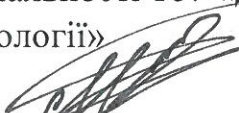


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут деревообробних технологій і дизайну
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини та
безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка
до дипломної роботи бакалавра на тему
Проект сушильної ділянки для ДП «ЛАМЕЛЛА»

Виконав: студент групи ДТ-42
спеціальності 187 «Деревообробні та меблеві
технології»




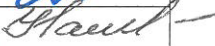

_____ Суханевич С.М.

Керівник _____ Губер Ю.М.

Рецензент 

Львів – 2025

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видан	завдання прийняв
Охорона праці	доц. Соколовський І.А.		
Економічний розділ	доц. Наливайко Н.Я.		

7. Дата видачі завдання 24 лютого 2025 року

Керівник проекту  доц. Губер Ю.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Загальний розділ	до 12.04.25	
2.	Проектно-технологічний розділ	до 24.05.25	
3.	Охорона праці	до 31.05.25	
4.	Економічний розділ	до 06.06.25	
5.	Оформлення бакалаврської роботи	до 14.06.25	

Студент



Суханевич С.М.

Керівник проекту



доц. Губер Ю.М.

Анотація

В даній бакалаврській роботі на тему « Проект сушильної дільниці для ДП «ЛАМЕЛЛА», проведено основні розрахунки, необхідні для проектування та будівництва сушильної дільниці на основі сушильних камер фірми Le.Ko (Польща).

Проект складається з 4 частин.

В загальній частині наведено коротку характеристику підприємства та обгрунтовано необхідність спорудження нової сушильної дільниці.

В проектно-технологічній частині проведено комплекс розрахунків, які охоплюють технологічні питання розробки проекту дільниці, розраховано головні теплові та аеродинамічні показники камер, сумарне використання сушильним цехом електроенергії, води, обчислено необхідну кількість головного та допоміжного обладнання.

В розділі “Охорона праці” розглянуто заходи безпечної експлуатації сушильних камер та вимоги з дотримання і забезпечення безпеки праці праці відповідно до існуючих стандартів.

Економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження проекту у виробничий процес ДП «ЛАМЕЛЛА».

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1. Коротка характеристика підприємства	9
1.2. Обґрунтування необхідності проектування сушильного цеху	11
2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1. Загальні питання проектування сушильного цеху	13
2.1.1. Уточнення специфікації і визначення кількості пиломатеріалів	13
2.1.2. Обґрунтування вибору майданчика для будівництва сушильного цеху	13
2.1.3. Обґрунтування вибору типу сушильного пристрою	13
2.1.4. Загальна характеристика конструкції камери	14
2.2. Технологічний розрахунок сушильних пристроїв	16
2.2.1. Визначення тривалості сушіння пиломатеріалів	16
2.2.2 Розрахунок продуктивності сушильних камер для фактичного матеріалу	16
2.2.3 Розрахунок необхідної кількості сушильних камер	20
2.3 Тепловий розрахунок	21
2.3.1 Вибір розрахункового матеріалу	21
2.3.2 Визначення маси вологи, що випаровується	21
2.3.3 Вибір режиму сушіння	21

2.3.4	Визначення параметрів агента сушіння перед входом в штабель	22
2.3.5	Визначення об'єму та маси циркулюючого агента сушіння	24
2.3.6	Визначення параметрів агента сушіння на виході із штабеля	25
2.3.7	Визначення об'єму свіжого та відпрацьованого агента сушіння	25
2.3.8	Розрахунок витрат тепла на сушіння деревини	26
2.3.9	Вибір та розрахунок поверхні нагрівання калорифера	32
2.3.10	Визначення діаметрів трубопроводів	34
2.4	Аеродинамічний розрахунок	35
2.4.1	Складання схеми циркуляції агента сушіння в камері	35
2.4.2	Розрахунок тиску, який повинен створити вентилятор у камері	36
2.5.	Розрахунок потужності та вибір електродвигуна вентилятора	38
2.5.1.	Вибір вентилятора	38
2.5.2	Розрахунок потужності та вибір електродвигуна	39
2.6	Розрахунок транспортного обладнання	39
2.6.1	Розрахунок автотранспорту	39
2.7	Розрахунок кількості електроенергії	41
2.7.1	Розрахунок річної потреби в силовій електроенергії	41
2.7.2	Розрахунок потреби електроенергії на освітлення	42
2.8	Розрахунок опалення і вентиляції	45
2.8.1	Встановлення метрологічних параметрів цеху	45

2.8.2 Вибір системи опалення і вентиляції	45
2.8.3 Визначення витрат тепла в приміщеннях	46
2.8.4 Підбір і розрахунок опалювально-вентиляційного обладнання	47
2.8.5 Розрахунок річної потреби в воді	48
2.9 Зведена відомість необхідної кількості обладнання сушильної ділянки	49
2.10 Технологія сушіння пиломатеріалів в камерах LK-ZDR-80L.	49
2.10.1 Укладання пиломатеріалів в штабеля	49
2.10.2 Проведення процесу сушіння	50
2.11. Розробка креслень сушильної камери та плану цеху	50
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
3.1. Загальна характеристика умов праці на підприємстві.	52
3.2 Санітарно-побутові приміщення та спецодяг.	52
3.3 Пожежна безпека сушильної ділянки	53
3.4 Загальна характеристика місця роботи працівників	54
3.5 Вимоги безпеки під час сушіння деревини	55
4. ЕКОНОМІКА	57
ВИСНОВОК	63
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	64
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Сушіння деревини в камерах є ключовим етапом технологічного процесу, що суттєво впливає на якість матеріалу та його подальші експлуатаційні властивості. Такі параметри, як кінцева вологість, рівномірність вологості по товщині заготовки та наявність внутрішніх напружень, мають визначальний вплив на міцність, стабільність форми меблевих деталей та готових виробів.

Сучасні тенденції у галузі спрямовані на впровадження високоточної автоматизації для оптимізації процесу сушіння та зниження енергоспоживання, а також на розробку екологічно безпечних технологій сушіння з меншими витратами електроенергії.

З огляду на широке використання лісових ресурсів у світі, спостерігається загальне зниження якості деревини, яка надходить у деревообробну промисловість. У відповідь на це у виробництві меблевих щитів застосовують нові конструктивні підходи, зокрема багат шарове склеювання деревини, де для зовнішніх шарів використовують тонкі пиломатеріали (ламельі) товщиною до 10 мм.

Сушіння таких тонких ламельних заготовок має свої технологічні особливості та вимагає використання спеціалізованих сушильних камер, зокрема установок типу LK-ZDR-80L.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Коротка характеристика ДП «Ламелла»

Дочірнє підприємство «Ламелла» розташоване в місті Тячів Закарпатської області. Підприємство працює на ринку з 2001 року та спеціалізується на виробництві меблів із масиву деревини, зокрема дуба та бука.



Рис 1.1 Адміністративний корпус підприємства

Продукція фабрики — це ліжка, столи, комоди та інші вироби, які експортуються до багатьох країн Європи.

У виробництві використовуються натуральні, високоякісні та екологічно чисті матеріали, що забезпечують надійність, довговічність і привабливий зовнішній вигляд готових меблів.

Виробництво має замкнутий цикл виготовлення продукції від лісоматеріалу до готової ламеллі.

На даний час сушіння дубових і букових пиломатеріалів відбувається у сушильних камерах фірми «Katres» (Чехія). На підприємстві розташовано

бсушильних камер вмістом біля 100 м.куб. умовних пиломатеріалів. Завантаження сушильних камер відбувається автотранспортом.



Рис 1.2 Загальний вигляд камериKatres.

На нашому підприємстві налагоджений повноцінний процес первинної обробки деревини. Колоди проходять розкрій на пиломатеріали, які у подальшому спрямовуються на сушіння відповідно до виробничих потреб. Разом із цим, з метою оптимізації ресурсів та забезпечення гнучкості у виробничому процесі, частина пиломатеріалів закуповується у вигляді заготовок. Весь подальший цикл механічної обробки — від сушіння до готової продукції — здійснюється безпосередньо на базі підприємства, що дозволяє берігати контроль якості на кожному етапі.

На території ДП «Ламелла», знаходяться основні виробничі та допоміжні підрозділи підприємства, які забезпечують повний цикл обробки деревини та виготовлення меблевих виробів.

Підприємство має власний склад пиломатеріалів, де зберігаються необроблені дерев'яні заготовки для подальшої обробки. На виробничій території розташований меблевий цех, який спеціалізується на виготовленні різноманітних меблевих виробів з дуба та бука, а також цех виготовлення меблевих щитів, де здійснюється склеювання та пресування багатошарових дерев'яних панелей.

Для підготовки деревини до подальшої обробки функціонує сушильний цех, обладнаний сушильними камерами, які забезпечують рівномірне та якісне сушіння пиломатеріалів.

Також на підприємстві є цех пресування паливних брикетів, де переробляються відходи деревини, тирса та стружка, що утворюються в процесі виробництва. Готові паливні брикетиз берігаються на окремому складі готової продукції перед відвантаженням клієнтам.

Окрім виробничих приміщень, на території ДП «Ламелла» розташовані адміністративний офіс та допоміжні майстерні, які забезпечують технічне обслуговування устаткування та організацію виробничого процесу.

1.2 Обґрунтування необхідності проектування сушильного цеху.

ДП «Ламелла» — підприємство спеціалізується на виготовленні меблевих виробів з твердих порід деревини, зокрема дуба та бука. Завдяки вигідному розташуванню поблизу кордону, підприємство орієнтоване переважно на експорт продукції, що відповідає високим стандартам якості.

Із кожним роком обсяги виробництва на підприємстві зростають, що зумовлено стабільним попитом на натуральні меблеві вироби з якісної деревини. Проте, з огляду на те, що кількість виробників меблевих компонентів із бука та дуба зменшується, а попит на таку продукцію в Європі навпаки зростає, підприємство потребує модернізації ключових етапів виробництва.

На сьогодні наявні сушильні камери, які використовуються у виробничому процесі є повністю завантаженими, що обмежує подальше розширення

виробництва. Останнім часом підприємством розроблено лінійку високоякісних меблів, які виготовляються із тришарового меблевого щита (рис.1.3.). Це вимагає встановлення спеціалізованих сушильних камер для висушування тонких ламельних елементів з деревини дуба та ясеня. Для внутрішнього шару деяких меблевих щитів можуть використовуватися ламелі з деревини ялини.



Рис.1.3. Тришаровий меблевий щит із деревини дуба

У зв'язку з цим, на ДП «Ламелла» поставлено завдання проектування нової сушильної дільниці. Для підвищення продуктивності та якості сушіння планується додатково встановити дві сушильні камери фірми Leko (Польща), моделі LK-ZDR-80L, які відповідають сучасним технологічним вимогам та забезпечують енергоефективне та рівномірне сушіння деревини відповідно до екологічних норм.

2. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Загальні питання проектування сушильного цеху

2.1.1. Уточнення специфікації і визначення кількості пиломатеріалів

Таблиця 2.1

Специфікація пиломатеріалів, які підлягають сушінню

№	Порода	Вид п/м	Розміри пиломатеріалів, мм			Характеристика п/м			
						Вологість		Категорія якості	Задана кількість п/м, Ф м ³ /рік
			Т	Ш	Д	W _п	W _к		
1	Дуб	обр.	7	200	3000	65	6	I	8000
2	Ясен	обр	7	200	3000	55	6	I	3000
3	Ялина	обр	7	200	3000	70	6	I	2000

2.1.2. Обґрунтування вибору площадки для будівництва сушильного цеху.

Сушильну ділянку слід розташувати на місці сушильних камер фірми Sesea, які виведені з експлуатації внаслідок амортизаційного зносу та аварійного стану. Розміщення ділянки біля котельні дозволяє зменшити втрати тепла магістральними теплопроводами.

2.1.3. Обґрунтування вибору типу сушильного пристрою

Вибір сушильної камери для тонких ламельних елементів обумовлений рядом вимог: камера повинна мати підвищену теплову потужність, більшу від стандартного виконання кількість циркуляційних вентиляторів, велику площу припливно-витяжних каналів та розміри (габарити), що відповідають специфікації пиломатеріалів. Також технологічні режими повинні забезпечити збереження натурального кольору деревини. Таким вимогам повністю відповідають сушильні камери для ламельних елементів польської фірми Le.Котипу LK-ZDR-80L. Окрім

цього враховується той факт, що такі камери вже експлуатуються на підприємствах з виготовлення дубових ламелей верхнього шару підлогових покриттів, а саме на ПП «Тайфун-Плюс», ФОП Крупський Р.А., ТзОВ «Укрлісекспорт», які є одними з провідних виробників цього напрямку та експортують дубові ламелі на ведучі заводи Європи.

Коротка технічна характеристика сушильної камери LK-ZDR-80L

Теплоносій – гаряча вода.

Температура води на вході в камеру – 80-90 С.

Максимальний тиск в тепловій системі 0,3 МПа.

Встановлена потужність калорифера в камері – 650 кВт.

Максимальна температура сушіння деревини – 75 С.

Тип і розмір вентилятора – LK 800

2.1.4. Загальна характеристика камери LK-ZDR -80L

Сушильна камера LK-ZDR-80L фірми Le.Ко. призначена для сушіння деревини на деревообробних підприємствах, продукцією яких є пиломатеріали з деревини хвойних та листяних порід. Камера може застосовуватися на деревообробних підприємствах з виготовлення будь-якої меблевої продукції, а особливо для сушіння тонких ламельних елементів.

Для побудови несучих каркасних конструкцій використовуються профілі з нержавіючої сталі та алюмінієвих сплавів. Несучі елементи виготовляються у формі зварних рамних конструкцій, які при монтажі кріпляться одна до одної за допомогою болтового з'єднання. Це дозволяє швидко проводити монтажні роботи. Застосовані матеріали є стійкими при роботі в агресивному середовищі, яке створюється в процесі сушіння деревини.

Теплову ізоляцію сушильної камери складають касети з алюмінієвого листа товщиною 1.5 мм, заповнені мінеральною ватою, які не допускають поглинання

вологи. Касети кріпляться до несучої конструкції гвинтами. Застосовані касети товщиною 100 мм забезпечують хорошу теплоізоляцію з коефіцієнтом теплопередачі $K = 0.35 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Зовні камера облицьована алюмінієвими профільними листами товщиною 0.8 мм.

Камера оснащена воротами, які піднімаються вгору та відводяться в сторону за допомогою спеціального механізму. Конструкція полотна воріт аналогічна конструкції бокових стін камери. По периметру воріт застосовано ущільнення з силіконового профілю, що забезпечує герметичність дверей камери та його довговічність.

В задній стіні камери вмонтовано ревізійні двері, які забезпечують легкий доступ всередину камери без необхідного вивантаження матеріалу.

Приплив свіжого та викидання відпрацьованого повітря в камері регулюється повітряними засувками по обидва боки вентиляторної рами.

В камері змонтовано 10 реверсивних вентиляторів діаметром 800 мм. Лопатки робочого колеса виготовлені шляхом відливання із спеціальних алюмінієвих сплавів, що потім обробляються методом різання. Крильчатка проходить статичне та динамічне балансування в двох площинах. Корпус вентиляторів виготовлений з алюмінієвого сплаву та кріпиться до рами нержавіючими болтами.

Теплова система камери включає в себе біметалеві калорифери, виконані з нержавіючої сталі з алюмінієвими ребрами, нержавіючі труби всередині камери, циркуляційний насос з мокрим ротором, триходовий клапан з електроприводом, зворотний клапан, кульові крани та з'єднувальні елементи.

Інсталяція системи зволоження виконана з нержавіючої труби діаметром 1/2" і включає в себе водяний фільтр, електромагнітний клапан, колекторну трубу з форсунками та елементи з'єднання.

Об'єм сушильного простору камери розрахований на завантаження 80 м³ деревини. Завантаження і розвантаження якої проводиться за допомогою автотранспорту.

2.2 Технологічний розрахунок сушильних пристроїв

2.2.1 Визначення тривалості сушіння пиломатеріалів

Загальна тривалість сушіння деревини була визначена на основі даних з підприємства ПП Тайфун-Плюс і склала для дубових ламелей товщиною 7 мм - 72 години, для ясеневих ламелей товщиною 7 мм – 60 годин, для ламелей з деревини ялини товщиною 7 мм – 40 годин.

2.2.2 Розрахунок продуктивності сушильних камер для фактичного матеріалу.

При проектуванні сушильних цехів або окремих камер необхідно визначити їх річну продуктивність. Річну продуктивність за визначають за формулою:

$$П = n * E \quad \text{м}^3/\text{рік} \quad (2.1)$$

де: n – кількість камерооборотів протягом року;

E – кількість матеріалу, що завантажується в камеру, м³.

$$n = \frac{T}{\tau_{об}} * C \quad (2.2)$$

$$n_{дуб} = \frac{365}{3,25} * 0,92 = 103,3$$

$$n_{ясен} = \frac{365}{2,75} * 0,92 = 122,1$$

$$n_{ялина} = \frac{365}{1,92} * 0,92 = 174,9$$

де: T – період за який визначають продуктивність камери; дів;

$\tau_{об}$ – тривалість одного камерообороту, дів або годин:

$$\tau_{об} = \tau_c + \tau_{зав} \quad \text{дів} \quad (2.3)$$

$$\tau_{\text{дуб}} = 3 + 0,25 = 3,25 \text{ діб}$$

$$\tau_{\text{ясен}} = 2,5 + 0,25 = 2,75 \text{ діб}$$

$$\tau_{\text{ялина}} = 1,67 + 0,25 = 1,92 \text{ діб}$$

де: τ_c – тривалість сушіння матеріалу, діб або годин;

$\tau_{\text{заб}}$ – тривалість завантаження та розвантаження сушильних камер (для камери періодичної дії LK-ZDR-80L - $\tau_{\text{заб}}=6,0$ год, або 0,25 доби);

C – коефіцієнт технічного використання камер, визначається як відношення планового часу роботи сушильних камер (335 діб) до загальної кількості днів у році:

$$C = \frac{335}{365} = 0,92. \quad (2.4)$$

Кількість матеріалу, що завантажується в камеру

$$E = l * b * h * m * \beta_{\text{об}} \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

$$E_{\text{дуб}} = 3,0 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,289 = 50,72 \text{ м}^3$$

$$E_{\text{ясен}} = 3,0 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,289 = 50,72 \text{ м}^3$$

$$E_{\text{ялина}} = 3,0 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,321 = 56,34 \text{ м}^3$$

де: l, b, h – відповідно довжина, ширина і висота штабеля, м;

$\beta_{\text{об}}$ – коефіцієнт об'ємного заповнення штабеля;

m – кількість штабелів, які можна розмістити у камері, шт.

Коефіцієнт об'ємного заповнення штабеля ($\beta_{\text{об}}$) залежить від товщини і виду матеріалу:

$$\beta_{\text{об}} = \beta_{\text{д}} * \beta_{\text{ш}} * \beta_{\text{в}} * \frac{100 * y_o}{100} \quad (2.6)$$

$$\beta_{\text{об,дуб}} = 1 * 0,9 * 0,368 * \frac{100 - 12,8}{100} = 0,289$$

$$\beta_{\text{об,ясен}} = 1 * 0,9 * 0,368 * \frac{100 - 12,6}{100} = 0,289$$

$$\beta_{\text{об'ялина}} = 1 * 0,9 * 0,368 * \frac{100 - 8,2}{100} = 0,304$$

де: $\beta_d \beta_{ш} \beta_v$ – коефіцієнти заповнення штабеля по довжині, ширині, висоті.

y_o – об'ємне всихання деревини.

Якщо $W_k < 15\%$, то коефіцієнт об'ємного всихання визначається за формулою:

$$y_o = K_o * (W_{m.n} - W_{кін}) \% \quad (2.7)$$

$$y_{o_{\text{дуб}}} = 0,532 * (30 - 6) = 12,8 \%$$

$$y_{o_{\text{ясен}}} = 0,523 * (30 - 6) = 12,6 \%$$

$$y_{o_{\text{ялина}}} = 0,341 * (30 - 6) = 8,2 \%$$

де: K_o – коефіцієнт об'ємного всихання даної породи;

$W_{кін}$ – кінцева вологість після сушіння, %;

$W_{m.n}$ – вологість деревини в стані насичення, приймають $W_{m.n} = 30\%$.

Коефіцієнт об'ємного всихання розраховується за формулою:

$$K_o = \frac{\beta_v}{W_{m.n}} \quad (2.8)$$

$$K_{o_{\text{дуб}}} = \frac{15,96}{30} = 0,532$$

$$K_{o_{\text{ясен}}} = \frac{15,68}{30} = 0,523$$

$$K_{o_{\text{ялина}}} = \frac{10,22}{30} = 0,341$$

де β_v – повна величина об'ємного всихання деревини.

Коефіцієнт заповнення штабеля по довжині визначається:

$$\beta_d = \frac{l_{\text{сер}}}{l}, \quad (2.9)$$

$$\beta_d = \frac{3}{3} = 1$$

де $l_{\text{сер}}$ – сумарна довжина ламелі що вкладаються в штабель.

Коефіцієнт заповнення штабеля за висотою визначається за формулою:

$$\beta_B = \frac{S_1}{S_1 + S_{np}} \quad (2.10)$$

$$\beta_B = \frac{7}{7 + 12} = 0,368$$

де: S_l – товщина ламелі, мм;

S_{np} – товщина прокладки, мм.

Таким чином формулу можна записати:

$$П = \frac{365}{\tau_{об}} * C * l * b * h * m * \beta_{об} \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.11)$$

$$П_{дуб} = \frac{365}{3,25} * 0,92 * 3 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,289 = 6551 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$П_{ясен} = \frac{365}{2,75} * 0,92 * 3 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,289 = 6193 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$П_{ялина} = \frac{365}{1,92} * 0,92 * 3 * 1,25 * 1,3 * 36 * 0,304 = 9331 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Таблиця 2.2

Розрахунок продуктивності сушильних камер для фактичного матеріалу

Порода висушуваного матеріалу	Розміри пиломат-лів, (заготовок), мм			Розміри штабеля, мм			Товщ. прокладок,	Кільк. штабелів,	Коеф. об'ємн. заповн. штаб., $\beta_{об}$	С	Тривалість:			Продуктивн. камери, $П$ м ³ /рік
	S_l	S_2	L	l	b	h					Суш-ня, τ_c дів	зав.-розвант., $\tau_{роз}$ дів	обороту камери, $\tau_{об}$ дів	
Дуб	7	250	3000	3000	1250	1300	12	36	0,289	0,92	3	0,25	3,25	6551
Ясен	7	200	3000	3000	1250	1300	12	36	0,289	0,92	2,5	0,25	2,75	6193
Ялина	7	200	3000	3000	1250	1300	12	36	0,289	0,92	1,67	0,25	1,92	9331
Ум.мат	40	150	3000	3000	1250	1300	22	36	0,438	0,92	3,2	0,25	3,45	7482

2.2.3 Розрахунок необхідної кількості сушильних камер

Кількість сушильних камер, що необхідна для виконання річної програми визначають за формулою:

$$n_i = \frac{\Phi_i}{\Pi_i} \text{ шт} \quad (2.12)$$

де: Φ_i – кількість матеріалу відповідного розміру, м³;

Π_i – продуктивність однієї камери для пиломатеріалів, м³/рік.

$$n_{\text{дуб}} = \frac{8000}{6551} = 1,22 \quad n_{\text{ясен}} = \frac{3000}{6193} = 0,48 \quad n_{\text{ялина}} = \frac{2000}{9331} = 0,21$$

Сумарна кількість камер на програму, шт

$$n = 1,22 + 0,48 + 0,21 = 1,91 \text{ шт}$$

Отже приймаємо 2 камери LK-ZDR-80L, з коеф. завантаження 95,5%.

2.3 Тепловий розрахунок

2.3.1 Вибір розрахункового матеріалу

За розрахунковий матеріал приймаємо пиломатеріали з ялини товщиною 7 мм, шириною 200 мм і довжиною 3000 мм, ламелі обрізні з початковою вологістю 70 % і кінцевою вологістю 6%.

2.3.2 Визначення маси вологи, яка випаровується.

Маса вологи, яка випаровується з 1 м³ деревини визначається за формулою

$$m_{1\text{м}^3} = \rho_6 * \frac{W_{\text{поч}} - W_{\text{кін}}}{100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad (2.13)$$
$$m_{1\text{м}^3} = 365 * \frac{70 - 6}{100} = 233,6 \text{ кг/м}^3,$$

де: ρ_6 – базисна густина деревини, кг/м³;

$W_{\text{поч}}$, $W_{\text{кін}}$ – відповідно початкова і кінцева вологість матеріалу, що сушиться, %

Маса вологи, яка випаровується за один оборот камери, визначається:

$$m_{\text{об.кам.}} = m_{1\text{м}^3} * E \text{ кг/об. кам.} \quad (2.14)$$

$$m_{\text{об.кам.}} = 233,6 * 56,34 = 13161 \text{ кг/об. кам.}$$

Маса вологи, що випаровується з деревини за секунду:

$$M_c = \frac{m_{\text{об.кам.}}}{3600 * \tau_{\text{с.р}}} \text{ кг/с} \quad (2.15)$$

$$M_c = \frac{13161}{3600 * 36,95} = 0,099 \text{ кг/с}$$

де: $\tau_{\text{с.р}}$ – тривалість сушіння розрахункового матеріалу, без врахування тривалості початкового прогрівання та кінцевої вологотеплообробки.

$$\tau_{\text{с.р}} = \tau_c - (\tau_{\text{пр}} + \tau_{\text{во}}) \text{ год} \quad (2.16)$$

$$\tau_{\text{с.р}} = 40 - (1,05 + 2) = 36,95 \text{ год}$$

$$\tau_{\text{пр}} = 0,7 * 1,5 = 1,05 \text{ год}$$

де: $\tau_{\text{пр}}$ – тривалість початкового прогрівання матеріалу, год;

$\tau_{\text{во}}$ – тривалість вологообробок, год.

Розрахунок маси вологи, яка випаровується в камері

$$M_p = M_c * k \text{ кг/с,} \quad (2.17)$$

$$M_p = 0,099 * 1,3 = 0,129 \text{ кг/с,}$$

де k – коефіцієнт нерівномірності сушіння, при сушінні вологим повітрям приймається: при $W_k=12...15\%$ $k=1,2$; при $W_k \leq 12\%$ $k=1,3$.

2.3.3 Вибір режиму сушіння

Для бездефектного сушіння пиломатеріалів вибираємо режим сушіння.

Таблиця 2.3

Режим низькотемпературного процесу сушіння ялини товщиною до 19 мм

Вологість деревини W , %	Температура сушіння t , °C	Відносна вологість повітря φ , %	Рівноважна вологість деревини W_p , %
Прогрівання	57	85	16.0/15.0
>70	57	68	10

70-60	57	68	10
60-50	58	68	10
50-40	59	68	10
40-30	60	68-58	10.0-9.0
30-25	61	58-47	9.0-7.0
25-20	63	47-37	7.0-5.5
20-15	65	37-23	5.5-4.0
15-10	67	23-21	4.0-3.0
<10	67	21	3.0
Кондиціонування	60	45	Wk + 2%

2.3.4 Визначення параметрів агента сушіння перед входом у штабель

Для розрахунку параметрів повітря при вході у штабель приймаємо параметри режиму сушіння за середнім ступенем. В даному випадку $t_1 = 63$ °С, а $\varphi_1 = 47$ %.

Вологовміст d_1 визначають:

$$d_1 = 622 * \frac{P_{n1}}{P_a - P_{n1}} \text{ г/кг} \quad (2.18)$$

$$d_1 = 622 * \frac{10749,5}{10^5 - 10749,5} = 74,91 \text{ г/кг}$$

де: P_{n1} – парціальний тиск водяної пари, Па;

P_a – атмосферний тиск повітря ($P_a = 1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$).

Парціальний тиск водяної пари визначають за формулою:

$$P_{n1} = \varphi_1 * P_{n1} \text{ Па} \quad (2.19)$$

$$P_{n1} = 0,47 * 22\,871,35 = 10749,5 \text{ Па}$$

де P_{n1} – тиск насичення водяної пари за розрахункової температури режиму сушіння, Па.

Ентальпію повітря I_1 визначаємо:

$$I_1 = 1,0 * t_1 + 0,001 * d_1 * (1,93 * t_1 + 2490) \text{ кДж/кг} \quad (2.20)$$

$$I_1 = 1,0 * 63 + 0,001 * 74,91 * (1,93 * 63 + 2490) = 258,63 \text{ кДж/кг}$$

Густину повітря ρ_1 визначають:

$$\rho_1 = \frac{349 - 132 * \frac{d_1}{622 + d_1}}{T_1} \text{ кг/м}^3 \quad (2.21)$$

$$\rho_1 = \frac{349 - 132 * \frac{74,91}{622 + 74,91}}{336} = 0,996 \text{ кг/м}^3$$

де T_1 – температура агента сушіння в градусах Кельвіна, $T_1 = 273 + t_1$.

Приведений питомий об'єм V_1 визначають:

$$V_{пр1} = 4,62 * 10^{-6} * T_1 * (622 + d_1) \text{ м}^3/\text{кг} \quad (2.22)$$

$$V_{пр1} = 4,62 * 10^{-6} * 336 * (622 + 74,91) = 1,081 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Таблиця 2.4

Параметри агента сушіння перед входом в штабель

№ п/п	Параметри повітря	Позначення	Розмірність	Параметри агента сушіння
1	Температура	t_c	°С	63
2	Відносна вологість	ϕ	%	0,47
3	Вологовміст	d	г/кг.	74,91
4	Ентальпія	I	кДж/кг.	258,63
5	Парціальний тиск	$P_{п}$	Па	10749,5
6	Густина	ρ_1	кг/ м ³	0,996
7	Питомий об'єм	$V_{пр1}$	м ³ /кг	1,081

2.3.5 Визначення об'єму і маси циркулюючого агента сушіння.

$$V_{ц} = \omega_{шт} * F_{ж.п.шт.} * C \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.23)$$

$$V_{ц} = 2 * 29,58 * 1,2 = 70,99 \text{ м}^3/\text{с}$$

де: $\omega_{шт}$ – розрахункова або задана швидкість руху агента сушіння через штабель, м/с.

$F_{ж.п.шт}$ – живий перетин штабеля, м²;

C – коефіцієнт використання повітряного потоку $C=1,2$ для камер з рівномірним розподілом агента сушіння.

У камерах з поперечною циркуляцією агента сушіння живий перетин штабеля визначається за формулою:

$$F_{\text{ж.п.шт.}} = l * h * (1 - \beta_B) * n \text{ м}^2 \quad (2.24)$$

$$F_{\text{ж.п.шт.}} = 3 * 1,3 * (1 - 0,368) * 12 = 29,58 \text{ м}^2$$

де: l, h – відповідно довжина та висота штабеля, м;

β_B – коефіцієнт заповнення штабеля по висоті;

n – кількість штабелів у площині, що перпендикулярна до напрямку руху агента сушіння.

Визначення маси циркулюючого агента сушіння на 1 кг випаровуваної вологи проводять за формулою:

$$m_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{M_{\text{р}} * V_{\text{пр1}}} \quad (2.25)$$

$$m_{\text{ц}} = \frac{70,99}{0,129 * 1,081} = 509,07$$

2.3.6 Визначення параметрів агента сушіння при виході зі штабеля.

Параметри агента сушіння в камерах періодичної дії при виході зі штабеля ($t_2, \varphi_2, d_2, I_2, \rho_2, V_{\text{пр.2}}$) визначаються графоаналітичним способом на Іd-діаграмі.

$$d_2 = \frac{1000}{m_{\text{ц}}} + d_1 \text{ г/кг} \quad (2.26)$$

$$d_2 = \frac{1000}{509,07} + 74,91 = 76,87 \text{ г/кг}$$

Температуру агента сушіння після виходу зі штабеля визначають за формулою:

$$t_2 = \frac{I_2 - 2,49 * d_2}{1,0 + 0,00193 * d_2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.27)$$

$$t_2 = \frac{137,1 - 2,49 * 76,87}{1,0 + 0,00193 * 76,87} = 47,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Параметри агента сушіння на виході зі штабеля

№ п/п	Параметри повітря	Позначення	Розмірність	Параметри агента сушіння
1	Температура	t_c	°С	47,3
2	Відносна вологість	ϕ	%	0,98
3	Вологовміст	d	г/кг.	76,87
4	Ентальпія	I	кДж/кг.	258,63
5	Густина	ρ_1	кг/ м ³	1,045
6	Питомий об'єм	$V_{пр2}$	м ³ /кг	1,034

2.3.7 Визначення об'єму свіжого і відпрацьованого агента сушіння.

Маса свіжого і відпрацьованого агента сушіння на 1 кг випаруваної вологи:

$$m_o = \frac{1000}{d_2 - d_0} \text{ кг/кг} \quad (2.28)$$

$$m_o = \frac{1000}{76,87 - 2} = 13,36 \text{ кг/кг}$$

де d_0 – вологовміст свіжого повітря взимку $d_0 = 2 \dots 3$ г/кг.

Об'єм свіжого повітря визначається за формулою:

$$V_0 = m_o * M_p * V_{пр.0}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.29)$$

$$V_0 = 13,36 * 0,129 * 0,87 = 1,50 \text{ м}^3/\text{с}$$

де $V_{пр.0}$ – приведений питомий об'єм свіжого повітря $V_{пр.0} \approx 0,87$ м³/кг.

Об'єм відпрацьованого повітря визначаємо за формулою:

$$V_{відпр.} = m_o * M_p * V_{пр.2}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.30)$$

$$V_{відпр.} = 13,36 * 0,129 * 1,034 = 1,78 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахунок припливно-витяжних каналів.

Площа поперечного перетину припливного каналу визначається:

$$f_{пр.кан.} = \frac{V_0}{\omega_{кан}} \text{ м}^2 \quad (2.31)$$

$$f_{\text{пр.кан.}} = \frac{1,50}{2,0} = 0,75 \text{ м}^2$$

де $\omega_{\text{кан}}$ – шв. повітря у припливному каналі приймають $\omega_{\text{кан}}=2\dots2,5$ м/с.

Площу поперечного перетину витяжного каналу визначаємо за формулою:

$$f_{\text{вит.кан.}} = \frac{V_{\text{відпр}}}{\omega_{\text{кан}}} \text{ м}^2 \quad (2.32)$$

$$f_{\text{вит.кан.}} = \frac{1,78}{2,0} = 0,89 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри припливно-витяжних каналів 600 x 600 мм., кількістю 8шт (4 - спереду, 4 - позаду) 500x500 мм = 0,25 м² *4 = 1,00 м².

2.3.8 Розрахунок витрат тепла на сушіння деревини

Визначення витрат теплоти на початкове нагрівання 1 м³ деревини:

а) для зимових умов (кДж/м³)

$$q_{\text{нагр.1м}^3} = \rho * C_{(-)} * (-t_{0з}) + \rho_б * \frac{W_{\text{поч}} - W_{\text{н.з}}}{100} * \gamma + \rho * C_{(+)} * t_{\text{нагр}} \quad (2.33)$$

$$\begin{aligned} q_{\text{нагр.1м}^3} &= 620 * 2,0 * (-(-18)) + 365 * \frac{70 - 19}{100} * 335 + 620 * 2,9 * 57 \\ &= 188\ 166 \text{ (кДж/м}^3\text{)} \end{aligned}$$

де: ρ – густина деревини за початкової вологості, кг/м³;

$\rho_б$ – базисна густина деревини, кг/м³;

$W_{\text{поч}}$ – початкова вологість деревини, %;

$W_{\text{н.з.}}$ – кількість незамерзлої вологи у деревині, %;

γ – прихована теплота плавлення льоду ($\gamma=335$ кДж/кг);

$C_{(-)}$, $C_{(+)}$ – середня питома теплоємність деревини відповідно при від'ємній і додатній температурі, кДж/кг*°С;

$t_{0з}$ – початкова розрахункова температура деревини для зимових умов, °С;

$t_{\text{нагр}}$ – температура деревини при її прогріванні, °С.

При визначенні питомої теплоємності приймається середня температура $t_{\text{сер}}$ і початкова вологість $W_{\text{поч}}$:

для $C_{(-)}$

$$t_{\text{сер}} = \frac{t_{0з} + 0}{2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.34)$$

$$t_{\text{сер}} = \frac{(-18) + 0}{2} = -9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

для $C_{(+)}$

$$t_{\text{сер}} = \frac{0 + t_{\text{нагр}}}{2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.35)$$

$$t_{\text{сер}} = \frac{0 + 57}{2} = 28,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{\text{нагр}}$ – температура, за якої проводиться прогрівання матеріалу в камері.

б) для середньорічних умов, кДж/м^3

$$q_{\text{нагр.1м}^3} = \rho * C_{(+)} * (t_{\text{нагр}} - t_{0 \text{ с.р.}}) \text{ кДж/м}^3, \quad (2.36)$$

$$q_{\text{нагр.1м}^3} = 620 * 2,95 * (57 - 9,2) = 87\,426 \text{ кДж/м}^3,$$

де $t_{0 \text{ с.р.}}$ – середньорічна температура деревини, $^\circ\text{C}$.

Питому теплоємність визначають за формулою:

$$t_{\text{сер}} = \frac{t_{0 \text{ с.р.}} + t_{\text{нагр}}}{2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.37)$$

$$t_{\text{сер}} = \frac{9,2 + 57}{2} = 33,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Питомі витрати теплоти при початковому нагріванні деревини на 1кг вологи, що випаровується визначають для зимових та середньорічних умов:

$$q_{\text{нагр}} = \frac{q_{\text{нагр.1м}^3}}{m_{1\text{м}^3}} \text{ кДж/кг} \quad (2.38)$$

$$q_{\text{нагр}_{\text{зим.ум.}}} = \frac{188\,166}{233,6} = 805,5 \text{ кДж/кг}$$

$$q_{\text{нагр}_{\text{срррч.ум.}}} = \frac{87\,426}{233,6} = 374,3 \text{ кДж/кг}$$

Загальні витрати теплоти на камеру періодичної дії при початковому нагріванні:

$$Q_{\text{нагр}} = \frac{q_{\text{нагр.1м}^3 * E}}{3600 * \tau_{\text{пр}}} \text{ кВт} \quad (2.39)$$

де $\tau_{\text{пр}}$ – тривалість початкового прогрівання деревини у камері,
для зимових умов

$$Q_{\text{нагр з}} = \frac{188\,166 * 56,34}{3600 * 3} = 981,6 \text{ кВт}$$

для середньорічних умов

$$Q_{\text{нагр ср р}} = \frac{87426 * 56,34}{3600 * 2} = 684,1 \text{ кВт}$$

Визначення витрат тепла на випаровування вологи:

$$q_{\text{вип}} = 1000 * \frac{I_2 - I_c}{d_2 - d_c} - C_B * t_{\text{нагр}} \text{ кДж/кг} \quad (2.40)$$

$$q_{\text{вип}} = 1000 * \frac{258,63 - 10}{76,87 - 2} - 4,19 * 57 = 3082 \text{ кДж/кг}$$

де: I_c – ентальпія свіжого повітря приймається взимку – $I_c = 10$ кДж/кг;

d_c – вологовміст свіжого повітря приймається взимку – $d_c = 2 \dots 3$ г/кг;

C_B – питома теплоємність води, приймається $C_B = 4,19$ кДж/кг·°С.

Загальні витрати теплоти на випаровування вологи визначають за формулою:

$$Q_{\text{вип}} = q_{\text{вип}} * M_p \text{ кВт} \quad (2.41)$$

$$Q_{\text{вип}} = 3082 * 0,129 = 397,6 \text{ кВт}$$

Визначення втрат тепла через огороження камери.

Камера має такі розміри:

- Зовнішні:

- Глибина (А) – 6,80 м.
- Ширина (В) – 13,56 м.
- Висота (С) – 5,87 м.

- Внутрішні:

- Глибина (D) –6,5 м.
- Ширина (E) –13,0 м.
- Висота (F) – 5,55 м.

- Завантажувальний простір:

- Глибина (G) –4,0 м.
- Ширина (H) – 13,0 м.
- Висота (I) – 4,35 м.

$$F_{\text{бок.ог}} = (A * C + B * C) * 2 = (6,8 * 5,87 + 13,56 * 5,87) * 2 = 239,0 \text{ м}^2 \quad (2.42)$$

$$F_{\text{перекр.}} = F_{\text{підлоги}} = A * B = 6,8 * 13,56 = 92,2 \text{ м}^2 \quad (2.43)$$

Втрати тепла через огороження камери визначають за формулою:

$$Q_{\text{ог}} = F_{\text{ог}} * k * (t_c - t_0) * 10^{-3} \quad \text{кВт} \quad (2.44)$$

Для зимових умов:

$$Q_{\text{бок.ог}} = 239,0 * 0,661 * (63 - (-18)) * 10^{-3} = 12,796 \quad \text{кВт}$$

$$Q_{\text{перекр.}} = 92,2 * 0,449 * (63 - (-18)) * 10^{-3} = 3,353 \quad \text{кВт}$$

$$Q_{\text{підл.}} = 92,2 * 0,331 * (63 - 9,2) * 10^{-3} = 1,642 \quad \text{кВт}$$

Для середньорічних умов:

$$Q_{\text{бок.ог}} = 239,0 * 0,661 * (63 - 9,2) * 10^{-3} = 8,499 \quad \text{кВт}$$

$$Q_{\text{перекр.}} = 92,2 * 0,449 * (63 - 9,2) * 10^{-3} = 2,222 \quad \text{кВт}$$

$$Q_{\text{підл.}} = 92,2 * 0,331 * (63 - 9,2) * 10^{-3} = 1,642 \quad \text{кВт}$$

де: $F_{\text{ог}}$ – площа окремо взятого огороження камери, м^2 ;

k – коефіцієнт теплопередачі даного огороження камери, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

t_c – температура агента сушіння у камері на середній ступені режиму сушіння, $^\circ\text{C}$;

t_0 – розрахункова температура навколишнього середовища для зимових та середньорічних умов, $^\circ\text{C}$.

$$t_c = t_1 = 63 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.45)$$

Коефіцієнт теплопередачі огорожень визначають за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}}} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2.46)$$

$$k_{\text{бок.ог}} = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{0,0008}{240} + \frac{0,1}{0,07} + \frac{0,0015}{240} + \frac{1}{23}} = 0,661 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$k_{\text{перекр.}} = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{0,0008}{240} + \frac{0,15}{0,07} + \frac{0,0015}{240} + \frac{1}{23}} = 0,449 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$k_{\text{підл.}} = \frac{k_{\text{бок.ог.}}}{2} = \frac{0,661}{2} = 0,331 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

де: $\alpha_{\text{вн}}$ – коеф. тепловіддачі для внутр. пов. огороження, $\alpha_{\text{вн}} \approx 25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$\alpha_{\text{зовн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі для зовнішньої поверхні огороження $\alpha_{\text{зовн}} \approx 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ – товщина шарів огорожень, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ – теплопровідність матеріалів відповідних шарів огорожень, Вт/(м*К).

Питомі втрати тепла через огороження визначають для зимових та середньорічних умов за формулою:

$$q_{\text{ог}} = \frac{Q_{\text{ог}}}{M_c} \text{ кДж}/\text{кг} \quad (2.47)$$

Для зимових умов:

$$q_{\text{ог}} = \frac{17,791}{0,099} = 179,7 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Для середньорічних умов:

$$q_{\text{ог}} = \frac{12,363}{0,099} = 124,9 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Втрати тепла через огороження камери

№ п/п	Назва і розміри огороження	Площа $F_{ог}$, м ²	k , Вт/(м ² *°C)	t_c , °C	t_c , °C		$t_c - t_n$, °C		$Q_{ог}$, кВт	
					зим.	сррічн.	зим.	сррічн.	зим.	сррічн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Бокові огороження	239,0	0,661	63	-18	9,2	71	53,8	12,796	8,499
2	Перекриття (стяга)	92,2	0,449		3,353		2,222			
3	Підлога	92,2	0,331		9,2		53,8		1,642	1,642
Разом									17,791	12,363

Питомі втрати теплоти на сушіння деревини визначають для зимових і середньорічних умов за формулою:

$$q_{суш} = (q_{нагр} + q_{вип} + q_{ог}) * c_{вт} \quad \text{кДж/кг} \quad (2.48)$$

Для зимових умов:

$$q_{суш} = (805,5 + 3082 + 179,7) * 1,2 = 4881 \quad \text{кДж/кг}$$

Для середньорічних умов:

$$q_{суш} = (374,3 + 3082 + 124,9) * 1,2 = 4297 \quad \text{кДж/кг}$$

де $c_{вт}$ – коефіцієнт, що враховує втрати теплоти на початкове нагрівання камери (приймають $c_{вт}=1,1...1,3$).

Питомі витрати теплоти на 1 м³ розрахункового матеріалу визначають для зимових і середньорічних умов за формулою:

$$q_{суш.1м^3} = q_{суш} * m_{1м^3} \quad \text{кДж/м}^3 \quad (2.49)$$

Для зимових умов:

$$q_{суш.1м^3} = 4881 * 233,6 = 1140202 \quad \text{кДж/м}^3$$

Для середньорічних умов:

$$q_{суш.1м^3} = 4297 * 233,6 = 1003779 \quad \text{кДж/м}^3$$

2.3.9 Розрахунок теплового обладнання в камері

Розрахунок калорифера.

Кількість теплової енергії калорифера визначають для зимових умов за формулою:

$$Q_k = (Q_{\text{вип}} + Q_{\text{ог}}) * c_{\text{вт.теп}} \quad \text{кВт} \quad (2.50)$$

$$Q_k = (397,6 + 17,791) * 1,2 = 498,5 \quad \text{кВт}$$

де $c_{\text{вт.теп}}$ – коефіцієнт, на невраховані витрати тепла на сушіння деревини ($c_{\text{вт.теп}}=1,1 \dots 1,3$).

Поверхню нагрівання калорифера визначають за формулою:

$$F_k = \frac{1000 * Q_k * c_3}{k * (t_m - t_c)} \text{ м}^2 \quad (2.51)$$

$$F_k = \frac{1000 * 498,5 * 1,2}{49,85 * (90 - 63)} = 445 \quad \text{м}^2$$

де: k – коефіцієнт теплопередачі калорифера, $\text{Вт/м}^2 * ^\circ\text{C}$;

t_m – температура теплоносія (вода, пара), $^\circ\text{C}$;

t_c – температура агента сушіння у камері, $^\circ\text{C}$;

c_3 – коефіцієнт, що враховує забруднення і корозію калорифера ($c_3=1,2$).

Коефіцієнт теплопередачі k калориферів визначають за формулою:

$$k = 25,48 * (\omega_{\text{кал}} * \rho)^{0,485} * v^{0,127} \quad \text{Вт/(м}^2 * ^\circ\text{C)} \quad (2.52)$$

$$k = 25,48 * (6,11 * 0,996)^{0,485} * 0,2^{0,127} = 49,85 \quad \text{Вт/(м}^2 * ^\circ\text{C)}$$

де: $\omega_{\text{кал}}$ – швидкість руху агента сушіння через калорифер, м/с ;

ρ – густина агента сушіння, кг/м^3 ;

v_m – швидкість теплоносія по трубках калорифера, $v_m=0,2 \dots 1,0 \text{ м/с}$.

Швидкість руху агента сушіння через калорифер визн. за формулою

$$\omega_{\text{кал}} = \frac{V_{\text{ц}}}{F_{\text{ж.пер.к}}} \quad \text{м/с} \quad (2.53)$$

$$\omega_{\text{кал}} = \frac{70,99}{11,62} = 6,11 \quad \text{м/с}$$

де $F_{\text{ж.пер.к}}$ – живий перетин калорифера, м^2 .

Для визначення живого перетину калорифера $F_{\text{ж.пер.к}}$ на схемі камери

необхідно попередньо розмістити калорифери.

$$F_{\text{ж.пер.к}} = F_{\text{ф.п}} * n \quad \text{м}^2 \quad (2.54)$$

$$F_{\text{ж.пер.к}} = 1,66 * 7 = 11,62 \quad \text{м}^2$$

де: $F_{\text{ф.п.}}$ — площа перетину калорифера по повітрю, м²;

$n_{\text{кал}}$ — кількість калориферів, встановлених у камері, шт;

Визначимо необхідну кількість калориферів за формулою:

$$n_k = \frac{F_k}{F} \quad \text{шт.} \quad (3.55)$$

$$n_k = \frac{445}{61,7} = 7,2 \quad \text{шт.}$$

де F – площа поверхні нагріву одного калорифера м².

Беручи до уваги конструктивні особливості та умову про необхідність повного заповнення простору камери за шириною калориферами вибираємо калорифери ВН2-11 - 7 шт.

2.3.10 Визначення кількості води, що циркулює в тепловій системі камери за годину.

$$P_{\text{кам.1год}} = \frac{Q_k * c_{\text{вт теп м}} * 3600}{c_{\text{в}} * (t_{\text{м на вх}} - t_{\text{м на вих}})} \quad \text{кг/год} \quad (2.56)$$

$$P_{\text{кам.1год}} = \frac{498,5 * 1,25 * 3600}{4,19 * (90 - 70)} = 26\,769 \quad \text{кг/год}$$

$$P_{\text{кам нагр.1год}} = \frac{Q_{\text{нагр}} * c_{\text{вт теп м}} * 3600}{c_{\text{в}} * (t_{\text{м на вх}} - t_{\text{м на вих}})} \quad \text{кг/год} \quad (2.57)$$

$$P_{\text{кам.нагр.1год}} = \frac{981,6 * 1,25 * 3600}{4,19 * (90 - 70)} = 52\,711 \quad \text{кг/год}$$

$$P_{\text{цех}} = P_{\text{кам.1год}} * 1 + P_{\text{кам.1год.нагр}} = 1 * 26\,769 + 52\,711 = 79\,480 \quad \text{кг/год} \quad (2.58)$$

де: $c_{\text{вт.теп.м}}$ — коеф. що врах. втрати тепла в тепломагістралі ($c_{\text{вт.теп.м}} \approx 1,25$);

$c_{\text{в}}$ — теплоємність води, $c_{\text{в}}=4,19$ кДж/кг·°С;

$t_{\text{мнавх}}$ — температура теплоносія на вході в калорифери 90...95°С;

$t_{\text{мнавих}}$ — темп. теплоносія на виході з калорифера $t_{\text{мнавих}}=70...75$ °С.

3.11 Визначення діаметрів трубопроводів

Діаметр головної магістралі:

$$d_{\text{г.маг}} = \sqrt{1,27 * \frac{P_{\text{цех}}}{\rho_{\text{в}} * \omega_{\text{т}} * 3600}} \quad \text{м} \quad (2.59)$$

$$d_{\text{г.маг}} = \sqrt{1,27 * \frac{79480}{1000 * 1,5 * 3600}} = 0,136 \quad \text{м}$$

де: $P_{\text{цех}}$ – кількість води, що подається до камер, кг;

$\rho_{\text{в}}$ – густина води, 1000 кг/м³;

$\omega_{\text{т}}$ – швидкість руху води в трубопроводах, приймають 1,0...1,5 м/с.

Приймаємо стандартний діаметр труби DN 150 мм.

Діаметр підводу до камери:

$$d_{\text{кам}} = \sqrt{1,27 * \frac{P_{\text{кам.1год}}}{\rho_{\text{в}} * \omega_{\text{т}} * 3600}} \quad \text{м} \quad (2.60)$$

$$d_{\text{кам}} = \sqrt{1,27 * \frac{26769}{1000 * 1,5 * 3600}} = 0,079 \quad \text{м}$$

де: $P_{\text{кам.1год}}$ – кількість води, що подається до однієї камери, кг;

$\omega_{\text{т}}$ – швидкість руху води в трубопроводах, приймають 1,0...1,5 м/с.

Приймаємо стандартний діаметр труби DN 80 мм.

2.4 Аеродинамічний розрахунок

2.4.1 Складання схеми циркуляції агента сушіння в камері

На рисунку 2.1 показана схема циркуляції агента сушіння в камері LK-ZDR-80L.

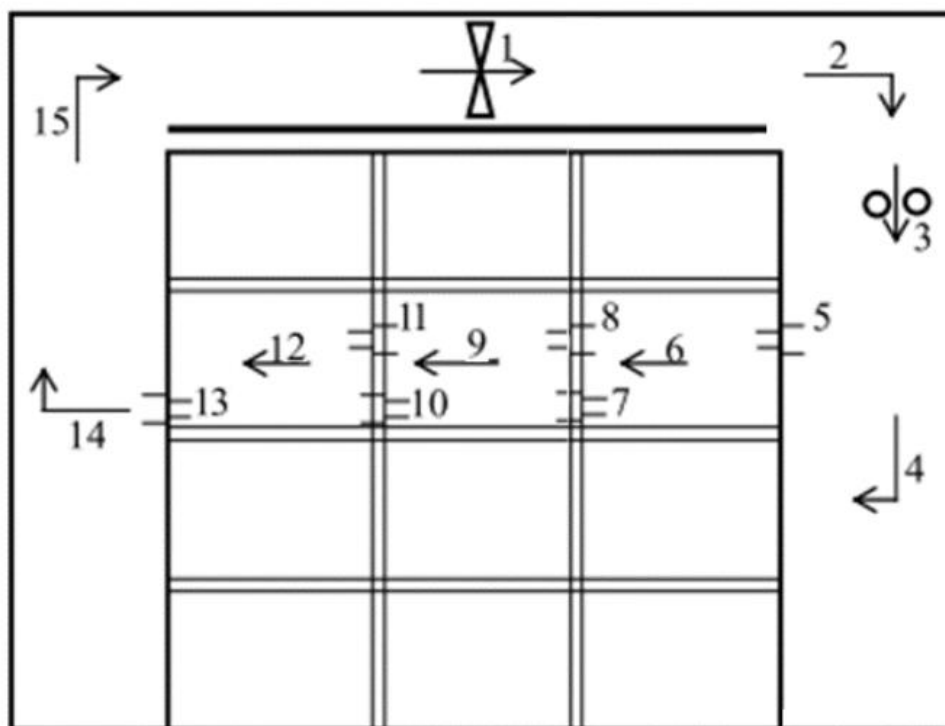


Рис. 2.1 Схема циркуляції агента сушіння в камері LK-ZDR-80L.

Швидкість руху агента сушіння на відповідній ділянці : 1 – вентилятор; 2, 4, 14, 15 – поворот під кутом 90°; 3 – калорифер; 5, 8, 11 – вхід в штабель; 6, 9, 12 – штабель; 7, 10, 13 – вихід зі штабеля.

2.4.2 Розрахунок тиску, який повинен створити вентилятор у камері

Статистичний опір визначають за формулою:

$$H_{ст} = \Delta h_{ст.i} \text{ Па} \quad (2.61)$$

$$H_{ст} = 79,66 + 26,95 + 153,89 + 26,5 + 1,07 + 37,05 + 1,49 = 326,61 \text{ Па}$$

де $\Sigma \Delta h_{ст.i}$ – сума опорів усіх ділянок кільця циркуляції агента сушіння, Па.

Статичний опір на будь-якій ділянці циркуляції повітря визначають за формулою:

$$\Delta h = \frac{\rho \cdot \omega_i^2}{2} * \xi_i \quad \text{Па} \quad (2.62)$$

$$\Delta h_{\text{діл.1}} = \frac{0,996 * 14,14^2}{2} * 0,8 = 79,66 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл. 2; 15}} = \frac{0,996 * 4,96^2}{2} * 1,1 * 2 = 26,95 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл.3}} = 153,89 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл. 4; 14}} = \frac{0,996 * 4,96^2}{2} * 1,1 * 2 = 26,95 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл. 5; 8; 11}} = \frac{0,996 * 2^2}{2} * 0,18 * 3 = 1,07 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл. 6; 9; 12}} = \frac{0,996 * 2^2}{2} * 6,2 * 3 = 37,05 \text{ Па}$$

$$\Delta h_{\text{діл. 7; 10; 13}} = \frac{0,996 * 2^2}{2} * 0,25 * 3 = 1,49 \text{ Па}$$

де ρ – густина агента сушіння, кг/м³;

ω_i – швидкість руху повітря на відповідній ділянці, м/с;

ξ_i – коефіцієнт місцевого опору на певній ділянці.

$$\omega_i = \frac{V_{ц}}{F_i} \quad \text{м/с} \quad (2.63)$$

$$\omega_{\text{діл.1}} = \frac{70,99}{5,02} = 14,14 \text{ м/с}$$

$$\omega_{\text{діл. 2;15}} = \frac{70,99}{14,3} = 4,96 \text{ м/с}$$

$$\omega_{\text{діл. 3}} = 6,04 \text{ м/с}$$

$$\omega_{\text{діл. 4;14}} = \frac{70,99}{14,3} = 4,96 \text{ м/с}$$

$$\omega_{\text{діл. 5-13}} = 2 \text{ м/с}$$

де: F_i – площа живого перетину відповідної ділянки м^2 .

Площа живого перетину на ділянці вентиляторів визначається:

$$F_{\text{ж.пер.в}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{в}}^2}{4} * n_{\text{в}} \text{м}^2 \quad (2.64)$$

$$F_{\text{ж.пер.в}} = \frac{3,14 * 0,8^2}{4} * 10 = 5,02 \text{ м}^2$$

де: $D_{\text{в}}$ – прийнятий діаметр вентилятора, м;

$n_{\text{в}}$ – кількість вентиляторів у камері, шт.

Статичний опір біметалевих калориферів руху агента сушіння визначається за наступними залежностями:

$$\Delta h = 6,94 * (\omega_{\text{кал}} * \rho)^{1,716} \text{ Па} \quad (2.65)$$

$$\Delta h = 6,94 * (6,11 * 0,996)^{1,716} = 153,89 \text{ Па}$$

де $\omega_{\text{кал}}$ – шв. руху агента сушіння через калорифер, м/с.

Таблиця 2.7

Підрахунок опору в камері

№ ділянки	Назва ділянки	Густина аг. суш., ρ кг/м^3	Шв. агента сушіння на діл. ω м/с	Коеф. місцевого опору, ξ	Стат. опір на відпов. діл., Δh_i Па
1	Вентилятор	0,996	14,14	0,8	79,66
2; 15	Поворот під кутом 90°		4,96	1,1	26,95
3	Калорифер		6,11	-	153,89
4; 14	Поворот під кутом 90°	0,996	4,96	1,1	26,95
5; 8; 11	Вхід в штабель		2	0,18	1,07
6; 9; 12	Штабель			6,2	37,05
7; 10; 13	Вихід зі штабеля	0,996		0,25	1,49
Разом					326,61

2.5. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна вентилятора

2.5.1. Вибір вентилятора.

Вентилятор вибирають за продуктивністю V_B , м³/с і приведеному тиску $H_{пр}$, Па.

Продуктивність вентилятора:

$$V_B = \frac{V_{ц}}{n_B} \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.66)$$

$$V_B = \frac{70,99}{10} = 7,1 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приведений тиск вентилятора:

$$H_{пр} = \frac{H_{ст} * 1,2}{p_1} \text{ Па} \quad (2.67)$$

$$H_{пр} = \frac{326,61 * 1,2}{1,069} = 391,9 \text{ Па}$$

2.5.2 Розрахунок потужності вентилятора

Потужність електродвигуна вентилятора визначають за формулою:

$$N_B = \frac{H_{ст} * V_B * 10^{-3}}{\eta_B * \eta_n} = \text{кВт} \quad (2.68)$$

$$N_B = \frac{326,61 * 7,1 * 10^{-3}}{0,7 * 1} = 3,31 \text{ кВт}$$

де: η_B – коефіцієнт корисної дії вентилятора;

η_n – коефіцієнт корисної дії передачі.

Електродвигуни вибирають за встановленою потужністю.

Встановлена потужність:

$$N_{вст} = N_B * K_3 \text{ кВт} \quad (2.69)$$

$$N_{вст} = 3,31 * 1,05 = 3,47 \text{ кВт}$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності на пусковий момент .

Приймаємо електродвигун потужністю 4,0 кВт.

2.6 Розрахунок транспортного обладнання

2.6.1. Розрахунок автотранспорту

Продуктивність автотранспорту визначається за формулою:

$$\Pi = K_p \cdot \frac{T_{зм} \cdot E_{шт}}{\frac{L_n}{\omega_1} + \frac{L_n}{\omega_2} + t_d} \quad (2.70)$$

$$\Pi = 0,8 * \frac{480 * 1,47}{\frac{40}{50} + \frac{40}{100} + 5} = 91 \text{ м}^3/\text{зм}$$

де K_p - коефіцієнт використання робочого часу, приймають рівним 0,8;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, хв;

$E_{шт}$ - об'єм пакета або штабеля, м³;

L_n - середня довжина перевезення вантажу, м;

ω_1 - швидкість руху транспортного засобу з вантажем, м/хв;

ω_2 - швидкість руху транспортного засобу з вантажем, м/хв;

t_d - тривалість додаткових операцій за один рейс, хв.

Необхідна кількість транспортних засобів:

$$n = \frac{Q_{зм} \cdot K_n}{\Pi \cdot \eta_{об}}, \text{ шт.} \quad (2.71)$$

$$n = \frac{38,8 * 1,3}{91 * 1} = 0,55 \text{ шт}$$

де $Q_{зм}$ - кількість матеріалу, яку необхідно перевезти за зміну, м³

$$Q_{зм} = \frac{\sum \Phi}{T_{різ} \cdot m}, \text{ м}^3 / \text{зміну} \quad (2.72)$$

$$Q_{зм} = \frac{13000}{335 * 1} = 38,8 \text{ м}^3/\text{зм}$$

де Φ - фактичний річний об'єм висушених пиломатеріалів, м³;

$T_{річ}$ - річний фонд робочого часу, діб;

T - число змін роботи обладнання;

K_n - коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків 1,25-1,4;

$n_{обл}$ - коефіцієнт використання транспортного обладнання 0,7-0,8.

Для сушильного господарства приймається 1 автотранспортувач марки LindeHT35T-01 вантажопідйомністю 3,5 тонни.

2.7 Розрахунок кількості електроенергії

2.7.1 Розрахунок річної потреби в силовій електроенергії.

Необхідну кількість силовій електроенергії протягом року визначають за формулою:

$$W_a = \sum N_{вст} \cdot \tau_{розр} \frac{K_3 \cdot K_o}{K_D \cdot K_{втр}}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \quad (2.73)$$

де $N_{вст}$ - сума потужності всіх встановлених електродвигунів;

$T_{розр}$ - розрахункова тривалість роботи електродвигунів протягом року, год;

K_3 - коефіцієнт електродвигунів;

K_o - коефіцієнт, який враховує одночасність роботи електродвигунів;

$K_{втр}$ - коефіцієнт втрат в електромережі;

K_D - допоміжний коефіцієнт.

Для зручності розрахунку вираз $\frac{K_3 \cdot K_o}{K_D \cdot K_{втр}}$ можна замінити коефіцієнтом попиту $K_{п}$.

Розрахункова тривалість роботи двигунів протягом року:

$$\tau_{розр} = [356 - (B + C)] \cdot \tau_{зм} \cdot n, (2.74)$$

$$T_{розр} = 335 \cdot 8 \cdot 3 = 8040 \text{ год}$$

де B - кількість вихідних днів;

C - кількість святкових днів;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, год;

N - кількість робочих змін.

Сушильні камери протягом року працюють безперервно, але планується 21 доба для профілактичного ремонту. Тривалість зміни становить 8 год, кількість змін - 3.

Сушильна камера на протязі цього часу має примусові технологічні зупинки, пов'язані з затратою часу на завантажувально-розвантажувальні роботи і на охолодження матеріалу в камері до $\approx 30-40^{\circ}\text{C}$ нормується в 0,25 доби (24 години) на кожний оборот камери, кількість котрих рівна - 400,3 тоді:

$$T_{п.р} = 400,3 \cdot 6,0 = 2401,8 \text{ год/рік} \quad (2.75)$$

$$T_{охол.кам} = 1 \cdot 0,7 \cdot 400,3 = 280,21 \text{ год/рік} \quad (2.76)$$

Реальний час роботи камери в рік $T_{розр.} = 8040 - (2401,8 + 280,21) = 5358 \text{ год}$.

Розрахунки річної потреби електроенергії зведені в таблицю 2.8

2.7.2 Розрахунок потреби електроенергії на освітлення

Загальні втрати електроенергії на освітлення:

$$W_{oc} = F \cdot P_n \cdot K_n \cdot \tau_{роб} \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \quad (2.77)$$

де W_{oc} - річні витрати електроенергії для освітлення приміщення, кВт/год.;

F - площа приміщень, м²;

P_n - питома потужність на освітлення, Вт/м²;

K_n - коефіцієнт попиту, що враховує неодноразовість роботи всіх світильників;

$T_{роб}$ - кількість роботи світильників на протязі року в годинах, год/рік.

$$T_{роб} = 335 \cdot 13 = 4355 \text{ год} \quad (2.78)$$

У сушильному цеху кількість робочих днів складає 335, а середня тривалість роботи світильників при тризмінній роботі - 13 год.

В коридорі управління камер LK-ZDR-80L – розрахунково-умовна тривалість роботи світла 4 години в добу.

Розрахунок витрат електроенергії на освітлення зводимо в таблицю 2.9

Розрахунок річної потреби силової енергії

№ п/п	Назва споживача	Кількість споживачів	Серія і тип електродвигуна	Потужність електродвигуна, кВт	Кількість електродвигунів на всіх споживачів, шт	Встановлена потужність $N_{вст}$, кВт	Коефіцієнт попиту $K_{п}$	Розрахункова потужність $N_{розр}$, кВт	Тривалість роботи обладнання, год/рік	Річна потреба в електроенергії W_a , кВт·год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	LK-ZDR-80L	2								
1	вентилятор		LK-800	4,0	20	80	0,8	64,0	5358	342912
2	циркуляційна помпа		PML1- 80-150	1,5	2	3	0,8	2,4	5358	12859
3	автоматика		LEKOSYSTEM -MP01-OP	0,3	2	0,6	0,8	0,48	5358	2572
Всього										358343

Таблиця 2.9

Витрата електроенергії на освітлення

№ п/п	Назва споживача	Площа приміщення F, м ²	Мінімальна освітленість P, лк	Питома потужність P _п , Вт/м ²	Встановлена потужність світильників N _{вст} , кВт	Коефіцієнт попиту K _п	Розрахункова потужність N _{розр} , кВт	Тривалість роботи світильників, год./рік	Річна потреба в електроенергії W _{ос} , кВт·год.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Коридор управління	19,5	40	15	0,36	0,8	0,29	1340	314
2	Зовнішнє освітлення	590	0,3	0,2	0,118	1	0,118	4355	514
Всього									828

2.8 Розрахунок опалення і вентиляції

2.8.1 Встановлення метрологічних параметрів цеху

Розрахунок вентиляції та опалення проводять сушильних цехах, як правило, в коридорі керування.

Згідно з санітарними нормами (СН 245-71) температура повітря у виробничих приміщеннях повинна бути 18-22С, відносна вологість 60-80% і швидкість руху повітря 0,2-0,3 м/с.

2.8.2 Вибір системи опалення і вентиляції

Відповідно до рекомендацій, для цехів з місцевою і загальнообмінною вентиляцією при відсутності шкідливих та вибухонебезпечних виділень рекомендують такі види опалення:

а) повітряне, приєднане з припливною циркуляцією;

б) водяне і парове опалення високого (при тиску пари більше 0,7 бар) і низького (при тиску пари менше 0,7 бар) тиску з радіаторами і ребристими трубами, конвекторами.

У виробничих приміщеннях передбачено встановлення віконних вентиляторів WO-B 250 продуктивністю $V=0,353 \text{ м}^3/\text{с}$. Вони забезпечують доступ свіжого повітря в приміщення.

2.8.3 Визначення витрат тепла в приміщеннях

Тепловий баланс у коридорі керування визначається за формулою:

$$Q_{заг.2} = Q_{ог} - \sum Q_{т.в}, \text{кВт} \quad (2.79)$$

$$Q_{заг} = 3,1 - 4,86 = - 1,76 \text{ кВт}$$

де $Q_{ог}$ - втрати тепла через огородження, кВт;

$\sum Q_{m.v.}$ - сума всіх тепловиділень в приміщенні, кВт

$$Q_{ог} = q_o V_{буд} (t_{нов} - t_{опал}) \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.80)$$

де q_o - теплова характеристика будівлі, Вт/(м³·°С);

$V_{буд}$ - об'єм будівлі, м³;

$t_{нов}$ - температура повітря в приміщенні, $t_{нов} = (18-22^\circ\text{С})$;

$t_{опал}$ - температура повітря зовні для опалення °С.

$$Q_{ог} = 0,7 * 113,4 * (20 + 18) * 10^{-3} = 3,0 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_{m.v.} = Q_{m.v.ог} + Q_{m.v.ел.дв} + Q_{m.v.тр}, \text{кВт} \quad (2.81)$$

$$\sum Q_{т.в.} = 2,0 + 1,0 + 2,0 = 5,0 \text{ кВт}$$

де $Q_{m.v.ог}$ - тепловиділення від торцевих стін камер, які виходять в коридор керування. (Q=2,0 кВт)

$Q_{m.v.ел.дв}$ - тепло, яке виділяється від електродвигунів, кВт; (Q=1,0 кВт)

$Q_{m.v.тр}$ - тепло, яке виділяється від паро- і повітропроводів розташованих в коридорі керування, кВт (Q=1,5-3).

2.8.4. Підбір і розрахунок опалювально-вентиляційного обладнання

Як бачимо (пункт 2.8.3.), тепловитрати не перевищують тепловиділення.

Необхідний повітрообмін

$$V = \frac{Q_{заг}}{C \cdot \rho (t_1 - t_2)}, \quad \text{м}^3 / \text{с} \quad (2.82)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – надлишкові тепловиділення, кВт;

C – теплоємність сухого повітря, рівна кДж/кг·град

t_1 t_2 – відповідно температура видаленого і припливного повітря, °С;

$t_1 - t_2 = 5^\circ\text{C}$

$$V = \frac{2,00}{1 * 0,998 * 5} = 0,400 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо віконний вентилятор WO-B 250 продуктивністю 0,5 м³/с.

2.8.5 Розрахунок річної потреби в воді

а) Витрати води на протипожежні потреби визначаються за формулою:

$$B_{\text{пож}} = \frac{52 \cdot (600 \cdot m_3 + 300 \cdot m_6) \cdot 5}{1000} \text{ т/рік} \quad (2.83)$$

$$B_{\text{пож}} = \frac{52 * (600 * 1 + 300 * 1) * 5}{1000} = 234 \text{ т/рік}$$

де 52 – кількість тижнів в розрахунковому році;

T_3 , T_6 – кількість зовнішніх і внутрішніх гідрантів (1 гідрант на площу 300-500 м²);

5 – тривалість щотижневої перевірки роботи гідранта, хв;

600, 300 – витрата води одним гідрантом під час перевірки;

$T_3 = 1$, $T_6 = 1$

$$V = \frac{52 * (600 * 1 + 300 * 1) * 5}{1000} = 234 \text{ т/рік}$$

б) витрати води на побутові потреби.

$$B = 65 \cdot m \cdot n \cdot \tau_{\text{річ}} \cdot 10^{-3} \text{ т/рік} \quad (2.84)$$

$$B = 65 * 3 * 1 * 335 * 10^{-3} = 65,3 \text{ т/рік}$$

де m – кількість людей, які працюють у найбільш завантажену зміну;

n – кількість змін роботи в цеху;

$\tau_{річ}$ - кількість робочих днів протягом року.

$$m = 3, n = 1, \tau_{річ} = 335$$

в) вода в системі

0,8т/рік – на 2 камери

г) холодна вода на зволоження в сушильних камерах 67,0 т/рік.

$$B_{заг} = 234 + 65,3 + 67,0 + 0,8 = 367,1 \text{ т/рік} \quad (2.85)$$

2.9 Зведена відомість необхідної обладнання сушильної ділянки

Таблиця 2.10

Зведена відомість обладнання

№ п/п	Назва обладнання	Кількість	Примітка
1	Сушильна камера LK-ZDR-80L	2	
2	Вологомір GANN HT-85T	1	

2.10 Технологія сушіння пиломатеріалів в камерах LK-ZDR-80L.

2.10.1 Укладання пиломатеріалів в штабеля

Правильне укладання штабеля регламентуються керівними технічними матеріалами за технологією камерного сушіння деревини.

Штабель повинен складатися з однієї породи деревини та однієї товщини.

При камерному сушінні використовують пакетний штабель, який формується за допомогою підйомно-транспортних засобів із кількох пакетів, попередньо укладених вручну або за допомогою спеціальних пристроїв.

Форма поперечного перерізу пакетів та штабелів повинна бути прямокутною, а їх торці повинні бути вирівняними по вертикалі з обох бокових сторін штабеля.

Габаритні розміри пакету в камерах LK-ZDR-80L

наступні: довжина – 3 м; ширина – 1,25 м; висота – 1,3 м

Пиломатеріали укладають суцільними рядами без шпацій між дошками. Необрізані дошки укладають комлями в різні сторони. Якщо дошки мають різну ширину, то вузькі укладають в середину, а широкі – по краях пакета чи штабеля. Якщо по ширині пакета ціле число дощок не можна розмістити, то залишають проміжок по середині.

Горизонтальні ряди пиломатеріалів в пакетах та штабелях повинні бути розділені між рядовими прокладками, спеціально виконаними, а пакети по висоті штабеля залишають вільні місця. Контрольний зразок повинен розміщатись не менше ніж на двох прокладках. Число між рядових прокладок по довжині пакета чи штабеля залежить від породи і товщини пиломатеріалів.

По висоті штабеля прокладки слід укладати одна над одною. Крайні прокладки рекомендується укладати на віддалі не більше 25 мм від торців пиломатеріалів. Кінці прокладок не повинні виступати за бокові поверхні пакета чи штабеля більш ніж на 25 мм.

Кількість між пакетних прокладок по довжині пакетного штабеля повинна бути рівною кількості між рядових прокладок. При формуванні штабеля між пакетні прокладки повинні бути розміщені в одному вертикальному ряді з між рядовими прокладками пакетів.

2.10.2 Проведення процесу сушіння

Проведення процесу сушіння пиломатеріалів та заготовок характеризується наступними технологічними і контрольними операціями: визначення початкової і

біжучої вологості деревини; призначення режиму сушіння; завантаження камери та початковий прогрів деревини; управління сушильною камерою; контроль за режимом сушіння та станом матеріалу; вологотеплообробка деревини кондиціонуюча обробка деревини.

2.11. Розробка креслень сушильної камери та плану цеху

Склад і кількість приміщень сушильного цеху визначається виробничою потужністю, в залежності від типу камер, прийнятої системи завантажувально-розвантажувальних робіт.

В сушильному цеху передбачаються:

Основні виробничі приміщення: камери, коридор управління.

При проектуванні сучасних лісосушильних цехів площадки для формування штабелів, склади сухих пиломатеріалів розміщуються в закритих приміщеннях з опаленням, освітленням і припливо-витяжною вентиляцією.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ.

3.1. Загальна характеристика умов праці на підприємстві

Умови праці на підприємстві мають відповідати вимогам чинного законодавства та генерального плану забудови. Територія підприємства повинна бути впорядкована: перед в'їздом обов'язково розміщується інформаційна схема з позначенням доріг, виробничих об'єктів, сушильних камер, водойм, пожежних гідрантів.

Усі внутрішні дороги підприємства мають бути з твердим покриттям, придатним для руху транспорту, техніки й пересування працівників. Вони повинні регулярно очищуватися від сміття, бруду та снігу.

Сушильна діляниця, порівняно з іншими ділянками виробництва, характеризується нижчим рівнем професійної захворюваності, проте це не виключає наявності потенційно небезпечних і шкідливих факторів. Діляниця включає в себе різноманітне обладнання, приміщення та трудомісткі процеси, такі як завантаження, розвантаження й транспортування штабелів деревини, що робить її технічно складною частиною виробництва.

Підприємство зобов'язане забезпечити працівникам належні умови праці, що мінімізують ризики травматизму. До початку роботи всі працівники проходять вступний та первинний інструктаж, а кожні три місяці — повторний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки.

Сушильні камери на підприємстві працюють на дровах та технологічних відходах деревини, які спалюються у котельні. У процесі цього в атмосферу можуть викидатися шкідливі речовини, зокрема сажа та зола, що потребує дотримання екологічних норм.

3.2 Санітарно-побутові приміщення та спецодяг

Санітарно-побутові приміщення, зокрема умивальні, гардеробні, душові, туалети, місця для куріння та кімнати для зберігання спецодягу, повинні

відповідати вимогам чинних норм і правил, викладених у документації «Адміністративні та побутові приміщення».

Ці приміщення на підприємстві мають бути розміщені на першому поверсі в окремій будівлі, зручній для працівників. Умивальні повинні бути оснащені чистими сухими рушниками, достатньою кількістю мила та повітряно-тепловими сушарками для рук.

Прийом їжі дозволяється виключно у спеціально облаштованих приміщеннях: у кімнаті для прийому їжі та відпочинку або в їдальні. Такі приміщення мають бути забезпечені необхідними меблями, умивальниками з питною водою, електрочайниками та пристроями для розігріву їжі.

У всіх виробничих приміщеннях і на дільницях повинні бути аптечки, укомплектовані перев'язувальними матеріалами та медикаментами для надання першої допомоги.

Підприємство зобов'язане забезпечити працівниківс спеціальною, спеціальним взуттям та індивідуальними засобами захисту згідно з галузевими нормативами. Спецодяг слід зберігати окремо від особистого одягу — в індивідуальних шафах у спеціально відведених, добре провітрюваних приміщеннях.

3.3 Пожежна безпека сушильної дільниці

Забезпечення пожежної безпеки при експлуатації та обслуговуванні сушильних камер, деревообробного та іншого виробничого обладнання повинно здійснюватися відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку» та чинних нормативних документів з питань протипожежного захисту.

Усе технологічне обладнання, механізми, машини, транспортні засоби, що закуповуються за кордоном, можуть вводитися в експлуатацію лише після перевірки їхньої відповідності вимогам пожежної безпеки, установленим в Україні.

Кожен працівник підприємства зобов'язаний знати та неухильно дотримуватись правил пожежної безпеки. З цією метою проводиться відповідний інструктаж, а в виробничих приміщеннях та на складах розміщуються наочні інструкції та пам'ятки з пожежної безпеки.

Дороги, проїзди та під'їзди на території підприємства мають бути в справному стані, забезпечувати вільний доступ до будівель і споруд. Усі проходи та евакуаційні виходи в цехах повинні бути постійно вільними та незахаращеними.

У кожному виробничому приміщенні повинні бути наявні первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники, бочки з водою, ящики з піском, пожежні відра, ломи, лопати тощо. Увесь протипожежний інвентар має бути розміщений на спеціальних щитах з вільним та зручним доступом. Один із таких щитів повинен бути встановлений поблизу сушильної камери.

Основним засобом гасіння пожежі на сушильній ділянці є вода, тому вона повинна бути забезпечена необхідною кількістю води для пожежогасіння. Для оперативного реагування на виникнення пожежі підприємство має бути обладнане системами пожежної сигналізації, які оперативно попереджають персонал про загрозу. У разі займання в сушильній камері автоматично активуються форсунки, які зволожують повітря та допомагають загасити вогонь.

Щоб уникнути нещасних випадків, у випадку виникнення пожежі необхідно забезпечити своєчасну евакуацію працівників. Для цього всі приміщення повинні мати достатню кількість евакуаційних виходів.

Відповідальність за дотримання протипожежних вимог на підприємстві несе його керівник, а безпека у межах окремих цехів покладається на начальників відповідних підрозділів.

3.4 Загальна характеристика місця роботи працівників.

Робоче місце майстра ділянки розташоване в коридорі керування — це окрема будівля площею 19,5 м² і висотою 5,3 метра. Коридор керування

спроектований між двома сушильними камерами. Приміщення обладнане системою штучного освітлення. Оптимальні мікрокліматичні умови для роботи мають відповідати наступним показникам: температура повітря — 18–22 °С, відносна вологість — 60–80%, швидкість руху повітря — до 0,5 м/с. Через надходження тепла з торцевих стін сушильних камер у приміщенні встановлено віконний вентилятор WO-B 250 для подачі свіжого повітря та підтримання комфортних умов праці.

Робочим місцем водія є автотранспортувач Linde H25T 2005, за допомогою якого він виконує вантажно-розвантажувальні операції на сушильній дільниці.

Обслуговування та ремонт сушильної дільниці здійснює слюсар-електрик, який виконує роботи на всьому деревообробному підприємстві.

3.5 Вимоги безпеки під час сушіння

З метою забезпечення безпеки працівників при сушінні деревини необхідно суворо дотримуватись встановлених правил:

Формування сушильних штабелів дозволяється лише у спеціально відведених місцях з накриттям. Заборонено формувати штабелі на пішохідних або транспортних шляхах. Максимальна висота штабеля не повинна перевищувати 1,5 метра.

- Операції з розвантаження, завантаження та транспортування штабелів до сушильної камери повинні бути максимально механізовані.
- Під час переміщення штабеля та виконання завантажувально-розвантажувальних робіт працівники мають знаходитись на відстані не менше 6 метрів від підйнятно-транспортного обладнання.
- Нагрівальні елементи та гарячі трубопроводи, з якими можливий контакт персоналу, повинні бути ізольовані термозахисними матеріалами.
- Під час завантаження камери та у процесі сушіння перебування працівників всередині камери заборонене. У разі потреби зайти

всередину для відбору зразків, необхідно попередньо вимкнути вентилятори та калорифери і дочекатися зниження температури до 40 °С.

- Освітлення всередині сушильних камер повинно працювати від джерела з напругою не вище 42 В, при цьому вимикач має бути розташований зовні.
- Сушильні камери повинні бути обладнані фіксаторами, які запобігають падінню дверей. Двері мають відкриватися як зсередини, так і ззовні.
- У приміщенні оператора, де здійснюється керування сушінням, мають бути дотримані вимоги до мікроклімату (температура, вологість, вентиляція).
- Працівники, що керують внутрішньоцеховим транспортом, повинні мати відповідні посвідчення.
- Автовантажувач повинен бути технічно справним: із надійними гальмами, звуковою сигналізацією та освітленням. Вантаж необхідно рівномірно розміщувати, а довгомірні вироби транспортувати лише по рівній, відкритій території. Закріплення вантажу має виключати його падіння або розсипання.
- Усе технологічне обладнання має відповідати паспортним характеристикам та супроводжуватись інструкціями, що визначають порядок безпечної експлуатації та заходи щодо мінімізації впливу шкідливих факторів.
- Транспортування, завантаження і розвантаження штабелів мають виконуватись згідно з чинними правилами експлуатації транспортних засобів. Проведення вантажно-розвантажувальних робіт здійснюється під контролем відповідальної особи, призначеної наказом. В її обов'язки входить перевірка справності обладнання, проведення інструктажів, контроль за дотриманням послідовності виконання робіт та недопущення сторонніх осіб у зону робіт. У випадку виникнення загрозованої ситуації

вона зобов'язана негайно вжити заходів для усунення небезпеки або зупинити роботи до її ліквідації.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для розрахунків використовуємо дані, які одержали в попередніх розділах проекту. Вихідними даними для розробки економічної частини є матеріали підприємства, які зібрані під час проходження переддипломної практики.

Техніко-економічні показники ДП «ЛАМЕЛЛА» підприємства приймаються за останній звітний рік.

Таблиця 4.1

Основні показники встановлені в попередніх розділах проекту

№п/п	Назва показників	Одиниці вимірювання	За проектом
1	Система сушильних камер	Марка	LK ZDR-80L
2	Кількість сушильних камер	штук	2
3	Площа сушильної ділянки	м ²	205,36
4	Річна програма сушіння	-	
	- в натуральному матеріалі	м ³	13000
5	Число днів роботи камер в рік	дні	335
6	Транспортні засоби	Автонавантажувач	Linde HT35T-01
7	Загальна потреба дров	м ³	2800
8	Загальна потреба електроенергії	кВт-год	359171
	- на сушіння	кВт-год	358343
	- на освітлення	кВт-год	828
9	Витрата води - разом	т/рік	367,1
	- витрата води на протипожежні потреби	т/рік	234
	- витрата води на побутові потреби	т/рік	65,3
	- витрата води на зволоження у сушильних камерах	т/рік	67,0

Таблиця 4.1 а

Основні показники встановлені в попередніх розділах проекту та за даними підприємства

№ п/п	Вид п/м та їх розміри	Порода	Річна програма сушіння, м ³
			Натурального
1	2	3	5
1	7x200x3000	дуб	8000
2	7x200x300	ясен	3000
3	7x200x300	ялина	2000
	Разом		13000

Таблиця 4.2

Розрахунок вартості нового обладнання

Назва обладнання	Марка	Кількіс ть	Вартість, тис.грн	
			Одиниці	Всього
1	2	3	4	5
1. Технологічне і енергетичне обладнання сушильних камер в комплекті	LK -ZDR-80L	2	3 825	7650
Вологомір	GANN HT-85T	1	24,40	24,40
Разом		-	-	7674,40
2. Транспортне обладнання	Linde HT35T	1	720,00	720,00
3. Інші основні засоби (10%)				839,44
Всього				9233,84
4. Транспортно-монтажні витрати (15%)				1385,08
Загальна сума витрат				10618,92

Таблиця 4.3

Розрахунок вартості об'єктів (без обладнання і транспортних засобів)

№	Назва об'єктів	Одиниці виміру	Кількість	Вартість	
				Одиниці, грн	Разом, тис.грн
1	Фундамент з усіма комунікаціями	м ²	205,36	8000	1642,88
	Разом	-	205,36	-	1642,88

Таблиця 4.4

Розрахунок вартості електроенергії, води і дров

№	Напрявлення використання	Одиниці виміру	Споживання на рік	Ціна, тариф за одиницю, грн	Сума, тис.грн
1	2	3	4	5	6
1	Електроенергія	кВт-год			
	на технологічні цілі	кВт-год	433198	8,00	3465,584
	на освітлення	кВт-год	759	8,00	6,072
	Разом	кВт-год	433957	-	3471,656
2	Дрова	м ³	2800	1300	364,000
	на технологічні цілі				
3	Вода	т	-	-	-
	на протипожежні потреби	т	234	41	9,594
	на побутові потреби	т	87,1	41	3,571
	на зволоження у сушильних камерах	т	67,4	41	2,763
	Разом		389,4		15,965
	Всього				3851,621

Таблиця 4.5

Розрахунок чисельності та фонду оплати праці робітників

№ з/п	Показники	Умови роботи	Системаоплати праці	Розряд робітника	Тарифна ставка на годину, грн.	Штат на зміну, осіб	Змінна норма виробітку, м ³	Обсяг робіт, м ³	Число змін роботи	Відробити		Фонл часу 1 робітника на рік, год.	Спискове число робітників, осіб	Основна заробітна плата, тис. грн
										люд-днів	люд-год			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Оператор	Норм.	Погод.	V	78	1	—	—	1	252	2016	1778	1,13	156,71
2	Слюсар-електрик	Норм.	Погод.	III	64	1	—	—	1	252	2016	1778	1,13	128,58
3	Водій транспорту	Норм.	Погод.	IV	68	1	—	—	1	252	2016	1778	1,13	136,62
4	Разом	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,39	421,71
5	Додаткова зарплата (20%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84,38
6	Всього фонд оплати праці робітників	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	506,09
7	Фонд оплати праці службовців	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	300

Кошторис собівартості сушіння натурального лісоматеріалу

№ з/п	Показники	На 1 м³, гривень	На програму, тис.грн
	Просушити матеріалу (м ³):	-	-
	Натурального	-	13000
	Статті витрат		
1	Електроенергія, дрова, вода	296,28	3851,621
2	Витрати на оплату праці робітників	38,93	506,09
3	Витрати на оплату праці службовців	23,08	300
4	Витрати на загальнообов'язкове соціальне страхування (22%)	13,64	177,34
5	Амортизація основних засобів	118,76	2341,5
6	Витрати на ремонти основних засобів	26,16	73,92
7	Витрати на охорону праці, техніку безпеки та охорону довкілля	1,95	40,3
8	Виробнича собівартість сушіння	518,796	7290,8
9	Плановий прибуток (25%)	129,699	1822,7
10	Відпускна ціна без ПДВ	701,03	9113,5

Розрахунок амортизаційних відрахувань:

$A_{\text{проект}} = (\text{Вартість нової будівлі} * 0,0776) + (\text{Загальні витрати на придбання нового обладнання} * 0,2085)$

$$A_{\text{проект}} = (1642,88 * 0,0776) + (10618,92 * 0,2085) = 2341,5 \text{ тис.гр}$$

Таблиця 4.7

Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Один. вимірювання	За проектом
1	Система сушильних камер	—	LK-ZDR-80
2	Кількість сушильних камер	шт	2
3	Річна програма сушіння: в натуральному матеріалі	м ³	13000
4	Відпускна ціна річного обсягу сушіння	тис.грн.	8430,426
5	Спискова чисельність ПВП	осіб	3
6	Фонд оплати праці, разом з т. ч. робітників	тис.грн.	806,09
7	Середньомісячна заробітна плата одного працівника ПВП	гривень	22391
8	Річна сума витрат на сушіння	тис.грн.	7290,8
9	Середня собівартість сушіння 1 м ³ натурального лісоматеріалу	гривень	518,8
10	Прибуток до оподаткування	тис.грн.	1822,7

ВИСНОВКИ

Техніко-економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність запропонованих проектних рішень:

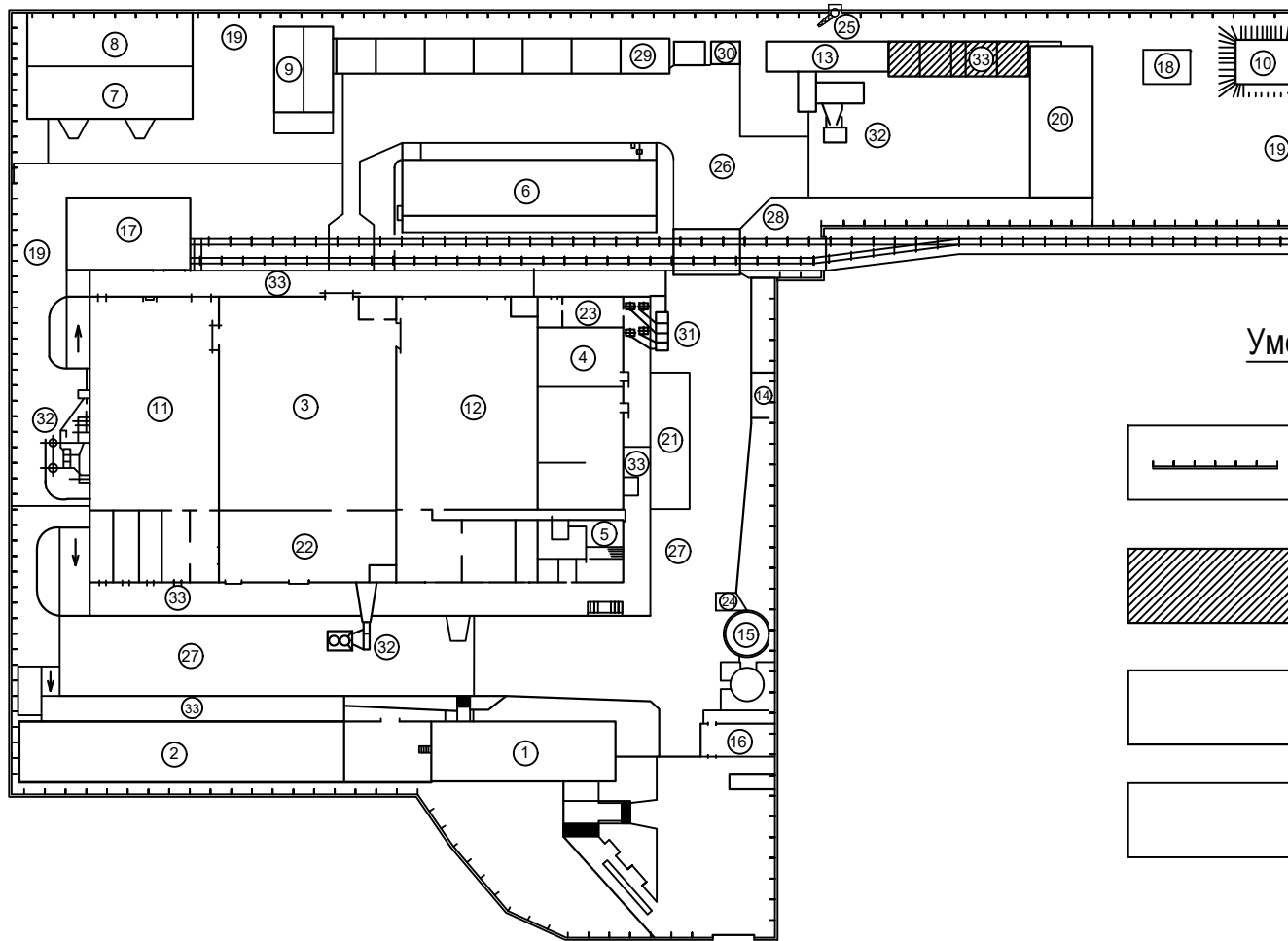
- річний обсяг сушіння складе 13000 м³ натурального лісоматеріалу;
- при цьому плановий прибуток складе 1822,7тис.гривень;
- середньомісячна заробітна плата працівника ПВП становитиме 22391гривень;
- Середня собівартість сушіння 1 м³ натурального лісоматеріалу становитиме 518,8 грн
- виробнича собівартість сушіння річного обсягу – 7290,8тис.гривень.

На цій підставі проект сушильного цеху може бути рекомендований до впровадження.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Губер Ю.М., Копинець З.П. Методичні вказівки для виконання курсового проекту “Технологія сушіння і захисту деревини” Львів – 2005.
2. Гербей В.М., Озарків І.М. та інші. Основи проектування сушильних цехів в деревообробній промисловості. –Львів, УкрДЛТУ, 1996. -192с.
3. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Л.В. Тубяб, Х.І.Лико “Практикум із охорони праці” Львів “Афіша” 2000. –345с.
4. І. М. Озарків, Л. Я. Сорока, Ю. І. Грицюк Основи аеродинаміки і тепло масообміну, Київ 1997 .
5. Колінько І.І., Методичні вказівки для курсової роботи з дисципліни “Теорія ефективності виробництва та науково-технічного прогресу” для спеціальності 09002. Львів. 2001.-47с.
6. Колінько І.І., Методичні вказівки по розробці економічної частини дипломних проектів по лісосушильних цехах. - Львів: НЛТУУ, 2004. - 36с.
7. Мартинців М.П., Удовицький О.М. Методичні вказівки і завдання до виконання розрахунково-графічної і контрольної роботи №1,2 з дисципліни “Основи будівельної справи” студентами напрямку 0920-лісозаготівля та деревообробка, спеціальності 7.092002 ”Технологія деревообробки ”Львів-2003.

ДОДАТКИ



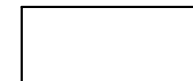
Умовні позначення



— Позначення огорожі;



— Новозбудовані будівлі;

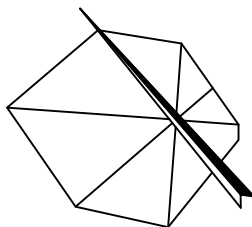


— Робочі будівлі;

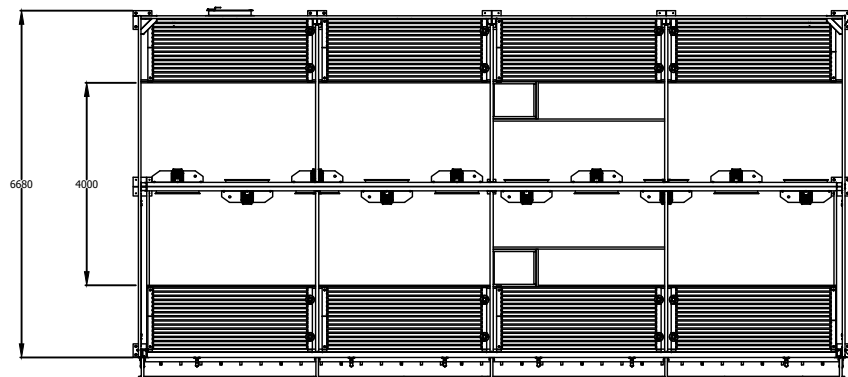
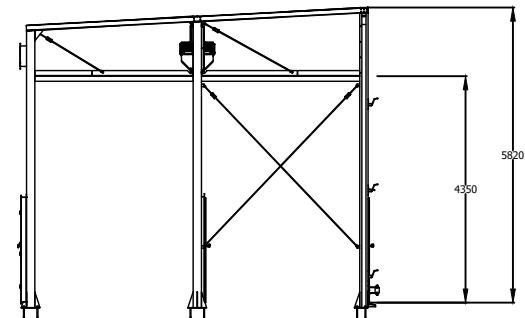
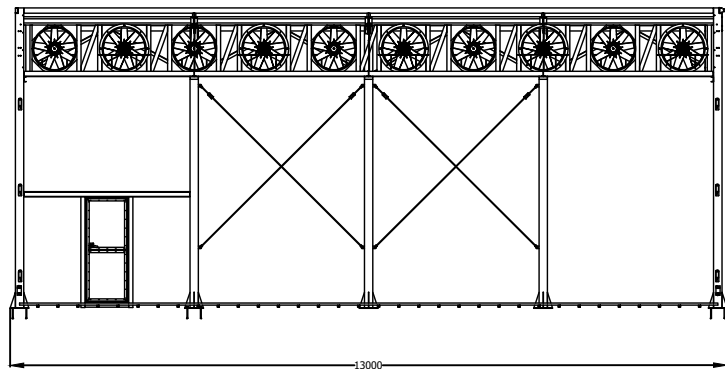


— Навісні споруди;

ПнЗх

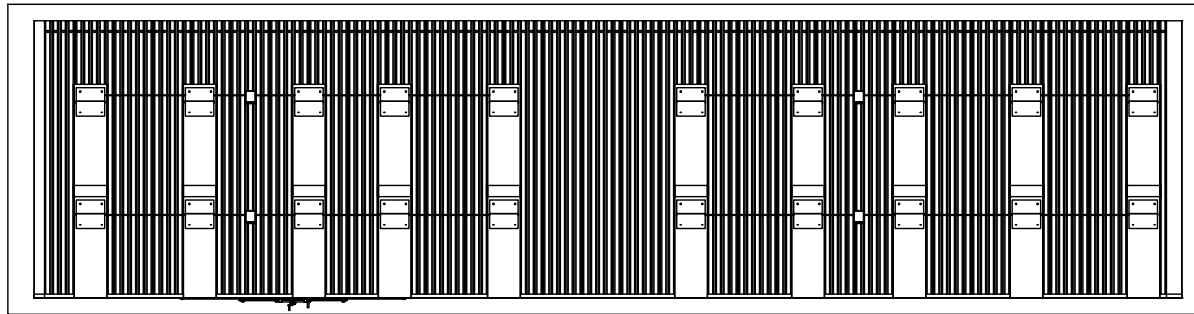
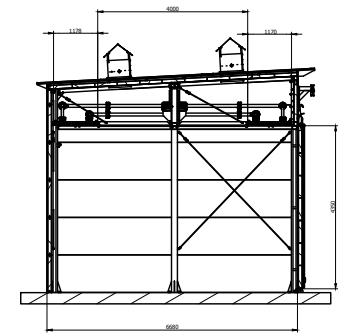
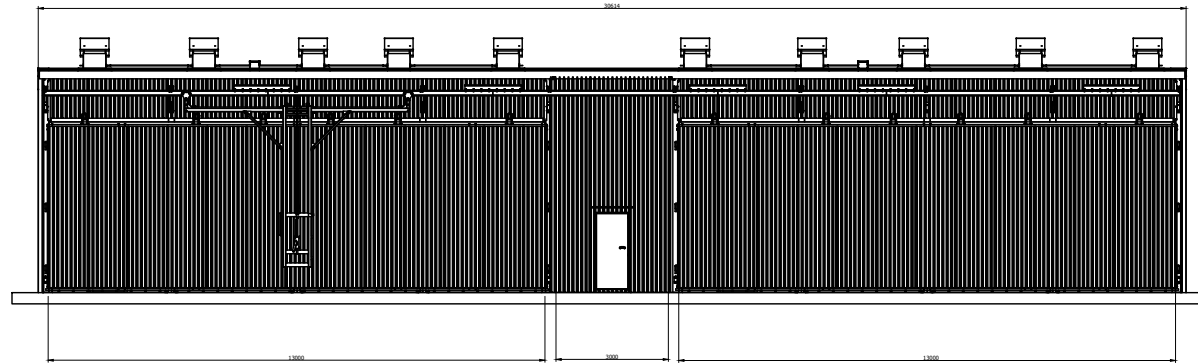
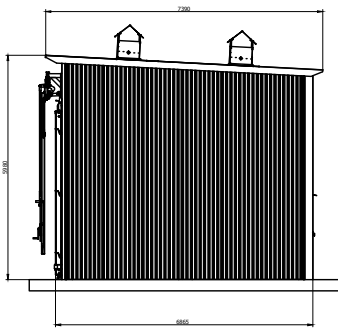


					<i>БР.01.25.01.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>План підприємства ДП "Ламела"</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Суханевич</i>					
<i>Перев.</i>		<i>Губер Ю.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Маса</i>	<i>Маштаб</i>
					<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Н.контр.</i>	<i>Губер Ю.</i>				<i>НЛТУ України гр. ДТ-42</i>		

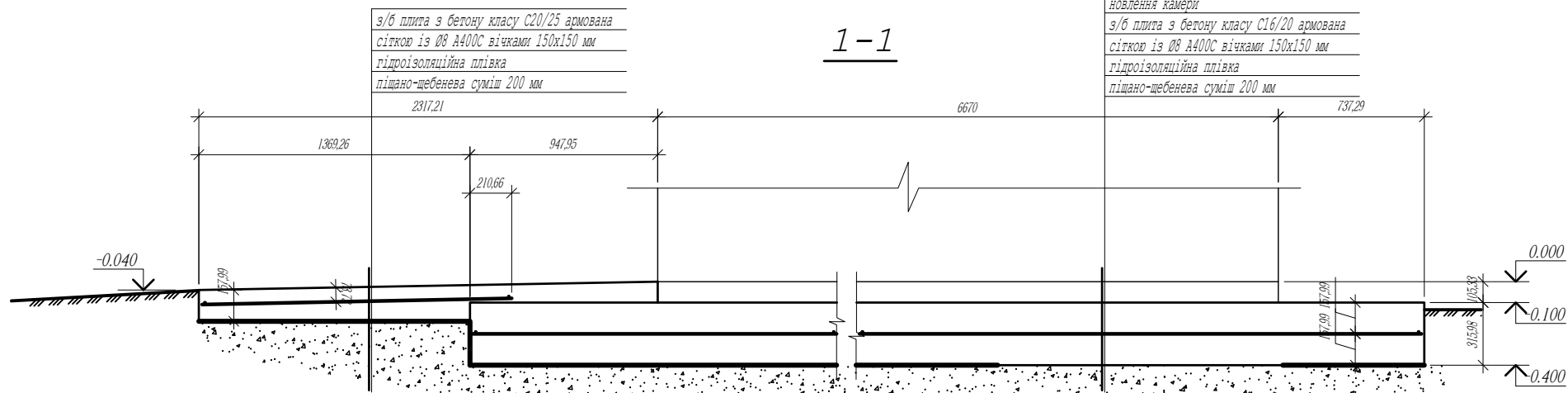
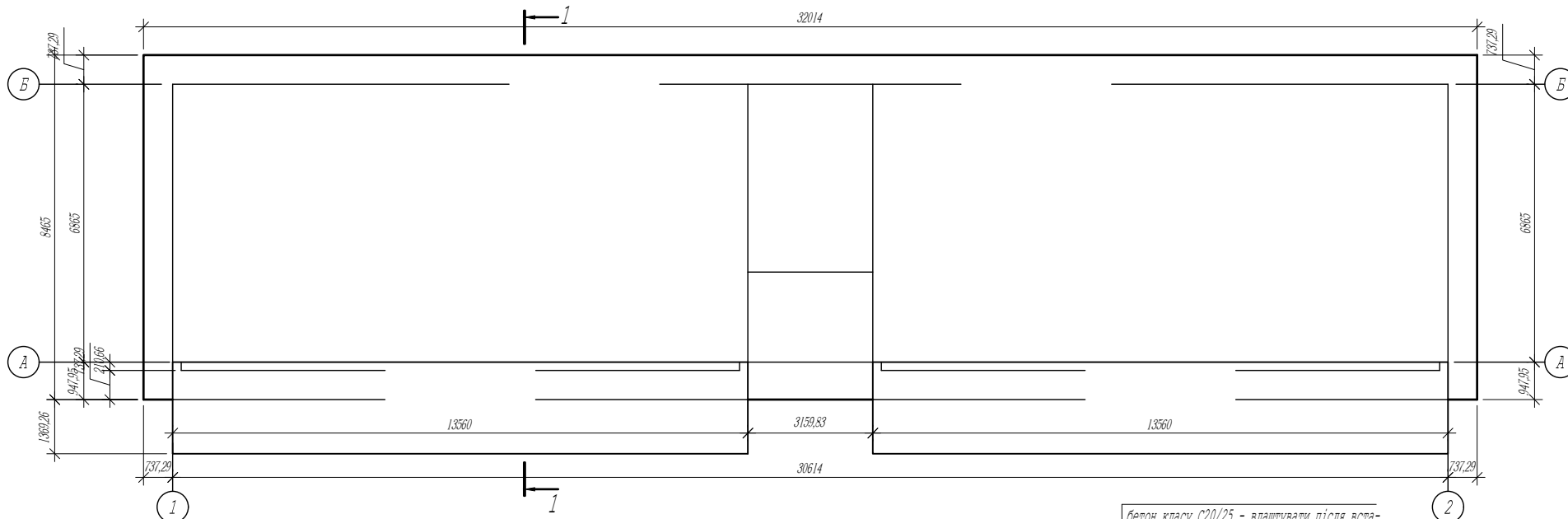


				БР 01.25.02.01.00			
Зм	Арк	№докум	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масшт
Розробив		Сушкевич С			Н		1:100
Прийняв		Губер Ю.М			Аркуш 1	Аркуш 2	
Т.контр					НЛТУ України гр.ДТ-42		
Н.контр							
Затверд.							

Схема сушильної камери
LK-ZDR-80L



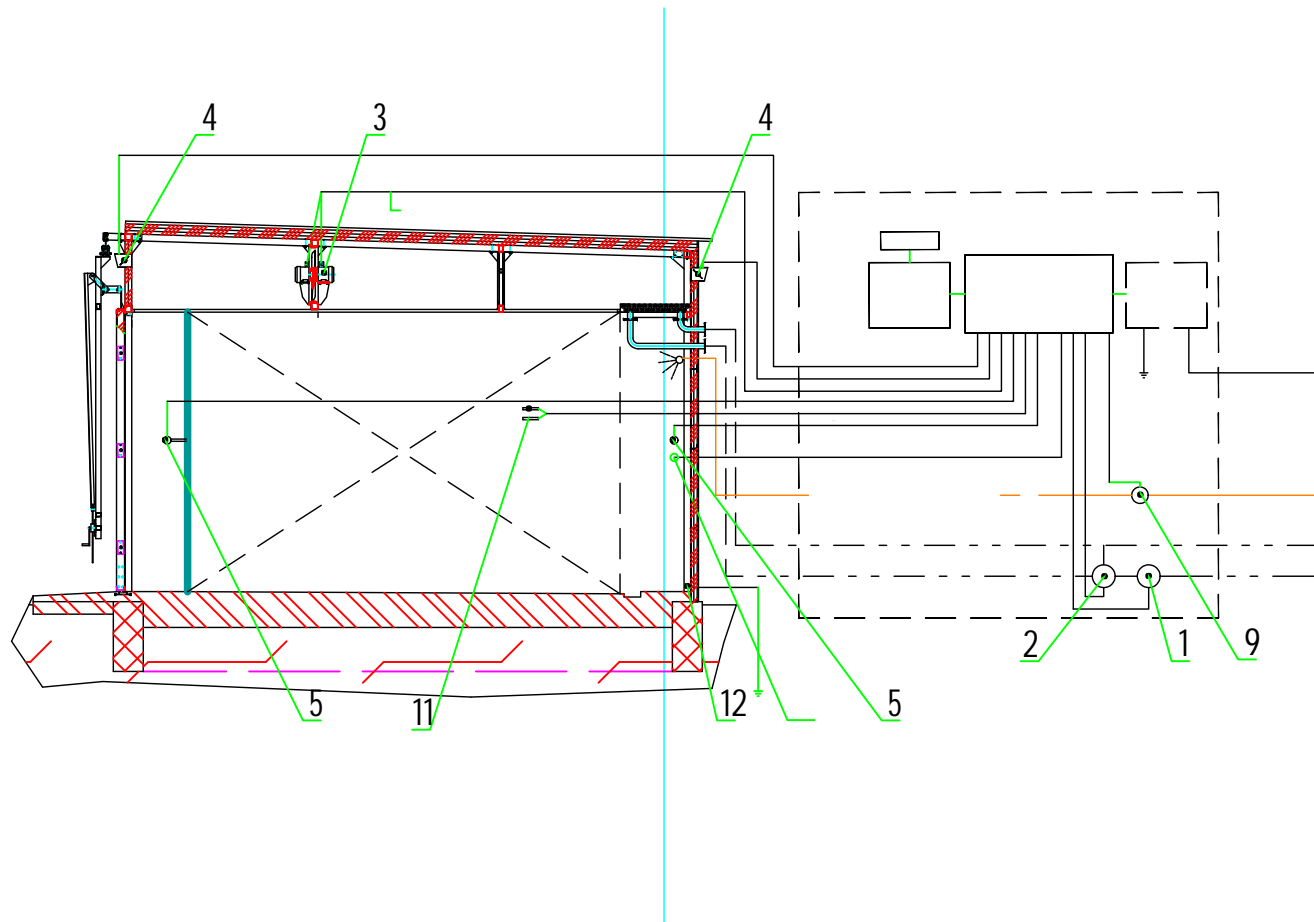
				БР 01.25.03.00.00			
<i>Зм. Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Фасади сушильної дільниці</i>	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масшт.</i>
<i>Розробив</i>	<i>Сухачевич С.</i>				<i>Н</i>		<i>1:100</i>
<i>Прійняв</i>	<i>Губер Ю.М.</i>				<i>Аркуш 1</i>	<i>Аркушів 1</i>	
<i>Г.контр.</i>							
<i>Н.контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							<i>НІТТУ України</i> <i>єр.ДТ-42</i>



1. За умовну відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги камери.
2. Укладання бетонної суміші виконувати з обов'язковим ущільненням її вібратором.
3. Арматурні з'єднання виконувати за допомогою контактного точкового зварювання або в'язального дроту. При цьому з'єднання підлягають всі точки перетину повздовжніх і поперечних стержнів.
4. Витрати матеріалів:

арматура Ø8 A400C 4090.0м /1615.60кг/;
 бетон класу C16/20 79.50м³;
 бетон класу C20/25 28.50м³;
 гідроізоляційна плівка 307.0м².

					БР.01.25.04.00.00			
					<i>План фундаменту</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Маса	Маштаб	
Розроб.		Суханевич С.М.						
Перев.		Губер Ю.М.						
					Арк.		Аркушів	
					НЛТУ України гр. ДТ-42			



ВИКОНАВЧІ ЕЛЕМЕНТИ ТА ДАВАЧІ:

1. Помпа циркуляційна PML 180 / 160 двигун 1,5 kW
2. Клапан триходовий з електроприводом
3. Двигун вентиляторів Indukta 3.0 kW
4. Електропривід приточно-витяжних каналів Belimo SM24A
5. Давач температури та вологості агента сушіння НТ 68
6. Давач температури та вологості агента сушіння НТ 68
7. Давач температури в деревині
9. Клапан електромагнітний системи зволоження 1 / 2 дюйма АС тип 107
11. Давачі вимірювання вологості деревини
12. Клема приєднання блискавкозахист.

				БР 01.25.05.00.00		
				Функціональна схема автоматики LEKOSYSTEM		
Зм. Арк.	Льодокум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масшт.
Розробив	Сухачевич С.			Н		1:100
Прійняв	Губер Ю.Р.			Аркуш 1 Аркушів 1		
Т.контр						
Н.контр						
Затверд.				НЛТУ України гр.ДТ-42		

Кошторис собівартості сушіння натурального лісоматеріалу

№ з/п	Показники	На 1 м ³ , гривень	На програму, тис.грн
	Просушити матеріалу (м ³):	—	—
	Натурального	-	13000
	Статті витрат		
1	Електроенергія, дрова, вода	296,28	3851,621
2	Витрати на оплату праці робітників	38,93	506,09
3	Витрати на оплату праці службовців	23,08	300
4	Витрати на загальнообов'язкове соціальне страхування (22%)	13,64	177,34
5	Амортизація основних засобів	118,76	1543,88
6	Витрати на ремонти основних засобів	26,16	340,11
7	Витрати на охорону праці, техніку безпеки та охорону довкілля	1,95	25,3
8	Виробнича собівартість сушіння	518,796	6744,341
9	Плановий прибуток (25%)	129,699	1686,085
10	Відпускна ціна без ПДВ	648,495	8430,426

					БР 01.03.06.00.00					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко-економічні показники			Лит.	Аркуш 1	Аркушів 1
Розробив		Суханевич С.М.						Н		
Перевірів		Губер Ю.М.								
Т.контр										
Затверд.								НЛТУ України гр.ДТС-41		