бути в межах (-10 ÷ +20)%:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_{\text{норм}}}{E_{\text{норм}}} \cdot 100 \quad (2,15)$$

$$\Delta E = \frac{192,5 - 200}{200} \cdot 100 = -3,75 \%$$

Встановлена потужність освітлення:

$$P_{\text{вст}} = N_{\text{св}} \cdot P_{\text{ном зв}} \quad (2.16)$$

$$P_{\text{вст}} = 18 \cdot 0,25 = 4,5 \text{ кВт}$$

Розрахунок площі механічної ділянки:

Приблизна висота кімнати визначається за формулами:

$$H_p = h - h_c - h_p \quad (2,17)$$

де $h=8$ м- висота приміщення;

$h_c=0,7$ м- висота підвішування світильника;

$h_p=0,8$ м- висота поверхні при нормованій освітленості.

$$H_p = 8 - 0,7 - 0,8 = 6,5 \text{ м}$$

Відстань між рядом ламп і відстань між рядами:

$$L_{св} = l \cdot H_p \quad (2.18)$$

$$L_r = l \cdot H_p \quad (2.19)$$

де l – крива сили світла, коефіцієнт $l = 0,8 \div 1,1$ для типу G КСС.

$$l_{св} = 0,3 \cdot L_{св} \quad (2,20)$$

$$l_p = 0,3 \cdot L_p \quad (2,21)$$

$$L_{св} = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2 \text{ м}$$

$$L_p = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2 \text{ м}$$

$$l_{св} = 0,3 \cdot 5,2 = 1,56 \text{ м}$$

$$l_p = 0,3 \cdot 5,2 = 1,56 \text{ м}$$

Визначимо кількість світильників підряд:

$$n_{св} = \frac{A - 2l_{св}}{L_{св}} + 1 \quad (2,22)$$

$$n_{св} = \frac{36 - 5,85}{5,85} + 1 = 6,154 \approx 6 \text{ шт}$$

Задамо кількість рядків:

$$n_p = \frac{B - 2l_p}{L_p} + 1 \quad (2,23)$$

$$n_p = \frac{18 - 5,85}{5,85} + 1 = 3,07 \approx 3 \text{ шт}$$

Порахуємо відстань між послідовними лампами:

$$L_{CB} = \frac{A - 2l_{CB}}{n_{CB} - 1} \quad (2,24)$$

$$L_{CB} = \frac{36 - 5,85}{6 - 1} = 6,03 \text{ м}$$

Обчислимо відстань між лініями:

$$L_p = \frac{B - 2l_p}{n_p - 1} \quad (2,25)$$

$$L_p = \frac{18 - 5,85}{3 - 1} = 6,075 \text{ м}$$

Перевіримо стан рівномірності ламп:

$$0,3 \leq \frac{l_{CB}}{L_{CB}} \leq 0,5 \quad (2,26)$$

$$0,3 \leq 0,48 \leq 0,5$$

Визначимо загальну кількість ламп:

$$N_{CB} = n_{CB} \cdot n_p \quad (2,27)$$

$$N_{CB} = 6 \cdot 3 = 18 \text{ од.}$$

Встановимо індекс кімнати:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (2,28)$$

$$i = \frac{36 \cdot 18}{6,5 \cdot (36 + 18)} = 1,84$$

Розрахований світловий потік:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot k_1 \cdot S \cdot Z}{k_n \cdot N} \quad (2,29)$$

де $\Phi_{\text{расч}}$ - світловий потік лампи, Лк;

$E_{\text{норм}} = 300 \text{ Лк}$ - нормативне освітлення для класу наочних робіт;

k_1 - коефіцієнт запасу $k_1 = 1,5$ для ламп DRY;

S - площа приміщення, м²;

N - загальна кількість світильників в одному прольоті

$k_n = 0,75$ - коефіцієнт використання світлового потоку, який визначається в залежності від показника приміщення, коефіцієнта відбиття стін і робочої поверхні, а також висоти приміщення.

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 1,15}{0,75 \cdot 18} = 16560 \text{ Лм}$$

Приймаємо лампу типу СУХА-250 з номінальним початковим світловим потоком $\Phi_{\text{ном}} = 17000 \text{ Лм}$. Вибираємо лампи типу ГСП-18-250.

Фактичне освітлення:

$$E_{\phi} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot \Phi_{\text{ном}}}{\Phi_{\text{расч}}} \quad (2,30)$$

$$E_{\phi} = \frac{200 \cdot 17000}{16560} = 205,3 \text{ Лк}$$

Знаходжу похибку рівня освітленості, яка повинна бути в межах (-10 ÷ +20)%:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_{\text{норм}}}{E_{\text{норм}}} \cdot 100 \quad (2,31)$$

$$\Delta E = \frac{205,3 - 200}{200} \cdot 100 = 2,657 \%$$

Встановлена потужність освітлення:

$$R_{\text{вст}} = N_{\text{sv}} \cdot R_{\text{ном sv}} \quad (2,32)$$

$$R_{\text{вст}} = 18 \cdot 0,25 = 4,5 \text{ кВт}$$

Встановлена потужність освітлення службових і побутових будівель визначається за площею:

$$P_{\text{вст.пш}}^{\text{осв}} = P_{\text{уд}} \cdot S \quad (2,33)$$

де $P_{\text{уд}}$ - питома потужність освітлення за площею, Вт/м². $P_{\text{уд}} = 12 \text{ Вт/м}^2$;

S - площа приміщення, м²;

Люмінесцентні лампи ЛБ-80 з лампами ЛСП 02-2x80 прийняті для службових і побутових будівель. Нормативне освітлення $E_{\text{норм}} = 100 \text{ Лк}$

$$P_{\text{вст.пш}}^{\text{осв}} = 12 \cdot 1,1 \cdot (8 \cdot 36) \cdot 10^{-3} = 3,8 \text{ кВт}$$

Кількість ламп, необхідних для установки:

$$N_{\text{св}} = \frac{P_{\text{вст.пш}}^{\text{осв}}}{2 \cdot E_{\text{норм}}} \quad (2,34)$$

РОЗДІЛ 4

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

4. Опис та обґрунтування обраної конструкції сушильної камери

4.1 Опис конструкції, основних вузлів і частин пристрою

Проектована камера являє собою циклічну камеру з перехресно-горизонтальною циркуляцією осушувача. Деревину сушать в камерах вибраних типів у пароповітряному середовищі з використанням нормального та примусового режимів сушіння. Вибраний склад і застосовувані в ньому режими сушіння забезпечують вихід сировини I і II категорії якості.

Загальний вигляд конструкції наведено на рисунку 1.1.

Основними компонентами конвективної сушильної камери є осьовий вентилятор, нагрівач і запобіжник.

Для більш рівномірного висихання по всьому об'єму сушарки осушувач слід направляти по черзі то в одну, то в іншу сторону сушильної камери. Для цього необхідно використовувати осьові вентилятори з можливістю реверсу.

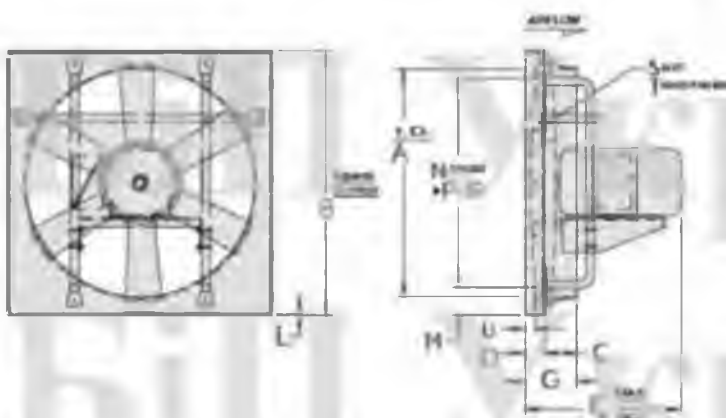


Рисунок 4.1 – Осьовий реверсивний вентилятор Hartzellfan SIRIES 02R

Вибраний вентилятор (рисунок 4.1) відповідає потребам сушильної камери. Парне і симетричне розташування лопатей з правильно підібраним

центром мас знижує небажані вібрації, що призводить до зниження рівня шуму, а також забезпечує рівномірний розподіл повітря в камері.

В якості утеплювача обрані сендвіч-панелі (рисунок 4.2) - сучасний і ефективний матеріал. Його перевагами є малий коефіцієнт теплопровідності, простота монтажу і транспортування, сумісність з навколишнім середовищем (можливість повної переробки).

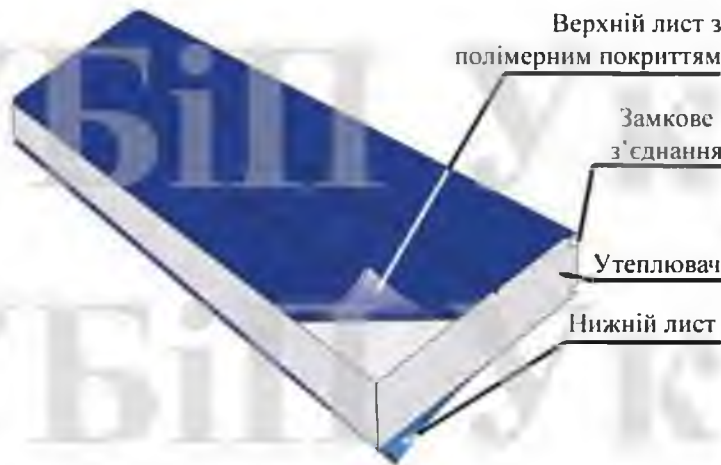


Рисунок 4.2 – Ізоляційна сендвіч-панель

Зовнішній і внутрішній шари рифленого алюмінію товщиною 0,6 мм, сплав з додаванням титану. Для усунення «містка холоду» шари з'єднують профілем з полівінілхлориду з робочою температурою від -40°C до $+110^{\circ}\text{C}$. Утеплювач - піноплекс. Товщина основи 120 мм. Питома вага 40 кг/м⁴. Коефіцієнт теплопровідності утеплювача становить 0,0285 Вт/м·К.

Панелі з'єднуються між собою спеціальними силіконовими ущільнювачами типу SILICOLESS, які забезпечують високу якість збірки та повну відмову від силікону як клею. Ви можете зібрати камеру на будівельному майданчику навіть за несприятливих погодних умов.

На будівельний майданчик панелі доставляються в розібраному вигляді.

Одним з найважливіших елементів сушарки є нагрівач.

Система опалення складається з модульних радіаторів (рисунок 4.4) з мідними трубами всередині та алюмінієвими ребрами зовні.

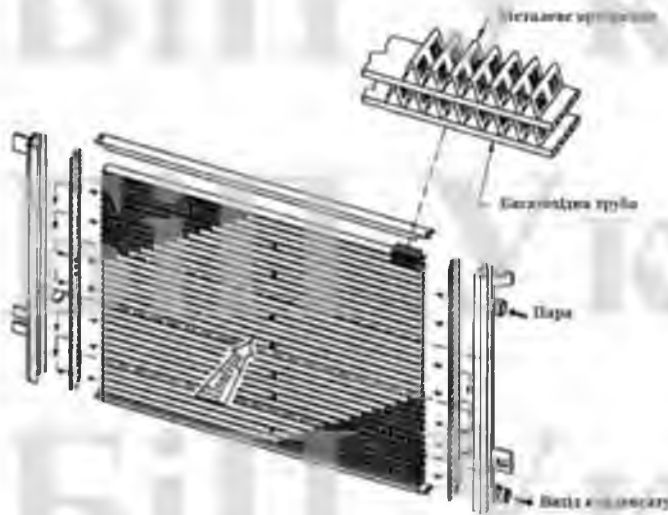


Рисунок 4.4 – Багатоходовий нагрівач

Теплообмінники оснащені триходовим краном з електроприводом для автоматичного підтримання температури нагріву камери.

4.2 Підбір матеріалів для виготовлення

Умови роботи пристроїв в деревосушильній промисловості пов'язані з високими показниками температури і вологості:

- механічна надійність;
- довговічність;
- конструктивна досконалість;
- простота виготовлення;
- зручність транспортування;
- простота монтажу та експлуатації.

Таким чином, будівельні матеріали повинні забезпечувати:

- висока корозійна стійкість в робочих параметрах процесу;
- добра зварюваність матеріалів, що забезпечує високі механічні властивості зварних з'єднань;
- низька вартість і доступність матеріалів.

Крім того, при виборі конструкційних матеріалів необхідно враховувати фізичні властивості матеріалів (теплопровідність, лінійне розширення та ін.).

Каркас сушарки виготовлений із стандартного прокату (швелери, куточки та косинці), який у свою чергу виготовлений зі сталі (сталь 10 по ГОСТ 16524-70). Сталі мають найбільшу сферу застосування, оскільки вони краще за інші матеріали відповідають необхідним вимогам. Хімічний склад і механічні властивості сталі Сталь 10 повинні відповідати вимогам ГОСТ 16524-70.

Теплообмінні труби виготовляються з Міді М1 по ГОСТ 617-90. За хімічним складом і механічними властивостями мідь М1 повинна відповідати вимогам ГОСТ 859.

У виробництві трубних решіток також використовується вуглецева сталь звичайної якості.

Фланці виготовлені з бронзи БрА9Ж4 по ТУ 48–26–114–90.

4.4 Порівняння основних показників виготовленої конструкції з аналогами

Для порівняння сушильних камер за енерговитратами найчастіше використовують два критерії оцінки витрат тепла на сушіння: питомі витрати теплової енергії на 1 м⁴ висушеного матеріалу та одиницю випареної з нього вологи. Обидва показники залежать від багатьох факторів навіть для однієї і тієї ж сушильної камери.

Таблиця 4.1 – Показники питомої енергоемності сушильних камер

Сушильна камера	Питома енерговитрата	
	Теплота, кДж/кг	Електроенергія, кВт/кг
Низькопродуктивний ND, KWB, SR68, SHT, Zicnica	5690	0,25
Середня продуктивність Sateko, Vanicek	4480	0,2
Високопродуктивний HD78K, KWD	5070	0,2

Обрана конструкція відноситься до конвективних сушильних камер середньої продуктивності з витратами теплової енергії 4400 кДж/кг і електричної енергії 0,2. Отже, обрану конструкцію можна вважати конкурентоспроможною за цими параметрами.

Розміри сушильної камери не є параметрами для порівняння і наведені лише для ознайомлення.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики періодичних камер

Індикатори	УЛ-1	УЛ-2М	СПМ-2К	СПМ-1К	ВК-4	Сатеко
Кількість стопок	1	2	4	2	4	2
Ємність камери, м ⁴ , умовні дрова	15.45	40.7	61.4	40.7	54	42
Річна продуктивність, тис. м ⁴ :						
Висока температура	4.6	7.2	14.8	6.9	–	–
вимушений	1,95	4.9	7.5	4.75	6.87	4
нормально	1.5	4.0	5.7	2,85	5.08	4
м'який	–	–	–	–	–	2.5
Кількість вболівальників	4	6	4	2	6	4
Потужність, кВт	16	42	42	20	45	9
Швидкість циркуляції десиканта через трубу, м/с	1,5-4	1,5-4,5	1,5-4	1,5-4	2.0	1,5-4
Питома витрата електроенергії кВт/м ⁴	40	27	28	28	20	24
Маса, т	10.74	18.5	56	26	–	7.2

Найбільш близькою за конструкцією є камера типу Sateko.

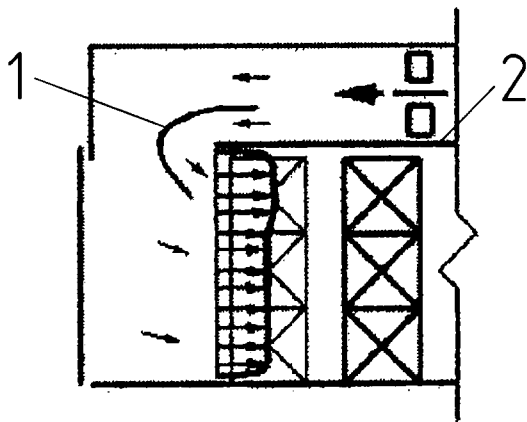
Дизайн, обраний у цьому дипломному проекті, вважається найбільш прийнятним варіантом для невеликих виробництв. Коротший час висихання в порівнянні з більшими аналогами

4.4 Патентне дослідження

Конвективна сушильна камера. Основними особливостями пристрою є наявність камери з теплогенератором і вентиляторами для поширення тепла по приміщенню.

В результаті пошуку для детального розгляду було відібрано ряд структур, які описані нижче.

Авторами патенту № 2215251 (RU) [1] запропоновано сушильну камеру, зображену на рис. 4.4, яку можна використовувати для сушіння деревини, тобто деревини. Суть винаходу полягає у використанні розподільного пристрою у вигляді пластини, яка згинається за параболічним законом і має шарнірне з'єднання, що дозволяє нижній частині пристрою підніматися до рівня підвісної стелі.



1 – розподільний щит, 2 – підвісна стеля

Рисунок 4.4 – Сушильна камера з розпилювальним пристроєм

Перевагами такої конструкції є підвищення якості сушіння по висоті штабеля деревини.

Недоліком можна вважати складність використання такої конструкції у великих сушарках.

Авторами патенту № 2427945 (RU) [2] запропоновано сушильну машину для деревини, зображену на рис. 4.5. Суть винаходу полягає у використанні жалюзійних решіток, які дозволяють інтенсифікувати процес тепломасообміну та підвищити якість сушіння пиломатеріалів за рахунок усунення застійних зон.

Переваги: рівномірний потік охолоджуючої води навколо всієї штабелі дров.

Як недолік можна виділити гідравлічний опір, який з'являється при використанні жалюзійних решіток.

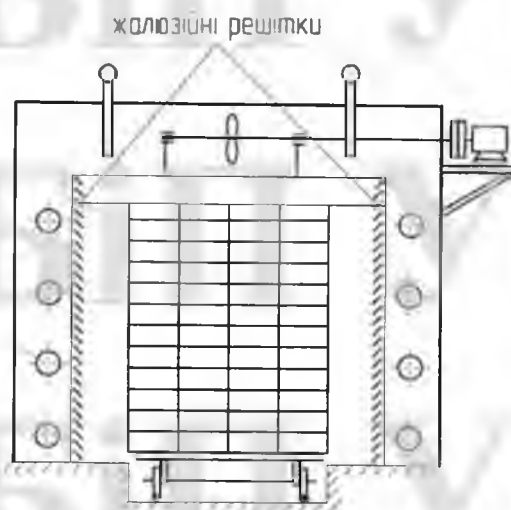


Рисунок 4.5 – Конвективна сушарка із закритою сіткою

Авторами патенту № 2479604 (RU) [4] запропоновано сушильну машину для деревини, зображену на рис. 4.6. Суть винаходу: зниження енерговитрат за рахунок можливості регулювання довжини робочої зони сушіння та відключення неробочих зон сушарки від мережі.

Перевагами є: можливість зниження енерговитрат при сушінні штабелів різної довжини за рахунок встановлення раціональної довжини зони сушіння, виключення застійних зон і забезпечення обтікання всього штабеля.

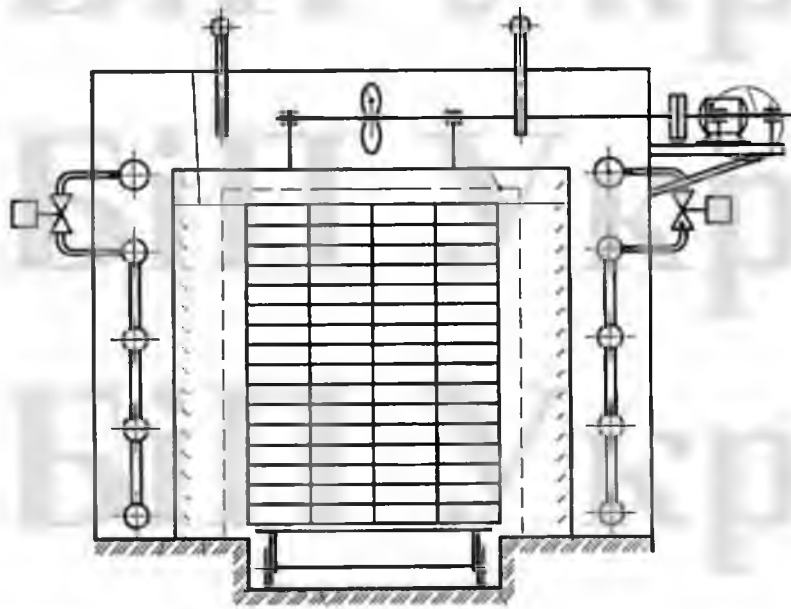


Рисунок 4.6 – Сушильна камера з можливістю регулювання довжини сушильної камери

До недоліків можна віднести малу потужність камери, що робить її не раціональним вибором для великих підприємств. Також істотно зростає вартість обслуговування за рахунок використання великої кількості рухомих частин, які дозволяють камері регулювати свої розміри.

Авторами Патенту № 2022221 (RU) [5] запропоновано сушильну машину для деревини, зображену на рисунку 4.7. Суть винаходу: зниження енерговитрат за рахунок можливості регулювання довжини робочої зони сушіння та відключення неробочих зон сушарки від мережі.



Рисунок 4.7 – Сушильна камера з перфорованою перегородкою

Сутність винаходу: підвищення ефективності процесу сушіння штабелів різної довжини за рахунок підвищення рівномірності сушіння, що досягається встановленням перегородки, що перешкоджає потоку повітря.

Перевагами є: можливість використання палів різної довжини без зниження ефективності сушарки.

До недоліків можна віднести малу потужність камери, що робить її не раціональним вибором для великих підприємств.

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

5.1 ВИБІР КІЛЬКОСТІ ТА ПОТУЖНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ КТП З УРАХУВАННЯМ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Для техніко-економічного порівняння варіантів плануємо 2 варіанти цехової підстанції. Кількість встановлених трансформаторів залежить від категорії надійності ЕП.

Для обладнання магазину переважно ЕП II категорії можна застосовувати однострансформаторний КТП (I варіант) або двотрансформаторний КТП (II варіант). У першому варіанті обов'язково передбачається складський запас трансформаторів для швидкого відновлення роботи підстанції.

Коефіцієнт навантаження для однострансформаторної підстанції змінюється в певному діапазоні 0.9–0.95. Потужність трансформаторів вибирається з урахуванням встановлення компенсуючих пристроїв на стороні НН (НЦУ).

Визначимо розрахункову потужність трансформатора:

$$S_{\text{рт}} = \frac{P_{\text{розр}}}{n_{\text{т}} \cdot K_3^{\text{опт}}} \quad (4.1)$$

де $K_3^{\text{опт}}$ - оптимальний коефіцієнт завантаження трансформатора.

$S_{\text{рт}}$ - визначається активною потужністю, тому що недостатня реактивна потужність може бути компенсована джерелами реактивної потужності.

Втрати реактивної потужності:

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{I_{\text{л}} \cdot S_{\text{ном.т}}}{100} + K_1^2 \cdot \frac{U_{\text{л}} \cdot S_{\text{ном.т}}}{100} \quad (4.2)$$

Передача трансформатора по реактивній потужності:

$$Q_{\text{пер}} = \sqrt{(K_x \cdot n_m \cdot S_{\text{ном,м}})^2 - P_{\text{расч}}^2} \quad (4.3)$$

Визначимо розрахункову потужність компенсуючих пристроїв на стороні НН:

$$Q_{\text{НКУ}} = Q_{\text{расч}} + \Delta Q_{\text{тр}} - Q_{\text{тр}} \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{расч}}$ - розрахункова реактивна потужність, кВА.

Повна оціночна потужність з урахуванням СУ на стороні LV:

$$S_{\text{роз}} = \sqrt{P_{\text{роз}}^2 + (Q_{\text{роз}} + \Delta Q_{\text{т}} - Q_{\text{НКУ}})^2} \quad (4.5)$$

Перевірка коефіцієнта навантаження трансформатора здійснюється за формулою:

$$K_Z = \frac{S_{\text{роз}}}{S_{\text{нзМ.Т}}} \quad (4.6)$$

Необхідність встановлення компенсаційних пристроїв на стороні ВН визначається за формулою:

$$Q_{\text{ВКУ}} = Q_{\text{т}} + DQ_{\text{т}} - Q_{\text{НКУ}}^{\text{ст}} - Q_{\text{е}} \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{е}}$ – економічно обґрунтована реактивна потужність при $\text{tg}\phi = 0,33$

$$Q_e = R_{oz} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (4.8)$$

На основі формул (4.1) - (4.7) розрахуємо обидва варіанти КТП.

Перший варіант - однострансформаторний КТП.

$$S_{\text{пр}} = \frac{429,5}{1 \cdot 0,9} = 479,013 \text{ кВА}$$

Трансформатор 630 кВА, вибираємо найближче більше стандартне значення потужності трансформатора ТМЗ-630/10. Відповідно, можлива установка комплектної трансформаторної підстанції КТП-630/10/0,4, яка допускає 40% перевантаження. Трансформатор має такі параметри:

$$S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВА}, U_{\text{ВН}} = 10 \text{ кВ}, U_{\text{НН}} = 0,4 \text{ кВ}, U_k = 5,5\%, I_x = 1,8\%, \Delta P_k = 7,6 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_x = 1,31 \text{ кВт}$$

$$Q_T = \sqrt{(0,9 \cdot 630)^2 - 429,5^2} = 368,28 \text{ кВар}$$

На стороні 0,4 кВ немає необхідності в компенсуючих пристроях, оскільки пропускна здатність трансформатора по реактивній потужності повністю задовольняє розрахункові умови передачі реактивної потужності.

Розрахунок одиниць компенсації на стороні ВН:

$$S_M = \sqrt{429,5^2 + (266,5 + 368,28 - 0)^2} = 528,949 \text{ кВА}$$

$$K_3 = \frac{528,949}{1 \cdot 630} = 0,84 \leq 0,9$$

$$Q_e = 429,5 \cdot 0,33 = 137,956 \text{ кВА}$$

$$Q_{\text{ВКУ}} = 266,5 + 368,28 - 137,956 - 0 = 168,523 \text{ кВА}$$

Встановлюємо КУ на стороні ВН типу УФМ(5)-10,5-150-УЗ.

Другий варіант - КТП з двома трансформаторами.

$$S_{\text{пр}} = \frac{429,5}{2 \cdot 0,7} = 307,63 \text{ кВА}$$

Трансформатор 400 кВА ми вибираємо найближче і більше стандартне значення потужності трансформатора ТМЗ-400/10. Відповідно, можливе встановлення комплектної трансформаторної підстанції КТП-2x400/10/0,4.

Трансформатор має наступні параметри $S_{\text{номт}} = 400 \text{ кВА}$, $U_{\text{ВН}} = 10 \text{ кВ}$, $U_{\text{НН}} = 0,4 \text{ кВ}$,
 $U_{\text{к}} = 4,5\%$, $I_{\text{х}} = 2,18\%$, $\Delta P_{\text{к}} = 5,5 \text{ кВт}$, $\Delta P_{\text{х}} = 0,95 \text{ кВт}$.

$$Q_{\text{т}} = \sqrt{(0,7 \cdot 2 \cdot 400)^2 - 429,5^2} = 357,411 \text{ кВар}$$

По реактивній потужності немає необхідності в компенсуючих пристроях, оскільки пропускна здатність трансформатора повністю задовольняє розрахункові умови передачі реактивної потужності.

Розрахунок одиниць компенсації на стороні ВН:

$$S_{\text{м}} = \sqrt{429,5^2 + (266,5 + 357,411 - 0)^2} = 526,08 \text{ кВА}$$

$$K_{\text{з}} = \frac{526,08}{2 \cdot 400} = 0,66 \leq 0,7$$

$$Q_{\text{е}} = 429,5 \cdot 0,33 = 137,956 \text{ кВА}$$

$$Q_{\text{ВКУ}} = 266,5 + 357,41 - 137,956 - 0 = 163,556 \text{ кВА}$$

Встановлюємо КУ на стороні ВН типу УФМ(5)-10,5-150-У3.

Для техніко-економічного розрахунку розглянуто два варіанти трансформаторної підстанції, схеми яких наведені на рисунку 4.1.

У першому варіанті встановлюємо однострансформаторну підстанцію КТП-630/10. Перевага цього варіанту в тому, що підстанція з одним трансформатором дешевша ніж з двома трансформаторами, але весь цех втрачає електроенергію після відключення трансформатора в післяаварійному режимі.

У другому варіанті встановлюємо підстанцію КТП-2 з двома трансформаторами $\times 400/10$, це дорожче одного трансформатора, але при відключенні одного з трансформаторів в післяаварійному режимі весь цех не втрачає живлення. Техніко-економічне порівняння варіантів дозволяє визначити оптимальний варіант трансформаторної підстанції. Критерієм цього є мінімальні річні приведені витрати.

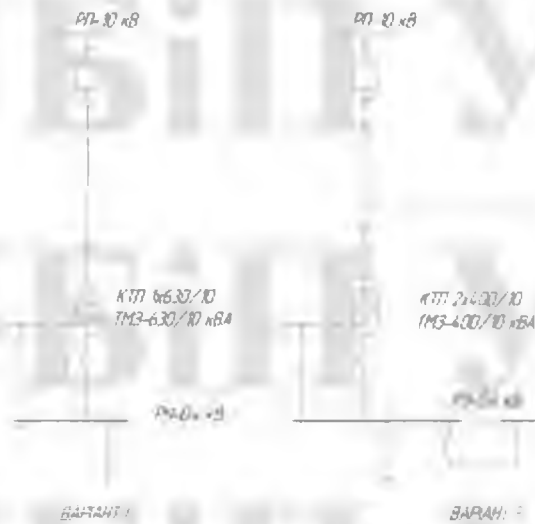


Рисунок 4.1 – Графічне зображення опцій КТП

Техніко-економічне порівняння варіантів здійснюється шляхом визначення заданих витрат за такою формулою:

$$Z_i = E_n \cdot K_i + B_i + Y_i \quad (4,9)$$

де $E_n = 0,12$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат;

K_i - капітальні витрати за i -м варіантом;

B_i - операційні витрати за i -м варіантом;

Y_i - втрати від припинення живлення для i -го варіанту;

Капітальні витрати:

$$K_i = K_{ktp} + K_{ku} \quad (4.10)$$

де K_{ktp} - капітальні вкладення на будівництво КТП, грн.;

K_{ku} - вартість компенсаційного пристрою, грн.;

$$K_1 = 28 + 11,4 = 39,44 \text{ тис. грн.}$$

$$K_2 = 2 \cdot 24,5 + 11,47 = 60,44 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$Va + Vob = \left(\frac{Ka + Kob}{100} \right) \cdot Te \quad (4.11)$$

де Ka , Kob – коефіцієнти відрахувань на амортизацію та поточний ремонт відповідно: $Ka = 6,4\%$, $Kob = 3\%$.

$$(Va + Vob)_1 = \left(\frac{6,4 + 3}{100} \right) \cdot 39,44 = 3,707 \text{ тис. грн.}$$

$$(Va + Vob)_2 = \left(\frac{6,4 + 3}{100} \right) \cdot 60,44 = 5681 \text{ тис. грн.}$$

Річні втрати електроенергії в трансформаторах:

$$DW = nt \cdot (DRst + \frac{1}{2} \cdot Drobm \cdot fmax) \quad (4.12)$$

де $fmax$ – кількість годин максимальних втрат;

$$\tau_u = \left(0,124 + \frac{T_{max}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 \quad (4.13)$$

$$\tau_u = \left(0,124 + \frac{5350}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3804$$

$$DW1 = 1 \cdot (1,31 \cdot 8760 + 0,9^2 \cdot 7,6 \cdot 3804) \cdot 10^{-3} = 34\,894 \text{ МВт-год}$$

$$DW2 = 2 \cdot (0,95 \cdot 8760 + 0,7^2 \cdot 5,5 \cdot 3804) \cdot 10^{-3} = 37\,149 \text{ МВт-год}$$

Вартість річних втрат електроенергії:

$$Vvt = DW \cdot C \quad (4.14)$$

де C – вартість одного кВт*год електроенергії. $C = 0,8$ грн.;

$$Vvt1 = 0,8 \cdot 34\,894 = 27\,920 \text{ грн.}$$

$$Vvt2 = 0,8 \cdot 37\,149 = 29\,720 \text{ грн.}$$

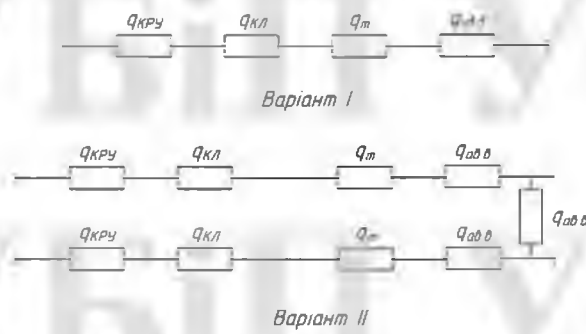


Рисунок 4.2 – Схема заміщення для визначення ймовірності збою живлення.

$$q_{\Sigma 1} = q_{\text{КРУ}} + q_{\text{КЛ}} + q_{\text{T}} + q_{\text{АВВ}} \quad (4,15)$$

$$q_{\Sigma 1} = 6 \cdot 10^{-6} + \frac{95}{1000} \cdot 7,8 \cdot 10^{-4} + 7 \cdot 10^{-5} + 3 \cdot 10^{-5} = 1,801 \cdot 10^{-4}$$

$$q_{\Sigma 2} = (q_{\text{КРУ}} + q_{\text{КЛ}} + q_{\text{T}}) \cdot q_{\text{АВВ}} + 2(q_{\text{КРУ}} + q_{\text{КЛ}} + q_{\text{T}}) \cdot q_{\text{АВВ}} \quad (4,16)$$

$$q_{\Sigma 2} = \left(6 \cdot 10^{-6} + \frac{95}{1000} \cdot 7,8 \cdot 10^{-4} + 7 \cdot 10^{-5} \right) \cdot 3 \cdot 10^{-5} +$$

$$+ 2 \left(6 \cdot 10^{-6} + \frac{95}{1000} \cdot 7,8 \cdot 10^{-4} + 7 \cdot 10^{-5} \right) \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 1,35 \cdot 10^{-8}$$

Вартість збитків через відключення електроенергії:

$$V_{\text{зб}} = U_0 \cdot P_{\text{р}} \cdot T_{\text{max}} \cdot q_{\Sigma} \quad (4,17)$$

де U_0 – питомі втрати від припинення живлення, $U_0 = 3,5$;

$$V_{\text{зб1}} = 3,5 \cdot 430,682 \cdot 5350 \cdot 1,801 \cdot 10^{-4} = 1452 \text{ тис. грн}$$

$$V_{\text{зб2}} = 3,5 \cdot 430,682 \cdot 5350 \cdot 1,35 \cdot 10^{-8} = 0,11 \text{ тис. грн}$$

Вартість, показана для кожного варіанту:

$$Z_1 = 39,44 \cdot 0,12 + 3,707 + 1452 + 27920 = 29,378 \text{ тис. грн.}$$

$$Z_2 = 60,44 \cdot 0,12 + 5,681 + 0,11 + 29720 = 29,732 \text{ тис. грн.}$$

Порівняємо витрати на кожен варіант:

$$\Delta Z = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2} \cdot 100\% \quad (4,18)$$

$$\Delta Z = \frac{29,732 - 29,378}{29,732} \cdot 100\% = 1,191\% < 5\%$$

Оскільки витрати схем відрізняються менше ніж на 5%, а також через нерівномірне завантаження змін, ми вибираємо схему з більш високою надійністю електропостачання, ця схема 2.

РОЗДІЛ 6

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЕРЕВОСУШАРКИ

6.1 Заходи з організації монтажу і налагодження електрообладнання

Проекти електромонтажних робіт виконуються відповідно до «Правил улаштування електроустановок», погоджених і затверджених в установленому порядку, а також згідно з діючими правилами техніки безпеки, охорони праці, пожежної безпеки. положення, відомчі інструкції, інструкції з монтажу виробників обладнання.

Електромонтажні роботи на об'єктах починаються з наявності технічної документації. Спеціальні види робіт, що потребують спеціальної підготовки персоналу, можуть виконуватися лише уповноваженими на їх виконання особами. Ці особи повинні мати посвідчення на право виконання зазначених робіт та пройти іспит з техніки безпеки.

Електромонтажні роботи проводяться в два етапи. На першому етапі проводяться всі підготовчі та закупівельні роботи. Це ознайомлення з проектом і розробка лінійних графіків і мереж, розробка ТУ на електромонтажні роботи. Враховує послідовність перемикачів і монтажу.

На першому етапі вирішуються всі питання організації роботи:

- Перевірка та вивчення проектної документації;
- Огляд та перевірка готовності приміщень;
- Розробка проекту організації монтажних робіт;
- Визначення потреби в трудових ресурсах;
- Складання графіків руху робочої сили;
- Перевірити комплектність машин, обладнання, апаратури керування;
- Розробка заходів безпеки.

Всі підготовчі роботи проводяться за межами монтажною зоною.

На другому етапі виконуються найважливіші електромонтажні роботи. Силові та освітлювальні мережі прокладають через кабелі, проводи і кабелі

оголюють і підключають до затискачів зібраних шаф і консолей згідно зі схемою монтажу, передбаченою проектом.

Другий етап завершується пусконаладжувальними роботами, які включають:

- Огляд обладнання, виявлення дефектів, вимірювання опору ізоляції, контроль вільного зачеплення рукояток приводу, фазування проводів без подачі напруги в ланцюг;

- Роботи з подачі напруги на схеми оперативного керування (перевірка роботи всіх елементів схеми, їх блокування, роботи приладів керування);

- керувати рукоятками електроприводами при подачі напруги в силові та робочі кола;

- Широке тестування, режим налаштування.

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Загальні положення

Керівництво охороною праці та технікою безпеки на підприємстві в цілому здійснюють керівник (головний інженер), керівники відповідних підрозділів і служб у цехах, виробничих ділянках і службах.

Організаційно-методичну роботу з управління охороною праці та технікою безпеки, підготовку управлінських рішень та контроль за їх виконанням здійснює служба охорони праці та техніки безпеки, підпорядкована безпосередньо керівнику (головному інженеру). Нормативною основою СУОП є кодекс законодавства про працю, система стандартів охорони праці, норми, положення, положення, інструкції та розпорядження з питань охорони праці. До основних організаційних документів з охорони праці в організаціях належать Положення про організацію роботи з охорони праці профспілки (тресту); Положення про відділ, в якому мають бути відображені питання охорони праці та техніки безпеки, за які відповідає цей відділ; Посадові інструкції керівників та інженерно-технічних працівників; Інструкції з охорони праці для працівників за професіями;

Керівництво та інженерно-технічні працівники підприємства зобов'язані не рідше одного разу на рік проходити іспити з правил і норм охорони праці.

Інструктаж з техніки безпеки може бути: вступний (первинний), безпосередньо на робочому місці (періодичний, позаплановий, цільовий).

На виробництві широко використовується обладнання, що працює під тиском. До них належать водогрійні (парові) котли, компресори, повітрозбірники, паропроводи, газопроводи, газові балони та ін.

Парові котли використовують для отримання пари для різних технологічних потреб. Компресорні установки служать для виробництва стисненого повітря, яке використовується як енергоносіє у різних технологічних

процесах (приводні машини, технологічне обладнання тощо). Газові балони використовуються для зберігання стиснених і зріджених газів.

Посудини під тиском оголюються під час роботи серйозну небезпеку, тому що вибухи можуть статися в результаті порушення нормального режиму роботи або дефектів їх виробництва.

Вибух посудини під тиском — це руйнування її стінок, при якому внутрішній тиск негайно виходить в атмосферу. Це явище називається адіабатним розширенням (вибухом). Навпаки, хімічний вибух є різновидом процесу горіння.

Причини вибуху посудин, що працюють під тиском, різноманітні, але в основному їх можна звести до таких: підвищення тиску вище допустимого, механічний або хімічний вплив, виробничий брак тощо.

Вибух кораблів під тиском супроводжується великими руйнівними наслідками. Найбільш небезпечними є вибухи котлів.

Контроль за правильністю виробництва та експлуатації посудин, що працюють під тиском, здійснює Держпраці України (котлоінспекція). Ця комісія здійснює технічний контроль, реєстрацію монтажу та експлуатації посудин, що працюють під тиском, і допускає їх до введення в експлуатацію. Відповідальність за безпечну експлуатацію посудин несе власник обладнання.

Реєстрація здійснюється на підставі заяви власника разом з паспортом обладнання заводу, який його виготовив, сертифікатом якості монтажу від організації, що його здійснила, довідками про наявність навченого обслуговуючого персоналу та копією наказу. призначення відповідальної особи.

До обслуговування посудин, що працюють під тиском, допускаються особи віком до 18 років, які пройшли медичний огляд, підготовку за відповідною програмою та мають посвідчення екзаменаційної кваліфікаційної комісії. Періодично кожні 12 місяців у обслуговуючого персоналу проводиться перевірка знань техніки безпеки.

Вимоги до безпечної експлуатації котлів визначаються «Правилами установки і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів». Ці правила поширюються на водогрійні котли з температурою води вище 115 0С.

За статистикою більшість аварій пов'язано з водним режимом котла (тобто зниження рівня води – 32%, незадовільний водний режим – 36%, порушення циркуляції води – 7%, виробництво та монтаж). дефекти - 18%).

Небезпека аварії полягає в перегрій (понад 100 0С) воді, яка має великий запас енергії. При миттєвому зниженні тиску вода раптово перетворюється на пару і збільшується приблизно в 1700 разів.

Причиною аварій котлів є надмірне напруження металу під прямим впливом високої температури і тиску. В результаті в металі виникають пластичні деформації, виникає повзучість

Механічне руйнування стінок відбувається при недостатній кількості води в бойлері. При зниженні рівня тепло, розраховане на підігрів води, не відводиться, але перегріває стінки котла. В результаті явища повзучості металу стінка котла випирає до тих пір, поки в цьому місці не з'являється тріщина, і котел ламається на вигляд. Причиною аварії стане доливання води в такий нагрітий котел. При наявності щілини в котлі необхідно перекрити подачу тепла і випустити пару, щоб не подавати в нього воду.

Причиною вибухів та аварій котлів також є поява на внутрішніх стінках накипу, що утворюється внаслідок недостатнього водного режиму та низької якості води. Накип небезпечний для котла як фізично, так і хімічно. Порушення водного режиму відбувається не тільки в результаті відкладення накипу і шламу на поверхні нагріву, але і в результаті корозії. Накип і шлам характеризуються низьким коефіцієнтом теплопровідності, що викликає неприпустиме підвищення температури стінок, внаслідок чого різко знижується міцність матеріалу і руйнуються елементи котла.

Необхідно використовувати воду відповідної якості, щоб запобігти утворенню накипу. Натрій, польовий шпат, глинистий пісок, каолін, сода та ін. Існує багато способів фільтрації води. Щоб запобігти утворенню накипу, бойлер

періодично промивають з додаванням різних засобів для пом'якшення води. Для цього, наприклад, використовується засіб проти накипу, який допомагає утворити захисну плівку, яка перешкоджає відкладенню накипу на поверхні стінок котла. Накип залишається у воді у вигляді осаду, який видувається з котла продуванням через зливний кран.

Крім того, причиною аварій може бути порушення правил технічної експлуатації котлів.

Для забезпечення безпечної експлуатації та нормальних умов праці котли обладнують арматурою, контрольно-вимірювальними приладами та запобіжними пристроями. Манометри, встановлені для контролю тиску, повинні мати червону лінію, що відповідає допустимому робочому тиску для даного котла. При підвищенні тиску в котлі до відповідного значення автоматично спрацьовують запобіжні клапани. За принципом дії запобіжні клапани бувають важільно-навантажувальні, важільно-пружинні та пружинні; в залежності від конструкції бувають відкритими або закритими і встановлюються в котел попарно або окремо.

Запобіжні клапани обладнані пристроями, що захищають обслуговуючий персонал від опіків при спрацьовуванні клапана і перевірці його роботи. Крім того, запобіжні клапани мають сигналізатори у вигляді свистків, які подають сигнал на робочому місці при виході пари з котла.

Планова перевірка проводиться за таких умов:

зовнішнього та внутрішнього - не рідше одного разу на чотири роки;

гідравлічні випробування - один раз на вісім років.

Гідравлічні випробування проводять після задовільного зовнішнього і внутрішнього огляду тиском, що перевищує робочий в 1,25-1,5 рази.

Котел витримують під пробним тиском 5 хвилин, після чого тиск знижують до робочого і витримують до повної перевірки.

До виконання вантажно-транспортних робіт у сушильних цехах допускаються особи, які знають правила експлуатації підіймально-транспортних механізмів і навчені техніці безпеки.

Основні правила безпеки при формуванні і транспортуванні димоходів в цеху зводяться до наступного.

При формуванні штабелів:

Укладання та розбирання всередині сушильної камери заборонено;

Допускається ручний монтаж до висоти 1,5 м від рівня підлоги; в цьому випадку верхню частину слід вирівняти за допомогою естакад, штабелерів та інших механізмів;

За загальним шаблоном необхідно перевірити правильність складання по висоті і ширині;

Під час роботи на вертикальному підйомнику, підніманні або опусканні (розбиранні) платформи не можна перебувати в безпосередній близькості від штабеля; не допускати потрапляння предметів (дощок, заготовок) у зазор між поверхнями паль і стінками котловану; вжити заходів щодо вилучення предметів, що впали в ліфтову яму.

Категорично забороняється працювати з несправними механізмами та за відсутності або несправності захисних огорож і пристроїв. Не торкайтеся рухомих кабелів, не стійте біля штабеля, коли він рухається, не стійте під пиломатеріалами та інші вантажі під час підйому та перенесення.

Для зупинки купи, що рухається, необхідно використовувати спеціальні башмаки, встановлені на рейках. У кінці залізничної колії повинні бути встановлені упори, що запобігають сходженню палі.

Необхідно стежити за тим, щоб постійні проходи були чистими і мали ширину не менше одного метра.

До робіт з обслуговування сушильних камер допускаються особи, які знають їх обладнання та правила технічної експлуатації. Основну небезпеку становлять дії обслуговуючого персоналу в камерах. Їх кількість необхідно максимально скоротити, для цього необхідно використовувати стаціонарні або дистанційні психрометри, пристрої для вилучення контрольних проб із розмічального та контрольного коридору.

Оператор сушарки під час входу в камеру повинен бути одягнений в брезентовий костюм, рукавички, каску, протигаз повітряного охолодження з жорсткими застібками на комірці та долонях. Підлоги клітинних будівель, особливо тих, що мають підвальні приміщення, повинні бути справними. Камери повинні бути обладнані електричним освітленням 12-18 В. Якщо їх немає, варто використовувати акумуляторні лампи або портативні лампи низької напруги з мережею та екранованим шнуром.

Двері камери повинні мати зовнішні та внутрішні ручки. Заходячи в камеру, необхідно стежити, щоб двері випадково не зачинилися ззовні. Якщо оператору потрібно увійти в гарячу камеру, біля дверей повинен бути черговий.

Контрольні коридори камер, лабораторії, газових камер, топкових повинні бути обладнані вентиляцією для забезпечення температури не вище 25°C. паропроводи і калорифери повинні бути закриті захисними екранами. Усі рухомі частини обладнання, сушильні камери повинні бути закриті огороженнями.

У сушильному цеху необхідно періодично проводити навчання працівників правилам охорони праці та техніки безпеки, а також інструктажі з виробничої санітарії. Майстерня повинна бути обладнана санітарним пунктом і стендами з наочними інструкціями з техніки безпеки.

При експлуатації газових камер необхідно контролювати герметичність газових каналів, печей і дверцят камер. Вхід до діючих газових камер дозволяється тільки в протигазі та захисному костюмі.

Зольна камера топки повинна бути обладнана вентиляцією і мати дверцята, що виходять назовні. Перед горловиною печі повинні бути встановлені екрани для захисту працівників від дії теплового випромінювання. Ролети та кришки газоходів повинні мати систему керування ними з підлоги приміщення. Положення стулок і стулок повинно бути надійно зафіксовано запірними пристроями. Категорично забороняється ходити в приміщення для зберігання печі під час її роботи.

Необхідно дотримуватися наступних вимог пожежної безпеки

регулярно прибирати місця камер, майстерень та інших допоміжних будівель, не допускаючи накопичення відходів і сміття;

не користуватися відкритим вогнем (свічками, гасом і паяльними лампами) і не палити в приміщеннях сушильного цеху; зварювальні роботи проводити з дозволу представників пожежної охорони;

своєчасне змащування підшипників вентиляторів і електродвигунів, запобігання їх перегріву.

Для газових сушильних камер додатково потрібно:

контролювати стан пічних газів, не допускати вильоту іскор за межі іскрогасної камери топки, використовувати тільки дозволене паливо;

систематично чистити вентилялі і газові канали;

не допускати горіння печі та виділення великих мас палива, небезпечних з точки зору вибуху;

зола із зольної камери повинна бути видалена не пізніше ніж через 5 днів після вилучення золи з топки.

Особливу небезпеку становлять пожежі, оскільки вони пов'язані з великими матеріальними збитками. Як відомо, пожежа може виникнути внаслідок взаємодії горючих речовин, джерел окислення та займання. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичного та естетичного оздоблення будівель, перегородок, дверей, підлог, ізоляції кабелів тощо.

Пожежна охорона — комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її поширення, створення умов для успішного гасіння пожежі.

Джерелами займання можуть бути електронні схеми від комп'ютерів, пристроїв, що використовуються для обслуговування, пристроїв живлення, кондиціонерів, де в результаті різних порушень виникають перегріті елементи, електричні іскри та дуги, які можуть запалити горючі матеріали.

До вогнегасників, призначених для локалізації невеликих пожеж, відносяться внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники, сухий пісок, азбестові покриття та ін.

Для гасіння пожеж на початковій стадії широко використовуються вогнегасники. За типом використовуваних засобів гасіння вогнегасники поділяються на такі основні групи.

Пінні вогнегасники застосовуються для гасіння легкозаймистих рідин, різних матеріалів, елементів конструкцій, обладнання, крім електрообладнання, що знаходиться під напругою.

Газові вогнегасники застосовуються для гасіння рідин і твердих речовин, а також електрообладнання, що знаходиться під напругою.

Вуглекислотні вогнегасники використовуються в основному в приміщеннях, де є комп'ютери, перевагою яких є висока ефективність пожежогасіння, безпека електронного обладнання та діелектричні властивості вуглекислого газу, які дають можливість використовувати ці вогнегасники. немає можливості відразу знеструмити електроприлад.

Автоматичні системи пожежної сигналізації (АПС) використовуються для виявлення початкової стадії пожежі та сповіщення пожежної охорони. Крім того, вони можуть самостійно запускати вогнегасники, коли вогонь ще не досяг великих розмірів. Системи АПС складаються з пожежної сигналізації, ліній зв'язку та приймальних пультів (станцій).

Комп'ютерні кімнати, кімнати зовнішньої пам'яті, обробки даних, сервісне обладнання, архіви, розмножувальна техніка та ін. На початку пожежі в цих приміщеннях, коли згоряють різні пластики, ізоляційні матеріали та паперові вироби, виділяється велика кількість диму і мало тепла.

РОЗДІЛ 8

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

8.1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності вдосконалення конвективної камерної сушарки

Сьогодні впровадження нових технологій для підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняної продукції хіміко-машинобудування неможливе без високопродуктивного обладнання, сучасних прогресивних конструкційних матеріалів, у тому числі технічного переозброєння, реконструкції та будівництва нових родовищ, цехів і підприємств. . Усе це потребує великих капіталовкладень, яких бракує Україні в сучасних умовах трансформації економіки країни на засадах ринкової економіки.

Виходячи з цього, кожен технічний, організаційний чи господарський проект або будь-яка інновація повинні бути всебічно обґрунтовані з економічної точки зору. Вищесказане стосується саме переддипломних робіт студентів інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ».

Економічна частина цього дипломного проекту стосується проектування вікон, дверей, меблів тощо. передбачає техніко-економічне обґрунтування доцільності модернізації спеціально підібраного апарату (сушильної камери), в якому здійснюються процеси сушіння різних порід дерев для його виробництва. виконується. Такі пристрої в даний час широко використовуються в хімічній, будівельній та інших галузях промисловості. Таким чином, роботи з удосконалення конструкції сушильної камери є дуже актуальною проблемою, яка потребує вирішення і може сприяти підвищенню ефективності виробництва та економії ресурсів.

При роботі над удосконаленням конструкції існуючого пристрою необхідно було вибрати базову модель подібного пристрою з метою порівняння їх техніко-економічних показників. Таке базове пристрій має сушильну камеру з бойлером, теплообмінником і вентиляторами.

Цей базовий пристрій має дуже хороші експлуатаційні характеристики. Проте, з нашої точки зору, є ряд невикористаних резервів, реалізація яких може істотно підвищити продуктивність основного обладнання. Зокрема, з метою підвищення ефективності сушіння в апараті пропонується провести наступні роботи по зміні конструкції апарату:

1) для посилення технологічних процесів в апараті теплообмінник оребрений, що посилює процес теплопередачі від гарячого охолоджувача до холодного;

2) з метою підвищення енергоефективності та зниження початкової вартості обладнання ми використовуємо сендвіч-панелі з піноплексу з меншим показником теплопровідності місцевого виробника.

Проведена таким чином робота дозволяє:

1) підвищення ефективності теплообміну, що дозволить скоротити витрату палива на 15%;

2) зниження початкових витрат на 10% і експлуатаційних витрат на підтримку опалення камери і робочих температур на 5%.

Основні техніко-економічні показники базових і модернізованих апаратів (сушильних камер) наведені в таблиці. 1.1.

Розрахунок проводили за методикою, наведеною в літературі [5].

Таблиця 8.1 – Порівняльна характеристика базового та модернізованого приладів

ні	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Обладнання на модернізації	Нове аналогічне обладнання
1.	Індикатори призначення			
1.1	Теплоізоляційний матеріал	-	піноплекс	пінополіуретан
1.2	Коефіцієнт теплопровідності	Вт/м·К	0,0285	0,03
1.3	Тиск в апараті	МПа	0,4	0,4
1.4	Температура робочого середовища в приладі	°С	45	45

1.5	Загальні розміри пристрою: - висота - ширина - висота	мм	5250 6000 10000	5250 6000 10000
1.6	Ціна сендвіч панелей	грн	284	326
1.7	Коефіцієнт теплопередачі нагрівача	Вт/м·К	194	165
1.8	Ціна утеплювача	грн	4000	3200
1.9	Вага пристрою	кг	7200	7500
1.10	Витрата повітря в сушарці	кг/сек	11	11
1.11	Споживання тепла за цикл	кВт	8064	8450
1.11	Середня тривалість виробничого циклу на апараті	Годинник	670	670
1.12	Тривалість ремонтного періоду	років	9.0	8.0
2. Економічні показники				
2.1	Ринкова ціна нового обладнання	тис. грн	-	63,0*
2.2	Балансова (фактична) вартість обладнання	тис. грн	58,0**	-
2.3	Залишкова вартість обладнання, що модернізується	тис. грн	0	-

*Ціна вказана ЗМП

**Ціна сушарки з заводу

Суть модернізації полягає в заміні нагрівача на більш ефективний для підвищення коефіцієнта тепловіддачі, що призведе до зменшення часу на нагрівання сушарки, а також зменшення витрати холодоагенту. Також ми замінюємо імпортні сендвіч-панелі на місцеві, що зменшить початкові та експлуатаційні витрати

8.2 Розрахунки вартості проектно-будівельних робіт з модернізації сушарки

Модернізація діючого обладнання означає попередження або усунення фізичного зносу, технологічного та економічного старіння, його вдосконалення з метою підвищення його технічних показників до рівня сучасних вимог.

Модернізація обладнання під час капітального ремонту є економічно доцільною. Як правило, модернізація обладнання хімічної, нафтопереробної та целюлозно-паперової промисловості забезпечує підвищення його продуктивності на 10-18%, а витрати, що здійснюються відповідно, не перевищують половини вартості нових засобів аналогічного призначення. .

Розрахунок ефективності модернізації обладнання складається з визначення коефіцієнта економічної ефективності n_{p_i} , розраховується за цією формулою:

$$n_{p_i} = 1 - \frac{M_i + S_{e_i}}{K_{H_i} \alpha \beta + S_{a_i}};$$

де M_i - загальні витрати на модернізацію обладнання, грн.; (поточний)

S_{e_i} - перевищення експлуатаційних витрат модернізованого обладнання порівняно з новим аналогічним обладнанням, грн.;

K_{H_i} - оптова ціна закупівлі нового аналогічного обладнання, грн.;

α - співвідношення продуктивності модернізованого обладнання та аналогічного нового обладнання;

β - коефіцієнт терміну ремонту модернізованого обладнання та аналогічного нового обладнання;

S_{a_i} - втрати за рахунок низького зносу модернізованого обладнання.

Загальні витрати M_i на модернізацію розраховуються за формулою:

$$M_i = \Phi_{i_{перв}}^{мод} \cdot K_i;$$

де $\Phi_{\text{перв}}^{\text{МОД}}$ – первісна (відновлена) вартість обладнання, що модернізується.

$$\Phi_{\text{перв}}^{\text{МОД}} = 63 \text{ тис. грн.};$$

K_i – коефіцієнт витрат, вартість якого залежить від виду та виду обладнання, що модернізується, $K_i=0,04$.

Потім

$$M_i = \Phi_{\text{перв}}^{\text{МОД}} \cdot K_i = 63000 \cdot 0,04 = 2,52 \text{ тис.грн.}$$

У процесі подальшої експлуатації модернізоване обладнання, як правило, потребує більших експлуатаційних (поточних) витрат, ніж аналогічне нове обладнання.

Експлуатаційні (поточні) витрати при експлуатації обладнання визначаються за формулою:

$$S_{e_i} = q_{b_i} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{МОД}} - q_{b_n} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{НОВ}};$$

де q_{b_i} - коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат обладнання, що модернізується, $q_{b_i}=0,16$;

q_{b_n} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат аналогічного нового обладнання; $q_{b_n}=0,14$;

$\Phi_{\text{перв}}^{\text{НОВ}}$ – початкова вартість нового (подібного) обладнання.

Потім

$$S_{e_i} = q_{b_i} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{МОД}} - q_{b_n} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{НОВ}} = 0,16 \cdot 58000 - 0,14 \cdot 58000 = 1,16 \text{ тис.грн.};$$

Коефіцієнт продуктивності α модернізованого обладнання та аналогічного нового обладнання розраховується за формулою:

$$\alpha = \frac{\Pi_i}{\Pi_{нов}};$$

де Π_i - продуктивність обладнання, що модернізується;

$\Pi_{нов}$ - продуктивність аналогічного нового обладнання.

$$\alpha = \frac{\Pi_i}{\Pi_{нов}} = \frac{8064}{8450} = 0,95;$$

коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу модернізованого обладнання та аналогічного нового обладнання;

$$\beta = 0,8;$$

Коефіцієнт ефективності витрат

$$n_{p_i} = 1 - \frac{2520 + 1160}{63000 \cdot 0,95 \cdot 0,8} = 0,923;$$

В результаті проведених розрахунків та аналізу техніко-економічних показників встановлено доцільність модернізації конвективної сушарки деревини, яка полягає в заміні сендвіч-панелей та обігрівача.

Тобто розрахункове значення $n_{p_i} > 0$, тобто модернізація сушильної камери є економічно доцільною.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз стану електрифікації виробничих процесів у деревопереробному цеху ТОВ «Підвисоцький завод будівельних матеріалів».

Для виконання поставленого завдання було проведено огляд існуючих конструкцій, на підставі якого зроблено обґрунтований вибір конструкції пристрою. Для повного розуміння призначення конвективної сушарки наведено опис частини технологічної схеми сушіння деревини та її технічні характеристики. Обрану конструкцію проаналізовано та порівняно з кращими вітчизняними та світовими аналогами, в результаті чого встановлено, що розроблений пристрій не містить принципових рішень, запропонованих у розглянутих патентах.

Проведено параметричний і аеродинамічний розрахунок, а також розрахунки на міцність основних вузлів і деталей пристрою (перевірка міцності обраних балок і опорних елементів сушарки). Розрахунок потужності виконано згідно з діючими державними та галузевими стандартами.

Дано рекомендації з монтажу та експлуатації та визначено рівень стандартизації та уніфікації сушарки. Виконано техніко-економічне обґрунтування та модернізацію сушарки. Розрахунки підтвердили економічну ефективність запропонованої ідеї.

Графічна частина проекту включає креслення форматів А0, А1, А2 та двох форматів А3, якими є: технологічна схема, складальне креслення сушарки та креслення складальних розрізів і деталей. Технічні умови додаються до складальних креслень.

Результати розрахунків узагальнюються в розрахунково-пояснювальній записці. За результатами роботи подано заявку на деклараційний патент (u2011 02132) та зроблено три доповіді на VII та VIII всеукраїнських конференціях та конференції «Екологія і людина».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

1. 1. Казирський В.В. Енергозабезпечення агропромислового комплексу : асист. / Казирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
2. 2. Червінський Л.С. Електричне ос
- 3.
4. ітлення та випромінювання. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.
5. 3. Посібник для сільського електрика / За ред. ПРОТИ. Алейніка – К.: Ураджай, 1988.
6. 4. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів і потокових ліній/ За ред. Е. Л. Чжулай. – К.: Вища освіта, 2001.
7. 5. Електротехніка та автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савчанка П.І., Савчанка В.В. тощо]; під ред.О.Ю. Синявський – К. : Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.
8. 6. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромислового комплексі : навч. посібник для студентів ВНЗ / Іноземцев Г.Б., Казирський В.В., Лут М.Т., Радзько І.П., Синявський О.Ю. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 526 с.
9. 7. Рівняк Г.Г. Оцінка економічного еквівалента reastive power у системі enterprise elestris power surply / Г. Г. Рівняк, І. В. Жежеленко, Ю. Г. Жежеленко. Г. Рівняк. А. Рарайка // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2016. - № 5. - С. 62-66. (Сорус)
- 10.8. Кігель А.Г. Приведення техніко-економічних показників електричних мереж до розрахункових умов / А.Г. Кігель // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2014. - № 5. - С. 63-69. (Сорус)
- 11.9. Основи електроприводу / Ю.М. Лауриненко, П.І. Савченко, О. Ю. Синявський та ін.; під ред.Ю.М. Лауриненко – К.: Ліра-К, 2016. – 504 с.
- 12.10. Правила влаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2016.
- 13.11. Охорона праці в сільському господарстві. Пістун І.П., Хам'як В.В., Хам'як Я.В. – С.: Університетська книга, 2007.

- 14.12. Охорона праці в сільських електроустановках / Лут М.Т., Радзько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.
- 15.13. Тракай В.Г. Методичні вказівки з охорони праці – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011р.
- 16.14. Лут М.Т. Основи технічної експлуатації сільськогосподарського енергетичного обладнання / Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. – Х. : Факт, 2008. – 438 с.
- 17.15. Вайтнюк Д.Г. та ін. Вплив якості електроенергії на споживчу функцію в сільському господарстві / Електрифікація та автоматизація сільського господарства. -2004.- № 1(6).-с. 3-12.
- 18.15. ДОСТ 13109-97 Міждержавний стандарт. Електрична енергія. Електромагнітна сумісність технічних засобів. Стандарти якості електричної енергії в системах електропостачання населення. - М.: Изд-востандартартов, 1998. - 120 с.
- 19.16. IEEE STD 1100-1999, IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electrical Equipment (IEEE Emerald Book) (ANSI).
- 20.17. Лежнюк П. Д., Комар В. О. Регулювання напруги в електричних системах. Підручник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 171 с.
- 21.18. Суднова В. В. Якість електричної енергії. - М.: Енергіт'янст, 2000.
- 22.19. Електропривод / [Лауриненко Ю.М., Марчанка О.С., Савчанка П.І. тощо]; під ред.Ю.М. Лауриненко – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
- 23.20. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів охорони праці. Терміни та визначення".
- 24.21. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
- 25.22. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд в Україні.: - К.: Дисконт, 1995. – 260с.
- 26.23. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж / Держенергонагляд України.: – К.: Рабатт, 1995. – 81с.
- 27.24. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП1.1.10-1.01-97. Держнагляд охорони праці України. – К.: Аснова, 1997. – 265 с.
- 28.25. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. / Держнагляд охорони праці України.: - К.: Аснова, 1998. – 380с.

- 29.26. Технічне обладнання будівель і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23-2003.- К.: Держ. Комітет будівництва і архітектури України, 2004. – 128 с. Богданов Е. С. Довідник сухої деревини. – М.: Урок. промисловість, 1990. – 304 с.
30. Кириченко В. Н. Охорона праці. М. Труд, 1990. - 231 с.
31. Акішенков С.І. Проектування камер і цехів сушіння деревини: Навч. курсове та дипломне проектування для спец. 26.02, 17.04. – Л.: ЛТА, 1992. – 87 с.
32. Марчевський В. Н. Складання графічних документів. Методичні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів – К. – 1989. 36 с.
33. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів бакалавра (для студентів інженерно-хімічного факультету). Розробник: Задольський А.М., доктор економічних наук, доцент Шаповаленко О.О. – К., 2010. – 16 с.
34. Інструкція з експлуатації камерної сушарки періодичної дії COPCAL 4001 PRG, Італія, 2007 р., 87 с.
35. Установа для сушіння деревини. Патент № 2 327 935 (RU). Лашков В.А. 2006р.
36. Установа для сушіння деревини. Патент № 2 379 603 (RU). Лашков В.А. 2008р.
37. Конвективна камерна сушка. Патент № 2 215 251 (RU). Фадяєв А.А. 2003р
38. Сушильна камера. Патент № 2 022 221 (RU). Гушин Ю.С. 1994 рік.
39. Джидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
40. Рамеш К. Шах, Дусан П. Основи конструкції теплообмінника - Секуліч, - Нью-Йорк, 2003, 972 стор.

