

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І. С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

(підпис) Сергій Блаженко
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) Олександр Гавва
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 галузеве машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв
на тему: Досліджування процесу висушування солоду в апараті безперервної дії типу ЛСГА з метою його вдосконалення

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 5

Василенко Владислав Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____
(підпис)

Керівник Удодов Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____
(підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) _____
(підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022_ р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ІНІТІ ім. акад. І. С. Гулого
 Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв
 Освітній ступінь магістр
 Спеціальність 133 галузеве машинобудування
 (код і назва)
 Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових виробництв
 (назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

Гавва О. М.
 “05” 11 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Василенко Владислав Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Досліджування процесу висушування солоду в апараті безперервної дії типу ЛСГА з метою його вдосконалення

керівник роботи доцент, кандидат тех. наук Удодов Сергій Олександрович,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 20__ р. №___

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи продуктивність солодосушарки типу ЛСГА 10т/доб; пивоварний солод; спосіб обробки – висушування та термічна обробка свіжопророслого солоду

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація. Вступ. 1 Порівняльний аналіз існуючих конструкцій і постановка задачі. 2 Техніко-економічне обґрунтування модернізації, опис пропозиції з модернізації. 3 Конструкція і принцип роботи. 4 Науково дослідна робота. 5 Розрахункова частина. 6 Підбір конструкційних матеріалів. 7 Технологія машинобудування. 8 Схема автоматизації. 9 Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт. 10 Охорона праці. 11 Цивільний захист. 12 Заходи з охорони навколишнього середовища. 13 Техніко-економічні розрахунки. Висновки. Список використаної літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу Загальний вид; Корпус; Варіатор швидкості; Калорифер; Розвантажувальний механізм.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 5.11.2021**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Анотація	3.01.2022	
2.	Вступ	4.01.2022	
3.	1. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій і постановка задачі	5.01.2022	
4.	2. Техніко-економічне обґрунтування модернізації. Опис пропозиції з модернізації	8.01.2022	
5.	3. Конструкція і принцип роботи	12.01.2022	
6.	4. Науково дослідна робота	15.01.2022	
7.	5. Розрахункова частина	20.01.2022	
8.	6. Підбір конструкційних матеріалів	22.01.2022	
9.	7. Технологія машинобудування	25.01.2022	
10.	8. Схема автоматизації	27.01.2022	
11.	9. Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт	30.01.2022	
12.	10. Охорона праці	1.02.2022	
13.	11. Цивільний захист	2.02.2022	
14.	12. Заходи з охорони навколишнього середовища	3.02.2022	
15.	13. Техніко-економічні розрахунки	5.02.2022	
16.	Висновки	6.02.2022	
17.	Список використаної літератури. Специфікації	7.02.2022	
18.	Підготовка презентації	8.02.2022	

Здобувач

(підпис)

Василенко В.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Удодов С.О.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Дипломний проект на тему «Досліджування процесу висушування солоду в апараті безперервної дії типу ЛСГА з метою його вдосконалення» виконаний згідно виданому завданню.

В роботі наведений аналіз технічного та технологічного стану пивоварної індустрії, здійснений всебічний огляд техніки та технології сушки солоду. Це дозволило визначитися із доцільною модернізацією. Остання заключається у заміні існуючого приводу на варіатор швидкості для регулювання швидкості вивантажувальних валків. Здійснено необхідні конструктивні та технологічні розрахунки солодосушарки типу ЛСГА – 10. Висвітлено також вимоги щодо монтажу та технічного сервісу солодосушарки, а також розглянуті питання щодо охорони праці, навколишнього середовища, тощо.

Дипломна робота складається з 144 аркушів А4 та з 7 листів креслень формату А1 на яких зображений загальний вигляд обладнання та вузли.

Ключові слова: солод, солодосушарка, висушування, модернізація, варіатор, валки.

<i>Відповідальна організація НУХТ</i>	<i>Технічне узгодження Удадов</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i>	<i>Розробник документа</i>	<i>Назва, додаткова назва</i>		<i>200484.MP.19.000.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i>	<i>Реферат</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i>
						...	

Summary

Diploma project entitled " Research of malt drying process in the device of continuous action like LSGA for the purpose of its improvement" made by issued task.

During the execution of the diploma project was given the current state of the brewing industry, the analysis of existing equipment and technology

solodosushinnya process, which allowed to determine the upgrade, which is to replace the drive at the speed variator to regulate the speed of unloading rolls. A technological solodosusharky calculation, the calculation of the efficiency of drying malt solodosushartsi brand LSHA-10 mechanical and kinematic calculation solodosusharky set out the basic requirements for construction, operation and maintenance of equipment. The questions of automation, safety and environmental protection.

Diploma project consists of a sheet of explanatory notes and drawings 8 sheets of A1, which shows a general view of equipment, components and detailing.

Key words: malt, malt dryer, drying, modernization, variator, rolls.

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова

ІІА

Аркуш

с

Зміст

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	7
1. Аналіз технічних та технологічних рішень процесу висушування солоду.	10
2. Техніко-економічне обґрунтування модернізації. Опис пропозиції з модернізації.....	29
3. Конструкція і принцип роботи.....	31
4. Науково дослідна робота.....	50
5. Основні розрахунки.....	57
6. Вибір основних конструктивних матеріалів.....	65
7. Технологія машинобудування.....	66
8. Схема автоматизації.....	72
9. Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт.....	77
10. Охорона праці.....	86
11. Цивільний захист.....	100
12. Заходи з охорони навколишнього середовища.....	102
13. Техніко-економічні розрахунки.....	117
ВИСНОВКИ.....	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	132
ДОДАТКИ.....	

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Зміст	200484.МР.14.000.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1

Вступ

Солод широко використовується в харчовій промисловості, солодові екстракти застосовують в кондитерській, хлібопекарській, пиво-безалкогольній промисловості. У спиртовій промисловості солод використовують для оцукрювання крохмалю. У технології виробництва пива пивоварний солод являється головною складовою. Із солоду виробляють алкоголь, винокурінні – спирти, віскі, різноманітні елітні напої. Новітньою продукцією у пивоварній промисловості є такі продукти як солодовий сироп, продукти дитячого харчування тощо. Дуже поширеними стали продукти, збагачені солодом: хлібобулочні вироби, йогурти, соки. На основі його виробляють біологічно активні добавки, а також спеціальні сорти борошна та різноманітних круп. Таким чином вдосконалення технологічних процесів з метою одержання високоякісної сировини є актуальним завданням у солодовій галузі промисловості.

У солодовій галузі також всебічно розробляються сучасні активатори та стимулятори, які одержують на основі складних хімічних сполук, що здатні значно покращити якісні показники пророщування зернопродуктів.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удадов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Вступ	200484.MP.14.000.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3	

Назва об'єднань	Фактично	
	За період з початку року 12 міс. 2011 р.	За період з початку минулого року 12 міс. 2010 р.
ВАТ «Славутський солодовий завод»	90 768,2	155 572,0
ТОВ «Східноукраїнська компанія»	59 608,1	111 818,6
Чернігівське ТОВ «МалтюрорпЮкр»	33 333,5	56 219,9
ТОВ «Бердичівська солодова компанія»	12 543,1	50 035,3
ВАТ «Бровар» м.Микулинці	1 442,6	1 683,0
ВАТ «Хмельпиво»	1 342,0	1 281,0
ЗАТ «ЛИСПИ»	971,2	1 048,9
ВАТ «Уманьпиво»	890,4	959,0
АК «Бел-Гер» м.Крупянськ	605,0	763,4
ВАТ «Бердичівський П/З»	537,0	576,0
КП «Славутський ПЗ»	436,0	424,4
ЗАТ «Пивзавод на Подолі»	236,0	1 372,0
ВАТ «Нов.-Волинськ.ПЗ	66,0	353,0

Славутський солодовий завод - найбільший в Україні виробник солоду, який відзначився приходом нового стратегічного інвестора – французької компанії „Суффле Груп” (GroupeSoufflet). Її підприємства розташовані у Франції, Україні, Чехії, Сербії, Угорщині, Румунії, Польщі, Росії, Казахстані тощо. Компанія „Суффле” є власником 24 солодових заводів у 9 країнах світу і на сьогодні є одним з найбільших виробників солоду. Головними ж причинами рішення розвивати даний напрямок і на українських теренах стали величезний потенціал для вирощування пивоварного ячменю в Україні та динамічний розвиток пивоварного ринку. 2008 рік для “Славутського солодового заводу” став роком збільшення потужності виробництва солоду до 80 тисяч тон на рік за рахунок реалізації основних інвестиційних проектів по модернізації солодового корпусу та будівництва.

Компанія «Мальтюрорп Україна» заснувала об'єкти в Чернігові 2002 р. та Харкові 2004 р., де вона виробляє понад 100 000 тон солоду щороку, цілком із західних сортів ячменю, що імпортуються або вирощуються в

країні. Таке зростання стало можливим через створення високо структурованої сільськогосподарської організації, що контролює виробництво насіння та їх розподіл серед виробників зерна, надання сільськогосподарських та технічних консультацій фермерам по всьому циклу вегетації, забезпечення контролю якості врожаю та на різних логістичних стадіях.

І, хоча імпорту солоду має тенденцію до зменшення, деякий недолік солодової сировини в країні все ж спостерігається. У липні-серпні 2010-2011рр. в Україну було імпортовано 7,5 тис. т солоду на суму 2,6 млн. дол. Основними постачальниками солоду виступали Росія і Білорусія.

Розвиток харчової промисловості в Україні, зокрема виробництво пива для внутрішнього ринку та на експорт, потребує розширення солодового виробництва. Збільшити виробництво високоякісного солоду можна шляхом модернізації діючого виробництва, запровадження якісних активаторів та інгібіторів технологічного процесу.

1. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій і постановка задачі

1.1 Сушка солоду. Технологічні аспекти сушки солоду

При сушінні свежепроросшого пивоварного солоду переслідують такі технологічні цілі:

- зниження вологості солоду від 42 ... 48 до 4.0-5. % з метою довготривалого зберігання солоду та його транспортування (при виробництві темного солоду вологість знижують до 1,5 ... 2,0%);
- придушення фізіологічних і ферментативних процесів в зерні;
- здійснення теплової обробки, в результаті якої солод набуває специфічних якісних показників (вкус, аромат та колір);
- з метою притаманної ломкості та руйнуванню паростків солоду з подальшим їх видаленням;
- збереження комплексу синтезованих ферментів.

Інактивація ферментів в процесі сушіння. Останнє з перерахованих вимог викликано процесом висушування при термічній обробці солоду. Під дією високих температур деякі ферменти солоду розгортаються, внаслідок чого проходить денатурація білкових сполук.

При сушінні світлого солоду загальна амілолітична активність знижується на 30 ... 40% в порівнянні з початковою активністю свіжопроросшого солоду, і на 70% - при сушінні темного [8]. При цьому Р-амілаза інактивується в більшій мірі, ніж а-амілаза. Остання є більш стійкою при термічній обробці. Данна активність вище означених зображена на рис.1.1

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Василенко В.М.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	<i>2004.84.МР.14.001.ПЗ</i>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/143	

У деяких термостійких ферментів, навпаки, в процесі сушки, каталітична активність зростає. Наприклад, активність термостійких протеаз в процесі сушіння зростає до 30%, а активність-амілази – орієнтовно на 14%. Це явище, яке спостерігають на початку висушування забезпечується біосинтезом ферментів, які незважаючи на підвищені температури все ж таки інактивують.

Пептидази, що володіють дуже високою термостійкістю і не гинуть. Останні при висушуванні солоду інактивуватися тільки в інтервалі температур 95 ... 100 СС, тому у світлому солоді вони зберігаються практично в повному обсязі.

Внаслідок того що ферменти все ж таки протидіють високим температурам при зниженій вологості, то в цілях зниження ступеня інактивації ферментів в процесі сушіння їх насамперед піддають видаленню вологи при невисоких температурах, до 45 ° С.

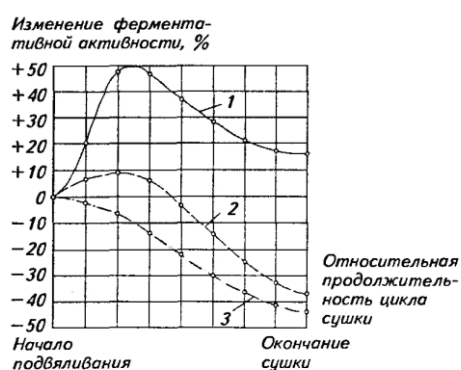


Рис. 1.1 . Характер изменения активности некоторых ферментов при сушке солода:
1 — α-амилаза; 2 — β-амилаза; 3 — глюканіза

Період зниження вологості солоду до 8-10% носить назву підв'ялення, а остаточній період – висушування.

Волога, що знаходиться у вільному стані, випаровується досить легко і швидко, а при сушці – видалення вологи відбувається важко, оскільки волога зв'язана внутрішньо з молекулярноб частиною зерна.

В процесі висушування солоду розрізняють наступні стадії:

- Фізіологічні;
- Ферментативна;
- Хімічна.

Перша стадія сушки солоду характеризується збільшенням температури продукту до 45-50 С, а також зменшенням вологості – до 35%. На даній стадії висушування солоду спостерігають подальший рост зародиша листка та паростків.

Протікання гідролітичних ферментів процесів супроводжується накопиченням цукрів та амінокислот.

Для ферментативної фази висушування солоду характерна: підвищення температури до 72-75 С, а також зменшення вологості зерна до 8-11%. Даний процес супроводжується припиненням життєдіяльності зерна вцілому.

Остання стадія – хімічна, характеризується: зростанням температури солоду до 82-85 С.

Даний процес супроводжується зменшенням вологості солоду до 3-4%, а також призупиненням усіх ферментативних процесів та переводом їх у неактивне становище. На данній стадії ароматичні і фарбувальні речовини, зокрема, летючі альдегіди та меланоїдіни.

Меланоїдінізація відбувається більш інтенсивно при підвищеному термічному навантаженні на солод, яка характеризується сукупністю температури і тривалості теплової обробки. Ступінь термічного навантаження оцінюють за значенням показника тіобарбітурової кислоти, яка в солоді не повинна перевищувати 14. Зі збільшенням термічної навантаження на солод, сусло або пиво показник тіобарбітурової кислоти збільшується.

Виробництво темного солоду супроводжується більшою меланоїдізацією.

Зниження диметилсульфіда при сушінні. Дві останні умови, згаданих вище і відносяться до сушки зерна, дозволяючи знизити у готовому продукті вміст диметилсульфіду (ДМС). Це пояснюється явищем термічної стійкості ДМС. Але повне видалення ДМС при сушці неможливе.

Запобігання скловидності солоду. Гумміоподібна або камедна скловидність солоду утворюється в результаті ферментативного впливу па гемицеллюлозу клітинних стінок ендосперму при підвищених (більше 50 СС) температури. Внаслідок цього гемицеллюлоза переходить в гумміподібні речовини, проникає в пухке борошнисте тіло і затвердіває в ньому [8]. Для запобігання утворення скловидності, для запобігання утворення скловидності, сушку солоду, при вологості нижче 10%, не варто проводити при температурах більше 50 С.

1.2 Солодосушарки. Класифікація сушарок.

Сушарки для солоду класифікують за наступними спеціальними ознаками:

- по руху прошарку солоду, що висушується;
- за кількістю решіток (1,2 або 3-х ярусні);
- за перетином сушильної камери (квадратні або циліндричні);
- за висотою прошарку зерна (звичайні та високопродуктивні);
- за типом сит сушильних решіток (штамповані або з профільованою проволокою);
- за ступенем рухливості сушильних решіток (стаціонарні, перекидні або поворотні);
- за структурою робочого циклу (періодичної, циклічної і безперервної дії);

- по конструктивному їх виконанню (здвоєні або одиночні);
- за призначенням (універсальні - ростильно-сушильні апарати статичних солодовень);
- за подачею теплоагента (прямий нагрів, косвенний);
- за типом теплоагента (тверде паливо, газ, рідке паливо, гостра пара, гарача вода і т.п.).

Технологічне обладнання для сушки солоду складається з солодосушильних решіток або солодосушильних шахт, тепло-вентиляційного обладнання та пристроїв керування.

Горизонтальні сушарки

Горизонтальні сушарки конструктивно простіше і дешевше сушарок інших типів. Вони придатні для сушки солоду на високому шарі, завдяки чому процес сушіння в них може бути інтенсифіковано.

Товщина шару висушуваного солоду в високопродуктивних горизонтальних сушарках може досягати 1,3 м, а питоме навантаження на сушильну решітку до 460 кг/м².

Різниця температур Δt сушильного агента (повітря), що подається під сушильну решітку і пройшовши через шар солоду при підв'ялюванні становить зазвичай 25 ... 35 °C, а при сушці - близько 3 °C. Істотна різниця температур сушильного агента при підв'ялюванні обумовлена, зокрема, тим, що сухе повітря, проходячи через шар відносно вологого солоду, швидко зволожується, і внаслідок цього його температура істотно знижується; в процесі ж сушіння вологість сушильного агента змінюється незначно.

Передумовою для отримання солоду хорошої якості є рівномірність сушки, яка забезпечується, якщо розподіл повітря під сушильної ґратами як в кількісному, так і в температурному відношенні піддається тільки незначних коливань - не більше 2 °C.

Завантаження солоду в сушарку необхідно здійснювати обережно, без

ущільнення шару, при максимальній нерівномірності товщини шару не більше 4 см. Тривалість завантаження і розвантаження сушарки не повинні перевищувати 2 ... 3 годин.

Горизонтальні одноярусні сушарки прямокутного перерізу з двоюрисною поворотною сушильною решіткою конструктивно влаштовані так (рис. 3.38). До їх складу входять завантажувальні 1 і розвантажувальні 6 транспортувальні системи, поворотна розподільна труба 2, майданчик обслуговування 3, сушильна решітка 4, бункер 5, вентилятор 7, регулююча заслінка 8, калорифер 9, Жалюзійна заслінка 10, повітропровід 11, поворотна заслінка 12.

Свіжопророслий солод транспортують пристроями 1 завантажують на решітку 4, розподіляючи його по її поверхні рівномірно за допомогою поворотної труби 2. Після закінчення завантаження під решітку нагнітають вентилятором 7 нагріте в калорифері 9 повітря, засмоктуване ззовні через отвір, оснащений жалюзійною заслінкою 10. Витрата сушильного агента регулюють заслінкою 8.

На стадії підв'ялювання тепле повітря видаляють в атмосферу після проходження через шар висушуваного солоду. Це обумовлено тим, що на цій стадії сушки зерно досить легко віддає вологу, і повітря швидко зволожується вже за один прохід через шар солоду.

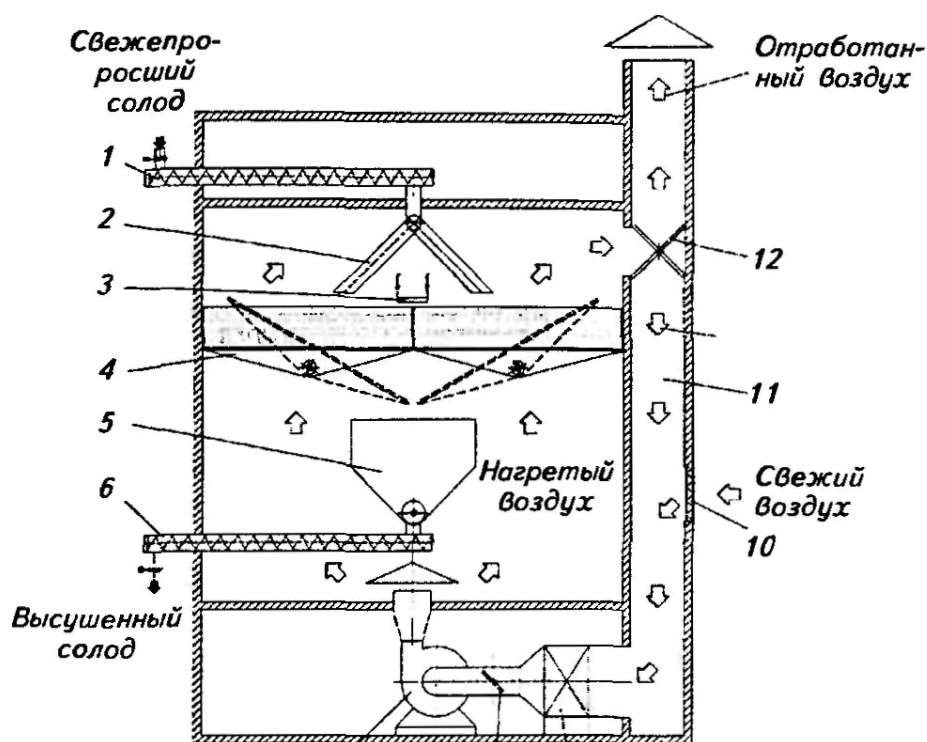


Рис. 1.2 Горизонтальні однорусні сушарки прямокутного перерізу з двохрусною поворотною сушильною решіткою

На заключній стадії сушки за допомогою поворотної заслінки 12 забезпечують рециркуляцію відпрацьованого повітря по повітропроводу 11, оскільки на цій стадії вологість солоду знижується набагато важче і повільніше, а повітря, що пройшло через шар солоду, залишається відносно сухим і гарячим, що робить нераціональним його викид в атмосферу. Однією з технічних проблем традиційних горизонтальних однорусних сушарок є забезпечення рівномірності шару при завантаженні свіжопроросшого солоду на сушильну решітку. Зазвичай це забезпечує робітник, стоячи на майданчику обслуговування 3 і керуючи вручну поворотною трубою 2. Горизонтальні сушарки, що мають квадратну або прямокутну сушильну решітку, можна відносно просто недостатньо ефективно модернізувати за умови, що інші системи сушарки, такі як вентиляційні, нагрівальні і

транспортуючі, знаходяться в задовільному стані. Зазвичай в цьому випадку встановлюють новий завантажувальний пристрій, що здійснює як обертальні, так і зворотно-поступальні рухи (для заповнення кутів сушильної решітки), яке здійснює автоматичний режим завантаження, забезпечує всі якісні критерії, зокрема, рівномірність шару.

Горизонтальні односторонні сушарки круглого перерізу (рис. 1,3)

Використовують з 1980р. На сьогоднішній день вони є популярними внаслідок своїх технічних і технологічних переваг. Вони найбільш використовуються при реконструкції діючих і будівництві нових солодових виробництв.

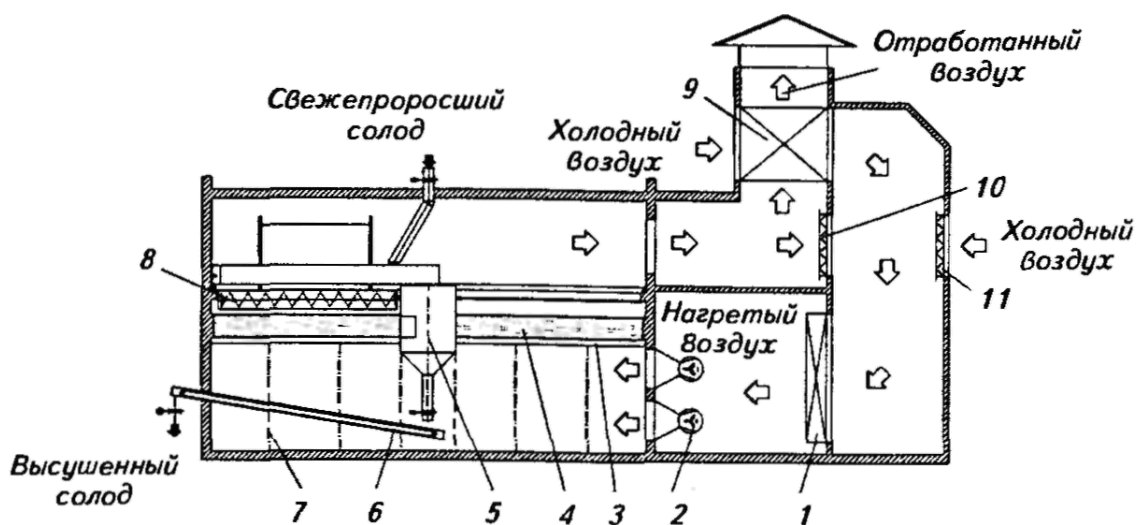


Рис. 1.3 . Принципиальное устройство горизонтальной односторонней сушилки круглого сечения:

1 — калорифер; 2 — вентилятор; 3 — сушильная решетка; 4 — слой солода; 5 — бункер; 6 — конвейер; 7 — опора; 8 — загрузочно-разгрузочный шнек; 9 — стеклянный теплообменник; 10, 11 — жалюзийные заслонки

Круглі конструкції солодосушарок мають наступні переваги:

- проста механізація завантажувально-розвантажувальних процесів;
- розподіл завантаження солоду по шарах відбувається рівномірно;
- рівномірність розподілу повітряних потоків;
- простота будівельної конструкції, виконваної зі сталі або бетону.

Поверхня солодосушарки круглого перетину має форму кільця. В його центрі розташований поворотний розвантажувальний бункер 5 діаметром 2,11 м, через який здійснюють вивантаження свіжовисушеного солоду на конвеєр 6. Сушильна решітка спирається на опори 7, установлені в підрешітковому просторі, висота якого близько 2 м.

Горизонтальні сушарки круглого перерізу оснащують завантажувально-розвантажувальним шнеком 8 (Фото 5), що обертається навколо центральної осі сушарки, і який може також змінювати своє положення по висоті відносно площини сушильної решітки.

Завантаження пророслого солоду в сушарку здійснюють пошарово зверху. При завантаженні сушарки шнек 8 переміщується навколо осі уривчасто - як тільки кінцевий датчик, встановлений на краю ворошителя, з'являється опущеним в шар солоду, він обертається на незначний кут. Після цього відбувається його зупинка, до тих пір доти горизонтальний шнек не розгорне солод рівномірно від його центру до окраїни платформи. При цьому спрацьовує кінцевий датчик на подальший рух робочого органу. Таким чином відбувається завантаження одного шару солоду, після чого горизонтальний шнек пересувається в гору на висоту, що дорівнює висоті завантаженого прошарку солоду та завантаження триває.

Повітря для сушки солоду підігрівають у калорифері 1 і вентилято-рами 2 нагнітануть в підрешітковий простір сушарки. Повітропроводи сушарки оснащені жалюзійними заслінками 10 і 11 для регулювання потоків відповідно рециркулюємого і холодного повітря.

Відпрацьоване повітря відводять із сушарки через скляний теплообмінник - рекуператор 9, в якому теплоту відпрацьованого повітря використовують для підігріву свіжого холодного повітря. У процесі сушіння свіже холодне повітря надходить в сушарку виключно через скляний теплообмінник. Частина вологи, яка міститься у відпрацьованому повітрі, конденсується в скляному

теплообміннику і, одночасно, разом з конденсатом відводиться CO₂. При пуску солодосушарки взимку при температурі зовнішнього повітря нижче -30 ° С скляні термостійкі труби теплообмінника можуть лопатися внаслідок створення в них крижаних пробок, що утворюються при замерзанні конденсату. Від уникнення цього при проектуванні сушарок для регіонів з суворим кліматом на вході свіжого холодного повітря в скляний теплообмінник передбачають додатковий пристрій («відтаювач») для запобігання відкладень льоду при низьких зовнішніх температурах. Це пристрій у вигляді повітропровода, що підводить частину відпрацьованого теплого повітря на вхід в скляний теплообмінник, використовують лише в дуже холодні періоди з критичними температурами зовнішнього повітря.

Питома витрата сушильного агента - нагрітого повітря, що продувається через шар зерна 4 залежить від тривалості циклу сушіння. Короткий цикл сушки вимагає більшої витрати сушильного агента. Орієнтовні питомі витрати нагрітого повітря при сушінні солоду наведені нижче.

Тривалість сушки, год	Питома витрата повітря м3/(м2 год)
24	840 ... 860
36	540 ... 560
48	340 ... 360

Перед розвантаженням висушений солод продувають холодним повітрям для охолодження його до температури 40 .. 50 СС. Для холодної аерації гарячого солоду використовують свіже холодне повітря яке всмоктується через жалюзійну заслінку 11 безпосередньо з вулиці. Питома витрата охолоджуючого повітря - 130 ... 150 м3 / (м2 • год).

При розвантаженні свіжовисушеного солоду стінка розвантажувального люка в циліндричній частині центрального бункера відсувається всередину і горизонтальний шнек 8, перебуваючи в крайньому верхньому положенні,

починає переміщувати солод від периферії сушарки до вікна розвантаження. Таким чином, горизонтальний шнек після одного оберту опускається до низу і розвантаження солоду триває. З центрального бункера висушений охолоджений солод транспортують в проміжний бункер, з якого потім поступово подають в ростковідбивну машину.

Експлуатація горизонтальних одноярусних сушарок пов'язана з низкою спільних технічних труднощів.

По-перше, сушка солоду в них відбувається нерівномірно: у верхньому шарі температура підвищується повільніше, ніж в нижньому, тому волога у верхньому шарі видаляється з затримкою. При цьому, солод, що висушується, у ньому продовжуються ферментативні процеси, в той же час у нижньому прошарку протікають хімічні процеси. Криві, що описують динаміку сушки солоду в товстому шарі (рис. 1.4), для верхнього і нижнього шарів висушуємого матеріалу можуть бути зміщені на -4 години. Для усунення цього недоліку сушарки часто оснащують спеціальними зрошувачами. По-друге, в одноярусних горизонтальних сушарках також нерівномірно і неповно використовується теплота нагрітого повітря. Для більш економічної витрати теплоти такі сушарки спарюють, об'єднуючи їх загальним теплоенерготехнічним зв'язком.

Спарені горизонтальні одноярусні сушарки (рис. 1.5) завантажують свіжопроросшим солодом не одночасно, а із зсувом у часі на половину тривалості циклу сушіння. Таким чином, відпрацьоване, але ще сухе і гаряче повітря з однієї сушарки, в якій солод вже довисушують, по повітропроводах направляється для повторного використання в іншу сушилку, де здійснюється підв'ялювання.

Кожна з сушарок оснащена конвеєром 1 для завантаження свіжо-проросшого солоду, завантажувально-розвантажувальним шнеком 7 для рівномірного розподілу солоду по сушильній решітці 4,

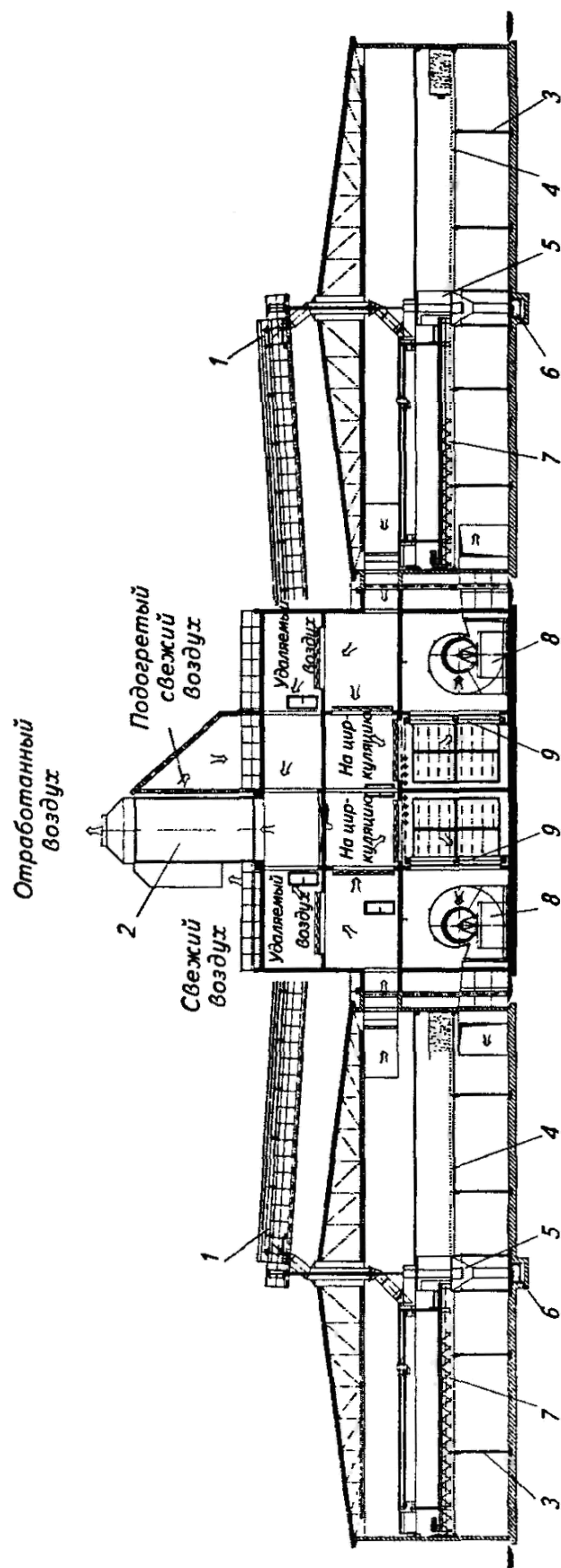


Рис. 1.5. Принципиальное устройство спаренной горизонтальной одноярусной сушилки:

1 — загрузочный конвейер; 2 — стеклянный теплообменник; 3 — опора; 4 — сушильная решетка; 5 — разгрузочный бункер; 6 — конвейер; 7 — загрузочно-разгрузочный шнек; 8 — вентилятор; 9 — калорифер

стаціонарно змонтованої на опорах 3. Товщина шару висушуваного солоду може досягати 1300 мм. За допомоги робочого органу позиції 7 здійснюють також і вивантаження солоду, що пройшов висушування. Тобто робочий орган – шнек 7 поступово пошарово захоплює та переміщує висушений солод від його периферії до розвантажувального бункера 5, з якого він надходить на конвеєр 6, а по ньому на подальшу технологічну переробку. Кожна сушарка оснащена індивідуальними вентиляторами 8 і калориферами 9 для нагрівання повітря. Для рекуперації теплоти відпрацьованого повітря сушарки оснащені загальним скляним теплообмінником 2.

По закінченню вивантаження солоду із першої солодосушарки і завантаження її свіжопроросшим солодом напрямок руху повітря змінюють на протилежний. В результаті послідовного проходження крізь два шари солоду поліпшується використання повітря і скорочується витрата теплової енергії. Схема розподілу повітряних потоків в спарених горизонтальних сушарках наведено на рис. 1,6. На схемі показана ситуація, коли в сушарці 4 здійснюють кінцеву стадію сушки, а в сушарці 7 - початкову стадію сушки - підв'ялювання.

Свіже повітря, всмоктується з вулиці вентиляторами 3 першої сушарки 4, проходить через скляний теплообмінник 6, в якому підігрівається за рахунок обміну теплотою відпрацьованого повітря, що видаляється з другої сушарки 7. В теплообмінниках 2 повітря додатково нагрівають до необхідної температури (65 ... 87 ° C), після чого воно надходить в подситовий простір першої сушарки 4, проходить через шар висушуваного солоду 5, відводиться з першої сушарки при вологості 4 ... 12% і направляється на вхід другого сушарки.

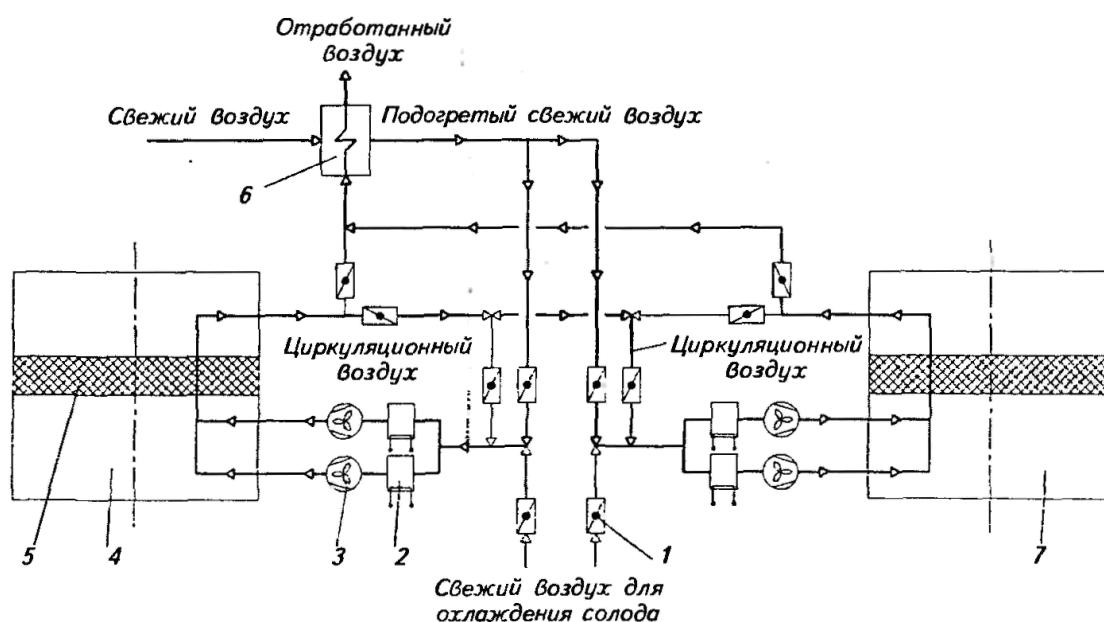


Рис. 1.6 Схема распределения воздушных потоков в спаренных горизонтальных сушилках:
1 — клапаны; 2 — калорифер; 3 — вентилятор; 4, 7 — сушилки; 5 — слой солода; 6 — стеклянный теплообменник

Температуру (50 ... 63 СС) і кількість повітря, що подається на підв'ялювання в сушарку 7, регулюють за допомогою підмішування відпрацьованого повітря, що відводиться з сушарки 4 зі свіжим повітрям. На підв'ялювання солоду витрачають істотно більшу кількість повітря, ніж на сушку. Наприклад, якщо питома витрата повітря на сушіння становить близько $1500 \text{ м}^3 / (\text{т} \cdot \text{год})$, то на підв'ялювання - близько $2500 \text{ м}^3 / (\text{т} \cdot \text{год})$ [9]. З сушарки 7 повітря відводиться в теплообмінник - рекуператор 6 з температурою 20 ... 60 СС і вологістю близько 100%.

Дво- і триярусні сушарки. Горизонтальна двох'ярусна сушарка (рис. 1,7) являє собою інженерну споруду з розташованими всередині на двох рівнях сушильні решітки 2 круглого перерізу, на яких висушується солод. Сушильні решітки спираються на вертикальні опори 6. Свіжопроросший солод завантажують рівним шаром 7 на решітку верхнього ярусу, де з нього в процесі підв'ялювання випаровується велика частина вологи. На решітці

нижнього ярусу відбувається остаточне видалення вологи і термічна обробка солоду.

Кожен ярус оснащений індивідуальним завантажувально-розвантажувальним шнеком 3 і розвантажувальним бункером 4 з самопливними трубами.

З бункера нижнього ярусу висушений солод транспортують конвеєром 5 на подальшу технологічну переробку.

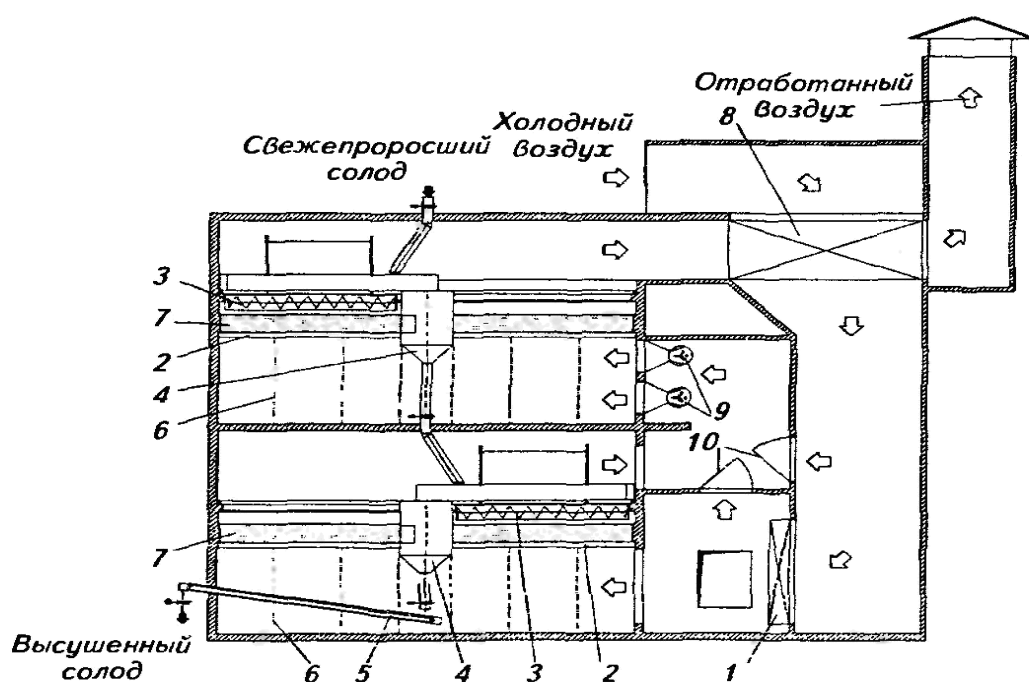


Рис. 1.7 Принципиальное устройство горизонтальной двух-ярусной сушарки:

1 — калорифер; 2 — сушальная решетка; 3 — загрузочно-разгрузочный шнек; 4 — развантажувальний бункер; 5 — конвеєр; 6 — опора; 7 — слой солода; 8 — стеклянный теплообменник; 9 — вентиляторы; 10 — клапаны

Сушильний агент - гаряче повітря, що нагрівається в калорифері 1, нагнітають вентиляторами 9, а температуру і об'ємний потік повітря регулюють спеціальними клапанами 10. У верхній частині сушарки змонтований скляний теплообмінник 8 для утилізації теплоти відпрацьованого повітря.

Триярусна горизонтальна сушарка по конструктивному пристрою

відрізняється від двох'ярусної лише наявністю третьої сушильної решітки. При однаковій тривалості сушіння в неї завантажують солод частіше, ніж у двоярусну, тому при однаковій площі поверхні грат її продуктивність більше.

У горизонтальних сушарках застарілих конструкцій з природною тягою шар солоду на решітках обмежений висотою 14 ... 22 см через велику гідравлічного опору солоду. Такі сушарки з двома і трьома горизонтальними гратами громіздкі, малопродуктивні, споживають багато палива, складні в обслуговуванні, тому на ряді російських солодовень вони модернізовані. В модернізованій двох'ярусної сушарки [1] висота шару на верхній решітці досягає 0,7 м. Сушарка укомплектована відцентровим вентилятором і калорифером з великою поверхнею теплопередачі. Горизонтальні стаціонарні решітки замінені на поворотні і перекидні. Верхня решітка виготовлена у вигляді вузьких стулок, при повороті яких солод з верхньої решітки зсипається на нижню і розподіляється рівним шаром. Нижня решітка виконана у вигляді двох перевертаючихся стулок, завдяки яким можна зсипати сухий солод в приймальний бункер і шнеком виводити назовні в бункер. В модернізованій сушарці солод висушують так само, як і в однаюрисній, у порівняно високому шарі без застосування зрошувача.

Вертикальні сушарки

Вертикальні сушарки (рис. 1,8) являють собою декілька вертикальних шахт 6, утворених решічастими стінками 5. Між шахтами розташовані вертикальні повітроводи 4. Кожна шахта по висоті умовно розділена на дві або три зони. У повітроводах 4 між шахтами встановлені клапани 3, які через певні проміжки часу відкривають або закривають поперемінно в шахматному порядку, створюючи при цьому зигзагоподібний рух повітряних потоків в сушильному апараті.

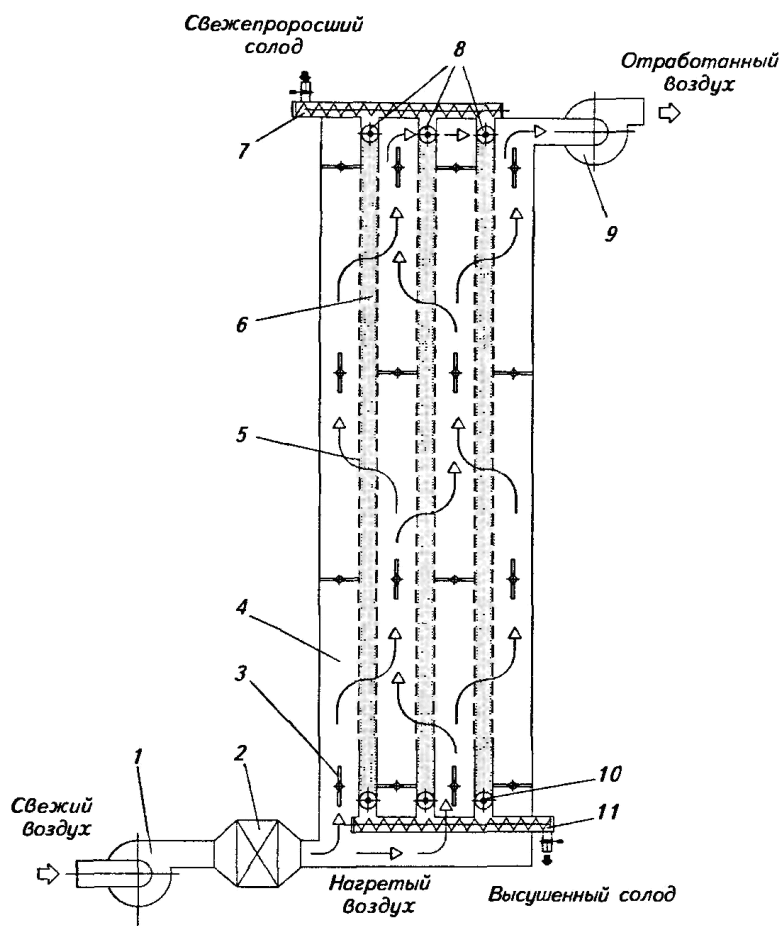
Якщо в сушарці є три зони, то повітря тричі перетинає шари солоду в шахтах 6. Для рівномірного висушування через кожні 4 ... 6 год змінюють

напрямок руху повітря перемиканням клапанів 3 в протилежне положення. Свіже повітря подають у верхні яруси сушарки по сталевих повітроводах (на малюнку не показані).

Свіжопроросший солод завантажують в сушарку конвеєром 7 і рівномірно розподіляють по верхніх зонах вертикальних шахт 6 шнеками 8. Нагнітається вентилятором 1 повітря нагрівається в калорифері 2 і надходить у нижні відкриті зони шахт, пронизуючи нижній шар солоду, потім прямує через відкриті клапани 3 в другу зону, де знову проходить шар солоду, але вже у зворотному напрямку і так далі. На виході з сушарки відпрацьоване повітря всмоктуючим вентилятором 9 викидається назовні.

Рис. 1.8 . Принципиальное устройство вертикальной сушилки:

1, 9 — вентиляторы; 2 — калорифер; 3 — клапан; 4 — воздухопровод; 5 — решетчатая стенка; 6 — вертикальная шахта; 7 — конвейер; 8, 10, 11 — шнеки



Техническая характеристика вертикальных сушилок

Число ярусов (сушильных зон)	2	3
Производительность сушилки по высушенному светловому солоду:		
общая, т./сут	10	28
с 1 м ² площади решеток, кг/сут	24	32
Число вертикальных шахт (секций)	7	10
Продолжительность сушки, ч:		
в одной зоне	24	12
общая	48	36
Установленная мощность электродвигателей, кВт	21,5	49,6
Размеры, мм:		
ширина по фронту	7800	10 800
длина (глубина)	6162	6162
высота зон:		
верхней	2745	2740
средней	—	2640
нижней	2710	2633

Під кожною вертикальною шахтою встановлений шнек 10 для перевантаження висушеного солоду в розвантажувальний шнек 11. В двухзонній сушарці через кожні 24 години сухий солод з нижньої зони віддаляється розвантажувальними шнеками 10, потім солод з верхньої зони спускається в нижню зону. Звільнена верхня зона заповнюється свіжопроросшим солодом. Загальна тривалість перебування солоду в шахтах двохзонної сушарки 48 год, трьохзонної - 36 ч. Шари солоду в зонах шахт в

процесі сушки утворюються природним шляхом і мають постійну товщину. Виходячи з цього, і з урахуванням того, що обсяг солоду в процесі сушіння зменшується, на верхню зону завантажують більшу кількість свіжопроросшого солоду, забезпечуючи тим самим повне завантаження кожної зони.

Вертикальні сушарки зручні в роботі, продуктивність їх в 1.5 ... 3 рази більше продуктивності двох- і тріярусних горизонтальних сушарок, проте вони володіють загальним недоліком сушильних апаратів циклічної дії. Під час завантаження свіжопроросшого солоду, перевантаження з решітки на грати або з однієї зони в іншу і вивантаження солоду в сушильних апаратах порушується технологічний режим. Температура в шарі солоду та швидкість сушіння різко знижуються, в результаті чого затримуються відбуваються в солоді складні фізико-хімічні процеси.

Нерівномірність сушки у вертикальних сушарках забезпечують періодичною зміною напрямку повітряних потоків через шари висушуваного солоду. Однак при кожній зміні напрямку повітряного потоку волога від більш вологого солоду переноситься повітрям до більш сухого солоду. Внаслідок такого періодичного чергування підсушування і зволоження солод зморщується, а що містяться в ньому ферменти знижують біокаталітичну активність в результаті часткової інактивації.

2. Техніко-економічне обґрунтування модернізації. Опис пропозицій з модернізації

Процес виробництва солоду є значним в технології пивоваріння. Процес пророщування зерна на солод – є солодовирощування, а його висушування – сушка. Останній супроводжується складними фізикохімічними та біохімічними процесами. Від проведення останніх, в значному ступені залежить якість кінцевого продукту – солоду та пива. З метою високоякісного і ефективного висушування солоду необхідно технологічне обладнання, що забезпечить отримання високоякісного продукту при мінімізації тепло-енерго витрат. Тому, до технологічного обладнання, для висушування солоду, висуваються наступні вимоги:

- ефективний теплообмін;
- створення температурного поля розподілу у прошарку солоду;
- запобігти підгоранню солоду;
- забезпечити процес рівномірного висушування солоду по його висоті;
- високі питомі техніко-економічні показники;

Здійснений огляд технологічний та конструктивних рішень (див. п.1) технологічного обладнання дозволив дослідити та покращити процеси висушування солоду та запропонувати модернізацію солодосушарки ЛСГА-10, остання полягає у заміні існуючого приводу для вивантаження солоду та встановлення варіатору швидкості для розвантажувальних валків.

Плавне регулювання частоти обертів валків вивантажувального пристрою позитивно впливає на якість солоду, що висушується, а це в свою чергу – сприяє підвищенню якості пива. Застосування варіатора швидкості, що надає можливість регулювати частоту обертів вивантажувальних валків надає можливість удосконалити роботу солодосушарки ЛСГА

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Техніко-економічне обґрунтування модернізації	200484.МР.14.002.ПЗ				
	Документ затверджено Габва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

і відповідно покращити процес висушування солоду в цілому. Даний захід сприяє: контролю та управлінню за процесом вивантаження солоду, економії часу, як наслідок зменшення тепло-енерго витрат підвищення якості солоду, що висушується ;

3.Конструкція і принцип роботи

Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.

У пивоварному виробництві основною сировиною є ячмінь, хміль, вода і дріжджі. Ячмінь пророщують в певних умовах, висушують і отримують солод - основна вихідна сировина для виробництва пива. При цьому необхідно добре знати хімічний склад та якісні показники сировини, щоб грамотно управляти технологічним процесом з метою отримання продукта з заданими характеристиками.

Сировина для виробництва пива.

Ячмінь.Характеристика ячменю. Основною сировиною для приготування пива служить ячмінний солод, який отримують з пивоварних сортів ячменю. Посіви ячменю широко поширені в нашій країні і займають великі площі.

Ячмінь відноситься до сімейства злакових, роду Гордеум (*Hordeum sativum*), в якому є два види: дворядний і багаторядний (шестирядний). На рис. 1 показані колосся дворядного і шестирядного ячменя, а також форма і розташування зерен на стержнях. Дворядні ячмені бувають в основному ярими, а шестирядні - озимими і яровими.

Дворядні ячмені мають на колосовому стрижні по обидві сторони від нього по одному нормально розвиненому зерну 1 і кілька нерозвинутих 2 (на мал. 1 пунктиром показані нерозвинені зерна).

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Конструкція і принцип роботи	2004.84.МР.14.003.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

При такому розташуванні зерна двохрядного ячменю добре розвиваються, виростають великими і однакового розміра. Бічні зерна 3 шестирядного ячменю мають неправильну вигнуту форму і більш дрібні.

Шестирядні ячмені використовуються на корм худобі, їх називають фуражними, а дворядні - для виробництва солоду, тому їх називають пивоварними. У пивоварних сортів ячменю оболонка зерна більш тонка, утримування екстрактивних речовин (в основному крохмалю) більше, а білка - менше, ніж у кормових ячменів.

Будова ячмінного зерна. Ячмінне зерно (рис. 3,1) складається з зародка 2, ендосперму (борошнистого тіла) 6 і оболонок 8, 9.

Зародок знаходиться біля нижнього кінця зерна. Складається з зародкового листа - почечки 3 і зародкового корінця 1. Зародок є основною частиною зерна, відповідальною за його пророщування.

Від ендосперму зародок відділений щитком 5, через клітини якого при проростанні підводяться поживні речовини.

Ендосперм - борошниста частину зерна. Основна маса ендосперму - великі клітини, заповнені крохмальними зернами і білком (рис, 3,2), Тонкі стінки клітин складаються з геміцелюлози. Зовнішня частина ендосперму представляє собою алейроновий шар 7, який складається з трьох шарів товстостінних клітин, що містять білок і жир. У міру наближення до зародків товщина шару зменшується, а поблизу зародка алейроновий шар зникає. Клітини ендосперму 4, розташовані поруч із зародком, не містять крохмалу, так як він був витрачений зародком при дозріванні і зберіганні зерна. У цьому шарі під час пророщування зерна утворюється велика частина ферментів. Клітини алейронового шару живі

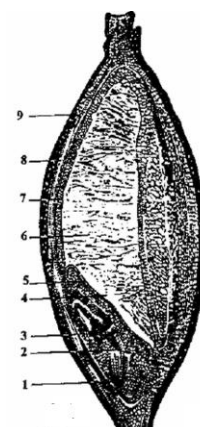


Рис.3.1.Строение зерна



Рис.3.2.Микроструктура эндосперма зерна ячменя

(також як у зародка), а всі інші клітини ендосперму є резервними для розвитку зародка.

Оболонки. Зерно оточене оболонками, які розташовуються в наступному порядку: зовнішня – квіткові плівки 9, під ними знаходиться плодова, потім насіннева 8 оболонка.

Якщо квіткові плівки зрослися з зерновкою (ендосперм), такий ячмінь називається плівчастим, якщо не зрослися, то голозерний. У голозернистих ячменів оболонка відділяється при обмолоті. У пивоварінні використовують плівчасті ячмені. Оболонки захищають зерно від пошкодження, пропускають всередину вологу, але затримують солі. У великій кількості в них міститься целюлоза, не має значення в пивоварінні. Деякі речовини оболонок (поліфенольні, азотисті, жир, кремнієва кислота, гіркі речовини) впливають на якість пива.

Хімічний склад зерна - суха речовина ячменю являє собою суму органічних і неорганічних речовин. Суму речовин органічного і не органічного походження. Речовини органічного походження – вуглеводи та білки, жири, амінокислоти, полі феноли, вітаміни тощо. Речовини не органічного походження - фосфор, сірка, кремній, калій, натрій, магній, кальцій, залізо, хлор. Частково ці елементи з органічними сполуками.

Ячмінь складається на 12-20% з води і 88-80% сухої речовини (табл. 3,1).

Таблиця 3,1. Хімічний склад ячменю (у %)

Показники	Ячмінь	
	Повітряно-сухий	обезводжений
Вода	14,5	

Крохмал	54,0	63,2
Інші екстрактивні речовини, не містять азоту	12,0	14,0
Білок	9,5	ИД
Сира клітчатка	5,0	5,9
Жири	2,5	2,9
Мінеральні речовини	2,5	2,9

У масі зерна компоненти розподіляються нерівномірно. Найбільшу кількість вуглеводів знаходиться в ендоспермі, жири, азотисті і мінеральні речовини - в зародку, целюлоза - в оболонці.

Вуглеводи, що знаходяться в зерні, представлені моносахаридами, дисахаридами, трисахаридами, полісахаридами.

Моносахариди - це глюкоза і фруктоза, у яких хімічна формула однакова, але структура молекул різна, і ксилоза. Дисахариди в зерні в основному знаходяться у вигляді сахарози і мальтози. Трисахариди - представлені рафінозою. Моно-, ди- і трисахариди перебувають у зародку і ендоспермі, добре розчиняються у воді. Вони, будучи харчуванням для зародка, благотворно впливають на проростання зерна.

Полісахариди зерна - це крохмаль, геміцелюлози, целюлоза, гума і пектинові речовини. Але основну частину полісахаридів ячменю становить крохмаль. Крохмальні зерна величиною 5-30 мкм, входять до складу ендосперму. У крохмалі міститься близько 3% сумішей (білки, жири, мінеральні речовини). Молекула крохмалю складається із залишків молекул глюкози, які повторюються в молекулі крохмалю x разів. У ячменів з хорошими пивоварними властивостями крохмальні зерна великі.

Крохмаль - це суміш двох полісахаридів: амілози і амілопектину. В ячмінному крохмалі приблизно 20% амілози і 80% амілопектину. Під дією кислот обидва полісахариди розщеплюються і утворюють глюкозу

В амілози значення x рівне 60-2000, для амілопектину - від 6000 до 40000. Амилоза знаходиться переважно всередині крохмальних зерен, а амілопектин - в поверхневому шарі.

У холодній воді крохмаль не розчиняється, але набухає, а при 65 - 80 ° C він клейстеризується (у ячменів, які вирости в жаркому кліматі, клейстеризується при 50°C). З йодом крохмаль утворює адсорбційний комплекс і дає синє забарвлення.

Целюлоза входить до складу оболонки зерна, значення x рівне 2000-11000. У воді не розчиняється. Під дією кислот целюлоза розпадається до глюкози. У технологічному процесі залишається незмінною.

Геміцелюлози розташовуються в оболонці зерна і стінках клітин ендосперму. Від крохмалю і целюлози вони відрізняються продуктами розпаду, так як крім глюкози під дією кислот утворюються пентози (арабіноза і ксилоза) і уронові кислоти. Геміцеллюлози на 80-90% складаються з нерозчинних β -глюканів і на 10-20% з пентозанів, частково розщеплюються при солодопророщуванні. β -глюкани розчиняються у воді, зумовлюють в'язкість сусла і пива, пентоза в значно меншій мірі впливають на технологічний процес. У воді геміцелюлози нерозчинні.

Геміцелюлози оболонок зерна і ендосперму містять 6 і 77% глюкану відповідно, ксилану 76 і 17%, арабану 15 і 6%.

Таку ж будову, як геміцелюлози, мають гумі-речовини, але у них менша молекулярна маса і вони розчиняються у воді. Однак розчини мають велику в'язкість, що в ході технологічних процесів уповільнює фільтрування заторів

Азотисті речовини ячменю - це білки, вільні амінокислоти, продукти розпаду білків. Білок, крім вуглецю, водню і кисню завжди містить азот. Азот, що міститься в ячмені у всіх формах, називають загальним азотом, який складається з білкового і небілкового. Небілковий включає в себе амінний (азот амінокислот), аміачний (що містить солі органічних кислот),

мінеральний (що містить солі азотної кислоти), амідний (коли

в органічній кислоті гідроксил замінюється на аміногрупу, і утворюється з'єднання). Для технологічної оцінки ячменю важливі розчинний азот - азот водорозчинних білків і продуктів їх розпаду, азот амінокислот, амідів, і коагулюючий азот - частина азоту, що входить в білкові речовини, коагулюють при нагріванні.

Молекули білка побудовані із залишків амінокислот, утримуючих одну або дві аміногрупи і одну або дві карбоксильні групи. Усього в природі відомо близько 150 амінокислот, але в побудові молекул білка ячменю беруть участь тільки 20 амінокислот: гліцин, аланін, валін, лейцин, аспарагінова і глютамінова кислоти, лізин та ін.

Білки знаходяться в алейроновому шарі зерна і в ендоспермі. Вони поділяються на чотири групи: розчинні у воді і в розбавлених сольових розчинах - альбуміни (лейкозін); розчинні в розбавлених сольових розчинах, але нерозчинні у чистій воді - глобуліни (едестін); розчинні в спирті - проламіни (гордеїн); розчинні в слаболужних розчинах - глютеліни. Молекулярна маса білків коливається від 26000 до 166000.

Крім простих білків (протеїнів), яких в ячмені близько 92%, в зерні містяться складні білки (протеїди) - з'єднання білків з речовинами небілкової природи, наприклад фосфорної або нуклеїнової кислоти та ін.

При проростанні білки піддаються розщепленню до амінокислот і пептидів, які використовуються проростає зерно в обміні речовин і побудові нових тканин. Вміст білків в зерні пов'язаний з вмістом крохмалю: чим більше крохмалю, тим менше білків, і навпаки.

Жири ячменю становлять 2-3%. Знаходяться в основному в зародках і в алейроновому шарі. Частина жиру витрачається при пророщуванні зерна. Жири являють собою складні ефіри гліцерину і жирних кислот (олеїнової, лінолевої, пальмітинової, стеаринової та ін). Жири мають велику поверхневу активність, але низьку поверхневу міцність, тому є піногасителями, негативно впливаючи на піностійкість. Велика частина жирів при приготуванні сусла залишається в дробині і видаляється з технологічного процесу.

Поліфенольні (дубильні) речовини містяться, в основному, в оболонці зерна і є небажаним компонентом екстракту солоду, тому що мають неприємний терпкий смак і можуть негативно впливати на стійкість пива.

Ферменти - це біологічно активні речовини білкової природи. Всі процеси при розвитку зерна, його зберіганні і пророщуванні відбуваються під дією ферментів. Діють ферменти як каталізатори, тобто прискорюють біохімічні реакції, а самі залишаються незмінними. Всі ферменти є активними білками, при нагріванні вони денатурують (згортаються) і втрачають активність.

Основні типи спеціальних солодів

Залежно від технології виробництва розрізняють: ячмінний світлий солод, темний, карамельний, палений.

Ферментативний солод (діафарін) являє собою світлий солод десятиденного рощення, висушений при температурі не вище 50 °

С. Висушування солоду на початку сушки повинно відбуватися при достатній великій кількості повітря до вмісту в ньому вологи 6%. Крім більш високого вмісту в ньому ферментів, які знаходяться у солоді. Останньому притаманно висока цитолітична активність. Для його отримання використовують пивоварний ячмінь з високим вмістом білка.

Світлий солод пільзенського типу являє собою зернову масу світло-жовтого кольору. Має колір 2,5-3,5 од. ЄВС;

- Екстрактивність по борошну грубого і тонкого помелу 1,7-2,0%;
- В'язкість нижче 1,55 мПа с;
- Ступінь розчинності білка 40%;
- Вміст вільного амінного азоту мінімум 20% від розчинного азоту;
- Солод повинен бути приготований з зрілого, рівномірно проростає ячменю.

У залежності від якісних показників світлий солод випускають високої якості, першого і другого класів.

Темний солод (мюнхенський тип) представляє специфічну кількість зернової маси із жовтим кольором та специфічним солодовим ароматом. Він має колір 6-26 од. ЄВС. При отриманні темного солоду забезпечують умови створення підвищеного вмісту меланоидинов. Останнє надають йому специфічного кольору і аромату.

Основними відмітними особливостями технології темного солоду є:

- Використання ячменів з підвищеним вміст білка;

- Здійснення замочування ячменю до досягнення більш високої вологості - 48-50%;

- Здійснення пророщування при температурі 18-20 ° С;

- Здійснення хімічної фази сушіння при температурі 105 ° С протягом 4-5 годин.

Для виробництва темного солоду процес ведуть таким чином, щоб максимально утворювалися продукти реакції Майяр (Меланоїдіни), що надають темному солоду характерний аромат.

Темний солод мюнхенського типу застосовують у кількості до 85% для підкреслення характеру темного пива, спеціальних сортів "святкового" пива і міцного пива.

Темний солод (віденський тип) застосовують для коригування занадто світлого солоду, що переробляється для виробництва "золотистого" пива, а також для збільшення повноти смаку. Для цього:

- Досягають ступеня замочування 44-46%:

- Солод розчиняють нормально, без надмірного розчинення;

- Солод висушують при 90 ° С, досягаючи при цьому кольоровості 5,5-6,0 од. ЄВС.

Карамельний солод – представляє собою зернову культуру жовто-бурого кольору із пліскуватим відливом та специфічним солодовим ароматом.

Для виробництва карамельного солоду використовується високобелковистий ячмінь. З такого ячменю в процесі переробки можна

отримати і світлий солод, застосування якого призводить до отримання пива з низькою білкової стабільністю і трудноосветляемого. Таким чином, ячмені з підвищеним вмістом білка є небажаним сировиною для виробництва світлого пивоварного солоду.

Для виробництва карамельного солоду раніше служив висушений солод, доводили шляхом повторного зволоження до вологості 44%. В даний час для цього застосовують свежепророслий солод з вологістю 45-50%. Використання свежепроросшого солоду в порівнянні з сухим дозволяє знизити питомі енерговитрати, скоротити втрати сухих речовин на дихання і зростання корінців. Підвищити якість цільового продукту, а також збільшити коефіцієнт використання виробничих площ і солодового обладнання.

Технологія карамельного солоду складається з чотирьох етапів: замочування ячменю, пророщування, ферментативний гідроліз свежепроросшого солоду та термічна обробка (сушіння і обжарка) солоду. Вступник ячмінь оцінюють за зовнішніми ознаками і хімічним складом. В основному для виробництва карамельного солоду використовується ячмінь з вмістом білка 12-16%. Солодоращени проводять в пневматичних солодових апаратах різних типів (пересувна грядка, барабанні, апарати великої одиничної потужності та інші). У процесі пророщування ячменю необхідно накопичити в солоді велика кількість цукрів і амінокислот як вихідних речовин для утворення меланоидинов. Глибокий гідроліз білків можливий тільки після накопичення в зерні протеолітичних ферментів і створення умов, сприятливих для їх дії. Тому замочений ячмінь пророщують в початковий період при вологості 46-47%.

Вирішальне значення при виробництві карамельного солоду мають вологість і температура, які повинні зростати в часі в оптимальних

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
40

значеннях. Ступенева нагрівання солоду здійснюється конвективним способом, насиченим вологою повітрям. Зволоження солоду до 55% здійснюється зрошувальною системою, за допомогою якої підводиться тепла вода заданої температури. Підготовлений до термічної обробки солод повинен мати вологість 50-55%.

Солод з камери розчинення прямує в камеру сушіння, термічної обробки та охолодження готового продукту. Метою термічної обробки є утворення ароматичних і фарбувальних речовин (меланоидинов), що визначають специфічний смак. Аромат і колір темного пива. Швидкість протікають при термічній обробці хімічних процесів залежить від багатьох факторів. На освіту меланоидинов істотно впливають температура, тривалість процесу і вологість солоду.

Сушіння, термічну обробку та охолодження карамельного солоду доцільно проводити в киплячому шарі. Термічна обробка солоду проводиться при імпульсній подачі сушильного агента. Потім при подачі повітря солод охолоджується.

Відповідно відмінностей у технології приготування карамельного солоду різні сорти мають різні властивості і застосовуються по-різному, наприклад: "прозоро-світлий" карамельний солод "Carapils" при додаванні до засипу в кількості 8-12% дає світлий колір, кращу піну і підвищену повноту смаку. Кольоровість у нього - 3-5 од. ЄВС. Для слабоалкогольного і безалкогольного пива його додають у кількості до 40%. "Carapils" покращує піну і підсилює повноту смаку.

Темний карамельний солод використовується при виробництві темних сортів пива. За зовнішніми ознаками темний солод повинен мати пористе мучнисте тіло з коричнево-жовтим відтінком. Оболонка повинна бути

рівномірно буро-жовтого забарвлення. Вихідними елементами для утворення ароматичних, смакових і фарбувальних речовин темного солоду є низькомолекулярні продукти розпаду білків (амінокислоти і пептиди) і прості цукри.

Для виготовлення темного солоду використовують очищений і відсортований ячмінь з підвищеним вмістом білка. Промиті та продезінфіковані зерно з замкових апаратів направляється за допомогою гідротранспорту в апарат великої одиничної потужності для замочування, пророщування, ферментації, термічної обробки та охолодження готового темного солоду. Повітряно-зрошувальне замочування забезпечує інтенсивне зволоження зерна і рівномірне постачання його киснем.

Весь процес сушіння темного солоду складається з п'яти етапів. Перший етап сушіння характеризується зниженням вологості солоду з 46% до 25% за 10-12 годин при температурі сушильного агента не вище 50 ° С. Розчинення солоду при цих умовах продовжується. Другий етап характеризується повільним підвищенням температури сушильного агента до 70 ° С протягом 10-12 годин. При цьому вологість солоду знижується на 3-7%, відбуваються оцукрювання крохмалю і подальший розпад білкових речовин. Третій етап сушіння полягає в зниженні вологості солоду з 20 до 10% протягом 8-10 годин при температурі в шарі 70-90 ° С. Четвертий етап сушіння характеризується повільним нагріванням шару солоду до температури відсушки (105 ° С) і зниженням його вологості до 5%. Надалі (п'ятий етап) при температурі сушильного агента 105-110 ° С проводяться сушіння і термічна обробка солоду. При цих умовах вологість шару солоду знижується до 3% і в результаті окисно-відновної реакції між вуглеводами та амінокислотами утворюються Меланоїдіни, які надають солоду специфічний смак, аромат і колір.

Палений солод - зернова маса з ароматом кави. Має темно-коричневий колір. Палений солод отримують із сухого дуже добре розчиненого світлого солоду шляхом попереднього рівномірного зволоження та теплової обробки в обжарочном апараті протягом двох годин при температурі 70 ° С без відводу утворюються пари. Потім солод піддають обсмажуванню при температурі 175-220 ° С протягом 1,5 годин. У результаті обсмажування відбувається карамелізація цукрів і освіта інших продуктів високотемпературної обробки солоду. На закінчення солод швидко і рівномірно охолоджують. Кольоровість паленого солоду становить від 1300 до 2500 од. ЄВС.

Для виключення присмаленого смаку у паленого солоду під час обсмажування впорскують воду, щоб отриманим напором видалити летючі складові "присмаленого" аромату.

Для пива верховного бродіння застосовують пшеничний палений солод, вироблений аналогічним чином, і для старого або темного пива його додають в кількості до 1%.

МАШИННО-АПАРАТУРНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ

Виробництво солоду – представляє собою ряд специфічних технологічних стадій – очищення зерна, його сортирування, мийки та замочування, пророщування ячменю на солод, а також обробки свіжопроросшого солоду.

Солод, пророслий при оптимальних умовах, має свіжий огірковий запах. При настанні анаеробного дихання солод набуває ефірний, яблучний запах. Основною ознакою закінчення пророщування є розчинність борошнистого тіла зерна, про що свідчить легке розтирання його між пальцями. За прийнятою у

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
43

виробництві схемою

(рис. 3,1) надійшовши на підприємство ячміньнаправляється на зберігання в бункер 7,

За допомоги спец пристроїв 2 солод направляється у бункер 3.

З автоматичних ваг 4, зерно спочатку очищується у повітряно-ситовому сепараторі 5. Після цього зважується на вагах 6 і направляється на зберігання.

Перед подачею зернової сировини безпосередньо на переробку остання направляється по лінії вторинного очищення, що передбачає собою його повітряно-ситову сепарацію, видалення феромагнітних домішок, а також сепарацію ячменю на трієрі, за довжиною зерна, а також розділення ячменю за фракцією на ситовому сепараторі. I і II сорт окремо збирається в бункерах, а III сорт - іде на корм худобі.

Таким чином, ячмінь, що пройшов очищення та сортування направляється в мийно-замочний апарат 16. Тут він вимивається від бруду, дезінфікується і проходить його подальше замочування до необхідної вологості – 43-45%. Замочений ячмінь направляється у солодоростильний апарат 18, де протягом 6-8 діб відбувається його пророщування. Проходять біохімічні процеси. Із солодоростильного апарату 18 свіжепророслий солод направляється у солодосушарку безперервної дії типу ЛСГА-10. Солод із камери підв'ялювання 20 потрапляє у вертикальні перфоровані шахти сушарки 21. Солодосушарка по висоті складається із чотирьох зон. Температура тепло агенту, що подається на висушування солоду у кожній зоні повинна відповідати вологості солодо, що висушується. При недотриманні цієї вимоги можливе утворення скловидного солоду. Сушильний агент подається в нижню зону сушарки з постійною температурою – 80-82 С. Тривалість сушки – 24 год. Висушений гарячий солод із сушарки 21 направляється на паростковідбійну машину 22, з метою відбивання паростків. В подальшому, висушений солод без паростків направляється на відлежування. Солод який пройшов відлежування – протягом 1 місяця направляється на виробництво, але попередньо проходить поліровку на полірувальній машині 25 і далі безпосередньо у виробництво.

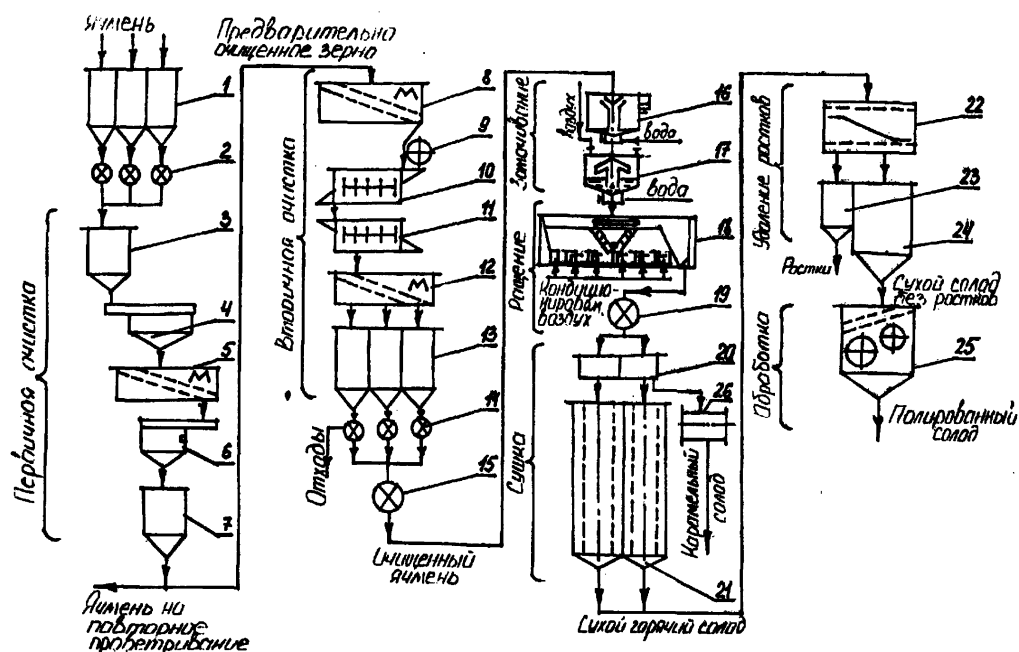


Рис. 1.1. Машинно-аппаратурная схема производства солода

БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

При використанні сушарок безперервної дії конструкції ЛСГА (табл. 3.11), досить поширених на солодовні в Росії і країнах ближнього зарубіжжя, багато в чому усуваються недоліки сушарок періодичної дії і скорочується тривалість процесу сушіння.

Схема роботи сушарки безперервної дії представлена на рис. 3.45. Свіжопророслий солод по конвеєру 7 надходить на розподільник 8, який рівномірно розподіляє його по камері підв'ялювання 6. У ній

свіжопророслий солод підсушується проходженням крізь нього підігрітим в калорифері зовнішнім повітрям, направленим вентилятором 5 через повітропроводи 9.

Під час роботи сушарки з камери підв'ялювання 6 дозуючими валками (на малюнку не показані) солод подають до завантажувальної шахти 10, а з них він сходить в сушильні шахти 11, до яких знизу примикають розвантажувальні шахти 14. Поздовжні лінії перетину сушильних шахт мають трапецеїдальну форму з невеликим розширенням до низу, що усуває можливість зависання в них солоду. Ширина верхньої частини шахти -185 мм, а нижньої - 275 мм. В сушильних шахтах солод рухається безперервним потоком вниз під дією сили тяжіння, при цьому шар солоду декілька разів пронизується поперечним потоком сушильного агента. Зміна напрямління руху повітря забезпечується перекриттям середнього 12 і бічних 13 каналів повітропроводами для підведення свіжого повітря і внутрішньою перегородкою.

Повітря, нагріте паровим калорифером 2, подають в середній канал 12 нижнім нагнітаючим відцентровим вентилятором 3. Проходячи зигзагоподібно через шар солоду, нагріте повітря потрапляє в бічні канали 13, повертається в канал 12 і вентилятором 4 викидається назовні.

Висушений солод вивантажується валками 15 з розвантажувальних шахт 14 в приймальний бункер 1, звідки шнеком 16 транспортується для подальшої переробки. Тривалість сушіння солоду в сушарці ЛСГА становить 15 ... 17 годин.

У процесі сушіння солоду в вертикальних безперервно діючих сушилках зерно постійно піддається шкідливим механічним впливам внаслідок його тертя при переміщенні зверху вниз. Крім того, вони трудомісткі в обслуговуванні і більш небезпечні в експлуатації.

Сушарка ЛСГА-20 складається з двох апаратів ЛСГА. Основні вузли і деталі, що застосовуються в конструкції обох сушарок, уніфіковані.

Таблиця 3.2 Технічна характеристика сушарок безперервної дії ЛСГА

Показники	ЛСГА-5	ЛСГА	ЛСГА-20
Продуктивність по сухому солоду з паростками , кг/добу	5000	10000	20000
Число сушильних шахт	2	2	4
Загальна місткість сушильних шахт, м ³	7,05	12.9	23.8
Кількість виділяємої вологи, кг/год	167	336	672
Витрата повітря влітку, кг/год	11 700	23 500	38 600
Витрата теплоти, МДж/год: літом / зимою	603 / 915	1277 / 1901	2554 / 3802
Витрата пари (тиск 0,294 МПа), кг/год: літом / зимою	312 / 425	603 / 885	1206 / 1770
Витрата теплоти на 1 кг випареної вологи, кДж/(кг год): Летом / зимою	3622 / 5442	3831 / 5652	3831 / 5652
Тривалість циклу сушки солода, год	15...17	15...17	15...17
Поперечний переріз однієї сушильної шахти, мм верхнє нижнє	2408x164 2408x254	4008x185 4008x275	4008x185 4008x275
Висота сушильної шахти, мм	7008	9350	9350
Габаритні розміри, мм: довжина	2740	4500	4500
ширина (по осі шахти без вентиляторів) висота (без врахування вентиляторів)	2650	2650	6200
	15 300	15 000	15 000
Маса, кг	18 000	27 000	50 000

200484.MP.19.000.ПЗ		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 47
---------------------	--	------------	--------------	------------	-------------

Примітка. Витрата теплоти і пари дані для температури влітку +20°C, взимку - 20 °C.

По висоті сушильних шахт можна виділити чотири зони. Деякі показники, характерні для кожної зони при сушінні світлого солоду, наведені нижче.

Позначення зони	Температура сушильного повітря, ° C	Вологість висушуваного солоду на виході із зони
Зона 1	50	27
Зона II	67	12
Зона III	81	6
Зона IV	85	3

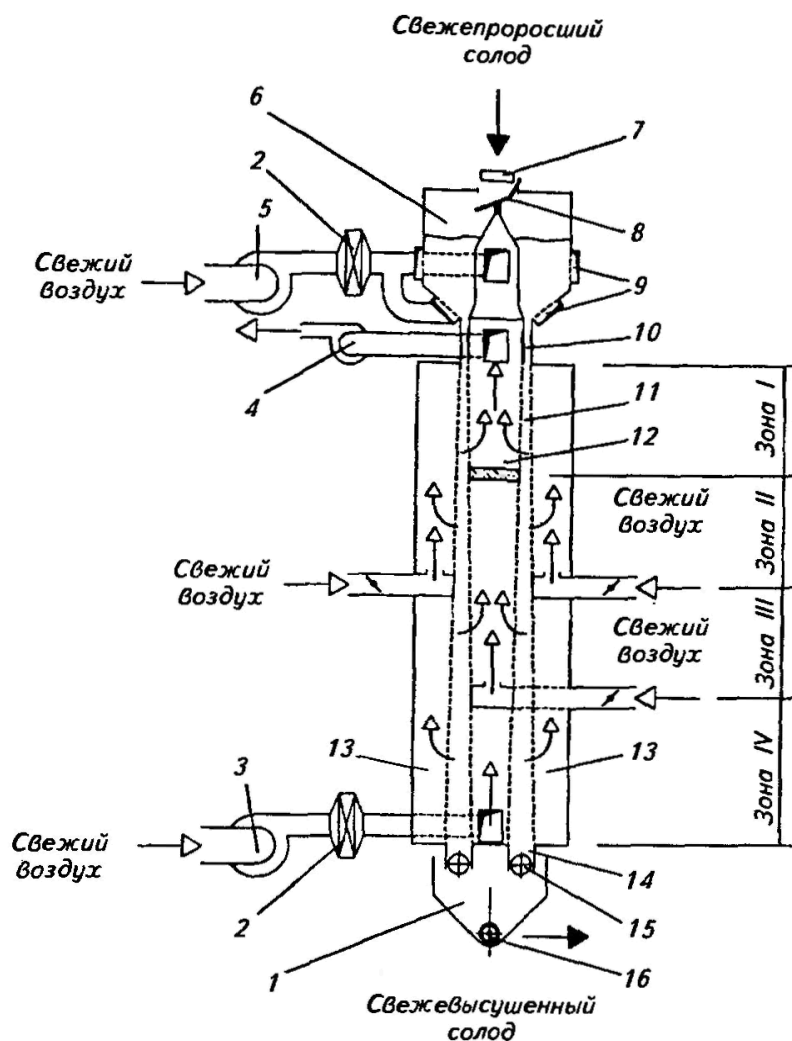


Рис. 3.45. Схема работы сушилки непрерывного действия ЛСХА:

1 — бункер; 2 — калорифер; 3, 4, 5 — вентиляторы; 6 — камера подвешивания; 7 — конвейер; 8 — распределитель; 9 — воздухопроводы; 10 — загрузочная шахта; 11 — сушильная шахта; 12, 13 — средний и боковой каналы воздуха; 14 — разгрузочная шахта; 15 — опорный валок; 16 — шнек

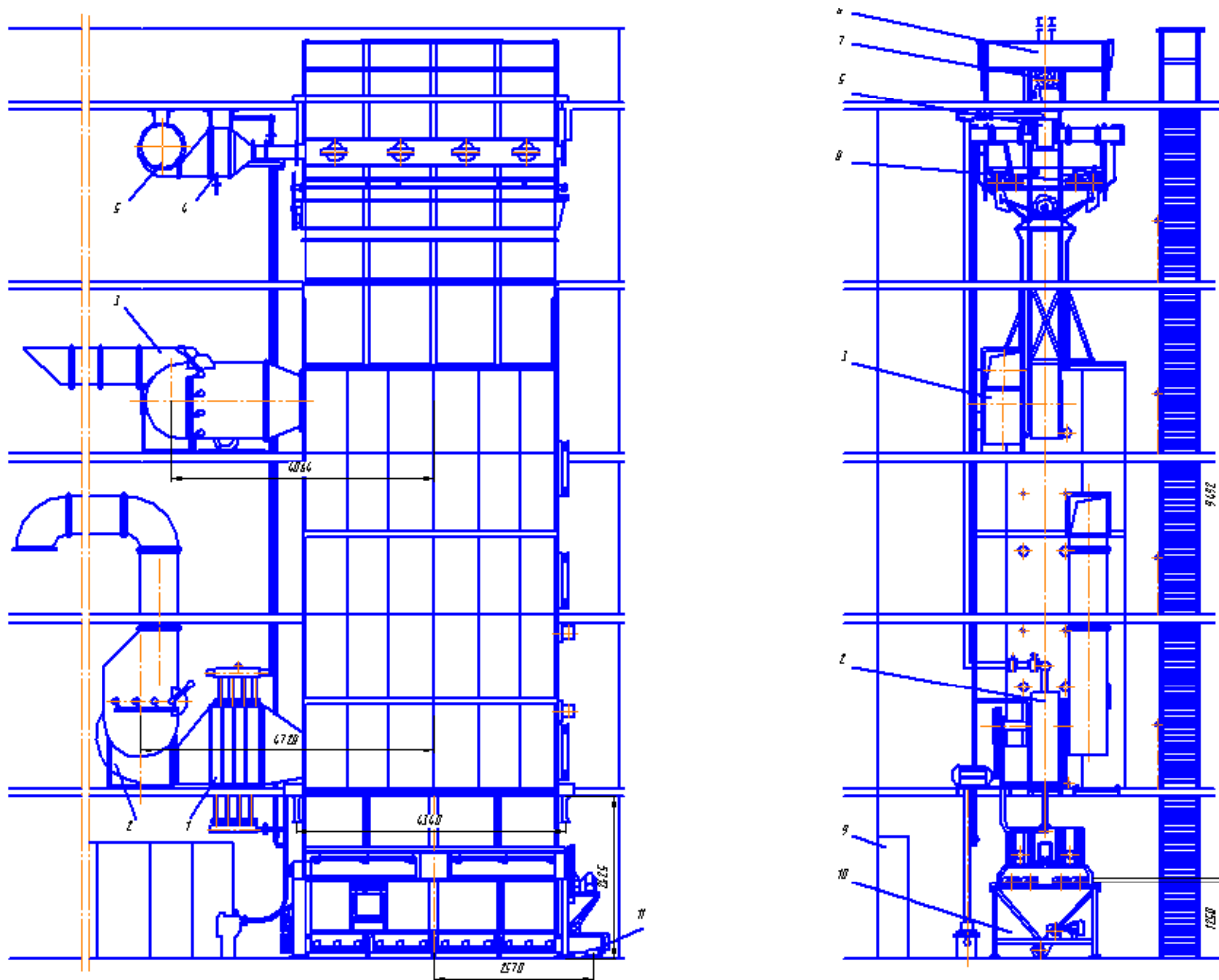
200484.МР.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
48



Загальний вид солодосушарки ЛСГА.

1-парові калорифери ; 2-вентилятори для подачі свіжого повітря ; 3-вентилятори для видалення відпрацьованого повітря ; 4-повітропровід ; 5-вентилятори для камер підв'ялення ; 6-розподільувач солоду; 7-камери для підв'ялення ; 8-механізм для завантажування солоду ; 9-шафа для електрообладнання ;10-механізм для розвантажування солодосушарки ; 11-шнек для вивантажування солоду.

Суть модернізації полягає у заміні привода та встановленні варіатора швидкості для регулювання швидкості вивантажувальних валків. Регулювання швидкості вивантажування солоду позитивно впливає на якість просушування сировини на останній стадії сушіння (в 4 зоні) , і цим самим ми підвищуємо якість висушеного солоду. Використання даного варіатора швидкості який регулює швидкість вивантажувальних валків дасть можливість вдосконалити роботу солодосушарки та відповідно покращити процес солодосушіння.

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
49

4. Науково-дослідна робота

Вплив швидкості повітря на тепло перенос

Швидкість повітря являється одним з основних факторів, визначаючих продуктивність і економічність роботи солодосушарок. Якщо температурний режим сушарок регламентований відповідно до технологічних вимог до якості сухого солоду, то швидкість сушильного агента при цьому не обумовлюється. Проте, як відзначають П. М. Мальцев і В. І. Попов, швидкість сушильного агента не повинна бути менше певної величини для відхилень від нормального протікання фізіологічної і ферментативної фаз сушки і отримання солоду низької якості. Максимальна величина швидкості обмежена як економічними, так і технологічними міркуваннями.

За даними В. І. Попова, для сушарок з природною тягою швидкість повітря в шарі складає 0,1- 0,15 м/с, а при використанні вентиляторів вона в 2-3 рази вище. Виходячи з результатів випробувань сушарок типу Мюгера, ми розраховували для них швидкість повітря, яка під час сушки змінювалася від 0,53 до 0,30 м/с.

З урахуванням вказаних даних діапазон зміни швидкості повітря у наших дослідках був прийнятий рівним 0,22-0,6 м/с. В якості визначаючої величини нами була прийнята швидкість фільтрації повітря, віднесена до всього перетину, що продувається, на вході в шар, середня по поперечному перетину шару (ω).

Верхня межа діапазону зміни була визначена як максимальна величина швидкості, що створюється вентилятором низького тиску (на промислових солодосушарках в даний час встановлюють тільки вентилятори низького тиску) при початковій висоті шару сирого солоду 1,2 м.

При дослідженні впливу швидкості повітря на теплообмін для отримання однозначної картини всі інші умови сушки (температурний режим, відносна

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Василенко В.М.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Науково-дослідна робота	<i>200484.МР.14.004.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/143

вологість повітря, початковий вологовміст солоду) підтримувалися постійними. Кожен досвід проводився при постійній швидкості повітря. З урахуванням технологічних вимог і специфіки масообміну температура повітря при цьому підтримувалася рівною 50°C або мінялася по режиму ВНИИППа.

З механізму прогрівання шару від t_m до $t_{n(o)}$ слідує, що при інших рівних умовах зміна кількості тепла, що підводиться відповідним чином відображається на швидкості переміщення зони нагріву. Зміна швидкості повітря викликає (за інших рівних умов), зміна теплового потоку i , відповідно, зміна V_{t1} і V_{t2} . Так як коефіцієнт тепловіддачі залежить від швидкості потоку, то швидкість повітря повинна надавати і самостійний вплив.

На підставі отриманих при проведенні дослідів термограмм з урахуванням усадки шару на висоті були визначені середні значення швидкості переміщення передньої і задньої меж зони нагріву для різних інтервалів часу. По цим даним побудовані графіки залежності швидкості переміщення меж зони нагріву від швидкості повітря в різні моменти часу (рис 4.1.). З графіків видно, що ці швидкості зв'язані прямою пропорційною залежністю, в якій коефіцієнт пропорційності змінюється з плином часу.

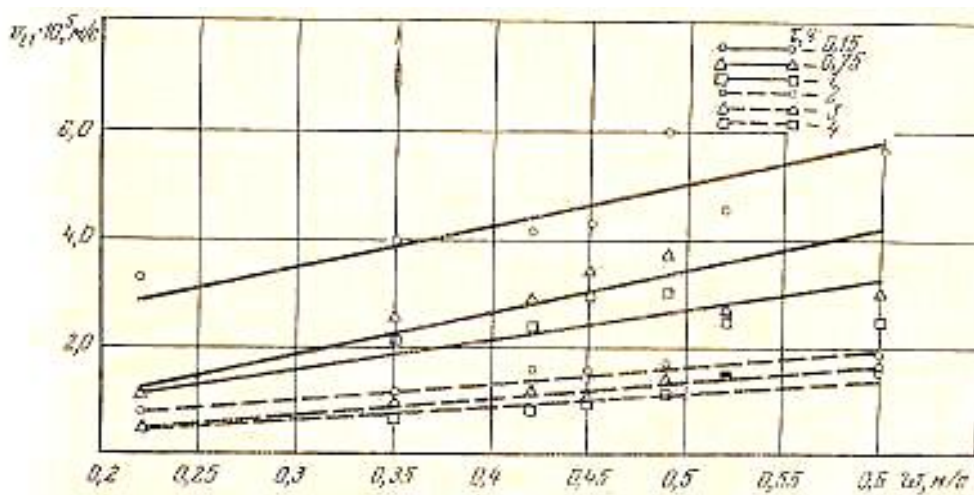


Рис.4.1. Залежність швидкості переміщення передньої межі зони нагріву від швидкості повітря

Таким чином, в кожен момент справедливі такі рівності

$$\frac{v'_{t_1}}{w_1} = \frac{v''_{t_1}}{w_2} = \frac{v'''_{t_1}}{w_3} = \dots = \text{const},$$

$$\frac{v'_{t_2}}{w_1} = \frac{v''_{t_2}}{w_2} = \frac{v'''_{t_2}}{w_3} = \dots = \text{const}.$$

Так як, по визначенню, швидкості переміщення меж (в м/с):

$$v_{t_1} = \frac{\Delta l_1}{\Delta \tau}$$

$$v_{t_2} = \frac{\Delta l_2}{\Delta \tau}$$

Де Δl_1 і Δl_2 – відстань, на яку переміщується в напрямку руху повітря відповідно передня або задня межі зони нагріву за час $\Delta \tau$, то

$$\frac{\Delta l_1 / \Delta \tau}{w} = \frac{1}{\frac{\Delta \tau w}{\Delta l_1}} = \frac{1}{\text{No}_{t_1}} = \text{No}'_{t_1},$$

$$\frac{\Delta l_2 / \Delta \tau}{w} = \frac{1}{\frac{\Delta \tau w}{\Delta l_2}} = \frac{1}{\text{No}_{t_2}} = \text{No}'_{t_2},$$

Де No_{t1} , No_{t2} – критерії гідродинамічної гомохронності, які характеризують зміну з плином часу швидкості переміщення передньої та задньої меж зони нагріву

No_{t1} , No_{t2} – видозмінені критерії гідродинамічної гомохронності, які фактично являють собою безрозмірні величини швидкостей переміщення відповідних меж зони.

Надалі ми будемо використовувати величини No_{t1} , No_{t2} , як більш повно відповідні фізичній сутності процесу.

На основі виявлених закономірностей були побудовані графіки, на яких кожна експериментальна точка являє собою середню арифметичну величину за даними 7-9 дослідів. Аналізуючи рис. 4.2, ми можемо виділити на ньому інтервали постійного і зменшуючи значень No_{t1} . Причиною такої зміни є розглянутий раніше процес формування зони нагріву. В початковий період, коли швидкість розповсюдження зони обумовлена в основному «надлишковою» кількістю тепла, що підводиться ця залежність більше. Після стабілізації, коли всі тепло, що підводиться витрачається в зоні нагріву,

швидкість її поширення залежить від зміни витрат тепла на даній ділянці шару, визначаючої в основному масообміном.

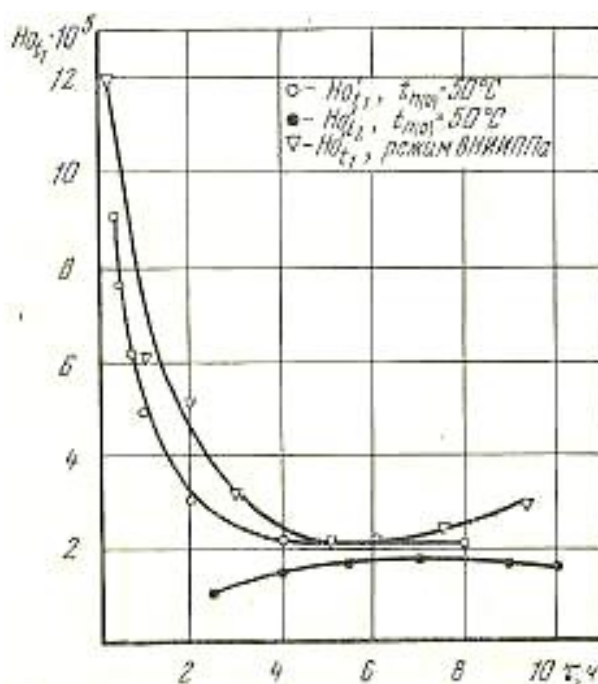


Рис.4.2 Графіки залежності $N_{от1}=f(r)$

При сушці зерна та продуктів його переробки, що являють собою, по за звичайно застосованій в сушці класифікації акад. П. А. Ребіндера, типові колоїдні капілярно пористі тіла, масообмін має період падаючої швидкості. Він обумовлений поглибленням зони випаровування всередину окремих зерен та відповідних збільшенню опору внутрішньої дифузії, а також збільшенням енергії зв'язку води з матеріалом. Тому швидкість повітря чинить все менший вплив на інтенсивність видалення води і витрати тепла, на її випаровування, і вплив швидкості повітря на швидкість переміщення передньої межі зони теплообміну знижується до деякого постійного значення. У логарифмічній анаморфозі для цього періоду процесу залежність $N_{от1}=f(r)$ носить лінійний характер (рис.4.3)

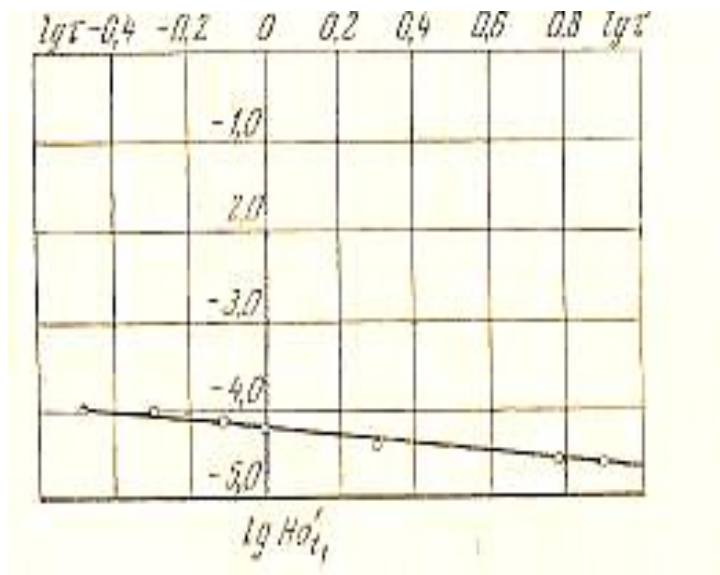


Рис.4.3. Графік залежності $\lg No_1 = f(\lg r)$

Графік $\lg No_1 = f(\lg r)$ (рис. 4.3) має вихідну й спадну гілки. Причину цього, як нам представляється, слід шукати в тому, що на швидкість задньої межі зони, крім вже розглянутих умов, надають вплив також кількість і вологість фактично досушуючого матеріалу, розташованого нижче нижньої межі зони теплообміну.

Однак необхідно відзначити, що викликані цим зміни швидкості задньої межі невеликі.

З метою отримання більшої відповідності досвідчених даних виробничим умовам було проведено обстеження впливу на теплообмін швидкості повітря при його змінній температурі.

Необхідно відзначити, що в літературі нам не удалось знайти робіт з дослідження теплообміну в щільному шарі матеріалу при змінній температурі вхідного агента.

Зміна температури сушильного агента на вході в шар вироблялося в цій серії дослідів по режиму ВНППа.

Тривалість дослідів перевищувала передбачену режимом ВНППа тривалість сушіння в зв'язку з необхідністю забезпечити нагрів до температури вхідного повітря не тільки нижніх, але і верхніх шарів солоду.

Після досягнення в відношенні до прийнятого режиму температури 85°C в подальшому її підтримували постійною. Оскільки у всіх дослідях зміна

температури відбувалася по одному закону, при співставленні отриманих при цьому результатів, що відносяться до однакових моментів часу, можна вважати, що зміни інтенсивності теплообміну зумовлені зміною швидкості сушильного агента.

В залежностях $V_{t2}=f(r)$ звертає на себе увагу наявність періоду зростаючої швидкості.

Причиною цього можна вважати як зростання теплового потоку, що підводиться, так і вплив власне підвищення температури на інтенсивність теплообміну, а також зниження $W_{гр1}$.

Між швидкістю передньої межі зони нагрівання й швидкістю повітря на вході в шар при сушінні по режиму ВНППа, як і при $t_{п(о)} = 50^\circ \text{C}$, була відзначена пряма пропорційна залежність.

На підставі цього для обробки даних також була використана залежність $Hot1=f(r)$ (рис. 4.2).

Як показали проведені досліді, характер зміни з плином часу швидкості переміщення задньої межі зони нагрівання при сушінні по режиму ВНППа аналогічний тому, який мав місце в серії дослідів при $t_{п(о)} = 50^\circ \text{C}$. Однак абсолютна величина змін, які відбуваються в першій з названих серій, дещо більше, ніж у другій. При цьому необхідно зауважити, що те, що відбувається при сушінні по режиму ВНППа підвищення температури повітря на вході в шар, мабуть, являється однією з причин, описуємих відмічене збільшення зміни V_{t2} .

По середнім значенням V_{t2} побудований графік залежності переміщення задньої межі зони нагріву від швидкості повітря (рис.4.4). Характер отриманої залежності, мабуть, обумовлений впливом, що зумовлює масообмін при сушінні на теплообмін.

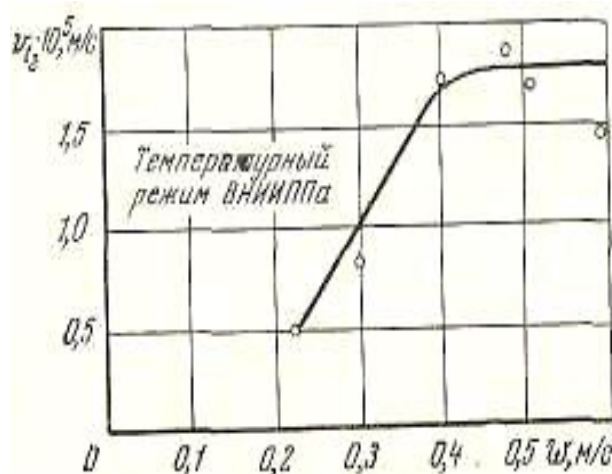


Рис.4.4. Залежність швидкості переміщення задньої межі зони нагріву від швидкості повітря при сушінні по режиму ВНИИППа.

За допомогою графіка (рис.4.2) може бути визначена тривалість підігріву шару заданої висоти при відомій швидкості повітря, а також вирішена зворотня задача – визначення швидкості повітря, необхідної для проведення підігріву шару заданої висоти на протязі заданого часу.

5 . Розрахункова частина

Матеріальний баланс сушарки.

Повітря нагрівається паровим калорифером. Конструкція сушарки розділена на 4 зони по висоті, в кожній зоні потік повітря пронизує товщу солода. Холодне повітря будемо змішувати з теплим повітрям між другою і третьою зонами. Початкова вологість солоду $\omega = 45\%$ або $\omega^c = 81,82\%$, при переході із другої в третю зону $\omega = 17\%$ або $\omega^c = 20,48\%$, кінцева $\omega = 3,5\%$ або $\omega^c = 3,63\%$. Час сушки становить 10 годин 30 хвилин.

Параметри повітря

Стан повітря	Темпера- тура, °C	Відносна вологість, %	Вміст вологи, кг/кг	Ентальпія	
				Ккал/кг	Кдж/кг
Свіжий	20	60	0,0090	10,25	42,94
Нагрітий в калорифері	85	-	0,0090	26,12	109,36
Відпрацьований	30	80	0,022	20,75	86,90

Складемо матеріальний баланс сушарки. Вага свіжо висушеного солода (в кг) включає в себе вагу ростків рівним 30%

до ваги очищеного сухого солоду, який становить за добу

$$G_p = \Pi \cdot 1,05 = 10000 \cdot 1,05 = 10500 \quad (3.18)$$

де, $\Pi = 10000$ кг – продуктивність сушарки

Знаходимо кількість сухого неочищеного солоду (в кг/год), який ми отримуємо за 1 год.

$$G_p = \frac{G_p}{T_{зм}} = \frac{10500}{24} = 437,5 \quad (3.19)$$

де, $T_{зм} = 24$ год – кількість годин за добу

Визначаємо кількість сухих речовин (в кг), які знаходяться в такій кількості солоду

$$G_{ср} = \frac{G_p}{1,0363} = \frac{437,5}{1,0363} = 422 \quad (3.20)$$

Вага сирого солоду (в кг/год), яка поступає в сушарку при $\omega^c = 81,82\%$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина		200484.MP.14.005.ПЗ		
	Документ затверджено Гавва О.М.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA Аркуш 1/143

складає

$$G_{сир} = G_{ср} \cdot 1,8182 = 767,3 \quad (3.21)$$

Визначаємо кількість (в кг/год), яка переходить із другої зони в третю зону при вологості $\omega^c = 20,48\%$

$$G_{сух} = G_{ср} \cdot 1,2048 = 508,4 \quad (3.22)$$

Визначаємо кількість води (в кг/год), випареної із солоду в верхніх зонах

$$W_1 = G_{сир} - G_{сух} = 767,3 - 508,4 = 258,9 \quad (3.23)$$

Визначаємо кількість (в кг/год) води випареної із солоду в нижній зоні

$$W_2 = G_{сух} - G_p = 508,4 - 437,5 = 70,9 \quad (3.24)$$

Визначаємо загальну кількість (в кг/год) випареної води

$$W_{заг} = W_1 + W_2 = 258,9 + 70,9 = 329,8 \quad (3.25)$$

3.2.2 Витрати повітря в сушарці

Загальні витрати (в кг/год) повітря в літній період

$$L_1 = \frac{W}{X_3 - X_0} = \frac{329,8}{0,0022 - 0,009} = 24985 \quad (3.26)$$

де, $X_3 = 0,0022$ кг/кг – вміст води у відпрацьованого повітря

$X_0 = 0,009$ кг/кг – вміст води у свіжому повітрі.

В зимовий період витрата повітря буде меншою, так як різниця $X_3 - X_0$ різко збільшується.

Розрахунок різниці витрати тепла

Для розрахунку різниці витрат тепла в дійсних і теоретичних сушарках приймемо умову, що в теоретичній сушарці процес сушки протікає при постійній температурі, солод і елементи конструкції сушарки не нагріваються, витрат тепла і виходу тепла на зовні із сушильної камери не відбувається. На діаграмі I-x процес сушки в такому випадку зображається лінією постійної ентальпії. Дійсна сушка працює при безперервному зниженню ентальпії повітря за рахунок нагрівання солоду, витрати тепла, яка збільшується із-за ентальпії води, яка випарюється із солода

Витрати на нагрівання солода в сушарці розрахуємо, задавшись такими температурними параметрами солода (в °C)

При завантаженні	18
При переході із верхньої зони в нижню	40
Після сушки	80

Визначаємо необхідні витрати тепла (в кДж/год)

$$Q'_{\text{с}} = G \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 508,4 \cdot 1,88(40 - 18) = 21027 \quad (3.27)$$

де, $G = 508,4$ кг/год – кількість солода, який переходить із другої в третю зону

$t_2 = 40^\circ\text{C}$ – температура солода, який переходить із верхньої зони в нижню

$t_1 = 18^\circ\text{C}$ – температура солода при завантаженні

$$c = \frac{c_0 + 0,01\omega}{1 + 0,01\omega} = \frac{0,34 + 0,2048}{1,2048} = 1,88 \quad (3.28)$$

Визначаємо витрату (в кДж/год) тепла на нагрівання солода в нижній зони сушарки

$$Q''_{\text{с}} = G \cdot c \cdot (t_3 - t_2) = 437,5 \cdot 1,51(80 - 40) = 26425 \quad (3.2.12)$$

де, $G_{\text{с}} = 437,5$ кг/год – кількість сухого неочищеного солода

$$c = \frac{0,34 + 0,0363}{1,0363} = 1,51 \quad (3.29)$$

$c = 1,51$ кДж/(кг·град) – теплоємність солода

$t_3 = 80^\circ\text{C}$ – температура солода після сушки

Приймаємо в розрахунку втрати тепла рівним 12 %, загальні витрати тепла на сушку 100 кг солода (враховувати по сухому неочищеному) прийняти для даної сушки за 355900 кДж, то витрати (в кДж/год) тепла за дану годину складуть

$$Q_n = 355900 \cdot 0,12 \cdot c = 355900 \cdot 0,12 \cdot 4,375 = 186847 \quad (4.30)$$

де, $c = 4,375$ кДж/год – кількість сухого неочищеного солода.

Умовно віднесем одну третю втрат на верхні зони (де температура нижча, ніж в нижній зоні) і дві третіх – на нижні зони. Тоді втрати тепла (в кДж/год) у верхній зоні складуть

$$Q'_{п} = \frac{Q_{п}}{3} = \frac{186847}{3} = 62282 \quad (3.31)$$

Втрати тепла (в кДж/год) в нижній зоні складуть

$$Q''_{п} = Q_{п} - Q'_{п} = 186847 - 62282 = 124565 \quad (3.32)$$

де, $Q'_{п} = 62282$ кДж/год – втрати тепла в верхніх зонах

$Q''_{п} = 186847$ кДж/год – втрати тепла за одну годину.

Різниця в витраті (в кДж/год) тепла в теоретичній та дійсній сушарках буде рівна: в верхніх зонах

$$\Delta' = W_1 t_1 - Q'_{с} - Q'_{п} = 258,9 \cdot 18 \cdot 4,1868 - 21027 - 62282 = -63799 \quad (3.33)$$

де, $W_1 = 258,9$ кг/год – кількість випареної із солода вологи в верхніх зонах

$t_1 = 18^{\circ}\text{C}$ – витрати тепла на нагрів солода при завантаженні

$Q'_{с} = 21027$ кДж/год – витрати тепла на нагрів солода в верхніх зонах

$Q'_{п} = 62282$ кДж/год – витрати тепла в верхніх зонах.

В нижніх зонах

$$\Delta'' = W_2 t_2 - Q''_{с} - Q''_{п} = 70,9 \cdot 40 \cdot 4,1868 - 26425 - 124565 = -139116 \quad (3.34)$$

де, $W_2 = 70,9$ кг/год – кількість випареної вологи із солода в нижніх зонах

$t_2 = 40^{\circ}\text{C}$ – витрати тепла на нагрівання солода при переході із верхньої в нижню зону

$Q''_{с} = 26425$ кДж/год – витрати тепла на нагрів солода в нижніх зонах

$Q''_{п} = 124565$ кДж/год – витрати тепла в нижніх зонах.

Визначаємо загальну різницю (в кДж/год)

$$\Delta = \Delta' - \Delta'' = -63799 - 139116 = -202915 \quad (3.35)$$

Кількість повітря нагріте калорифером

Складемо тепловий баланс тепла:

Прихід тепла

Витрати тепла

$$L_1 \cdot I + L_2 \cdot I + Gc \cdot t_1 + W \cdot t_1 = L \cdot I_2 + Gc \cdot t + Qn$$

де, L_1 , L_2 , L – кількість повітря, яке нагріває калорифер, загальна кількість повітря ($L \neq L_1 + L_2$), кг/год

I , I_1 , I_2 , I_o – ентальпія повітря: свіжого, після калорифера і відпрацьованого, кДж/год.

Величину L_2 замінимо через різницю $L - L_1$, підставимо в урівняння балансу і розрахуємо його відносно L_1 (в кг/год)

$$\begin{aligned} L_1 &= \frac{L(I_2 - I_o) + Gc(t_2 - t_1)W \cdot t_1 + Qn}{I_1 - I_o} = \frac{L(I_2 - I_o) - \Delta}{I_1 - I_o} = \\ &= \frac{24985(86,90 - 42,94) - (-2021915)}{109,36 - 42,94} = 19591 \end{aligned} \quad (3.36)$$

Визначимо кількість (кг/год) холодного повітря, яке підмішується до теплового

$$L_2 = L - L_1 = 24985 - 19591 = 5393 \quad (3.37)$$

Витрати палива

Визначаємо теплове навантаження на калорифер

(в кДж/год)

$$Q_k = L_1(I_1 - I_o) = 19584(109,36 - 42,94) = 1300769 \quad (3.38)$$

Навпаки (в кДж/год)

$$\begin{aligned} Q_k &= L(I_2 - I_o) + \Delta = 24985(86,90 - 42,94) + 2021915 = \\ &= 1301256 \end{aligned} \quad (3.39)$$

Втрати тепла при спалюванні палива із відпрацьованими газами приймемо рівними 18% до загальних витрат тепла. Тоді загальні витрати (в кДж/год) тепла в сушарці складуть

$$Q_m = \frac{Q_k \cdot 100}{100 - 18} = \frac{1300769 \cdot 100}{100 - 18} = 1586304 \quad (3.40)$$

На кожні 100 кг висушеного солода витрати (в кДж) тепла складає

$$Q'_m = \frac{Q_m \cdot 100}{G_p} = \frac{1586304 \cdot 100}{437,5} = 363000 \quad (3.41)$$

де, $G_p = 437,5$ т – річна витрата ячменю

Визначаємо витрати (в кг) умовного палива

$$Q_n = \frac{Q'_m}{7000} = \frac{86733}{7000} = 12,4 \quad (3.42)$$

де, $Q'_m = 86733$ ккал – витрати тепла на кожні 100 кг висушеного солода.

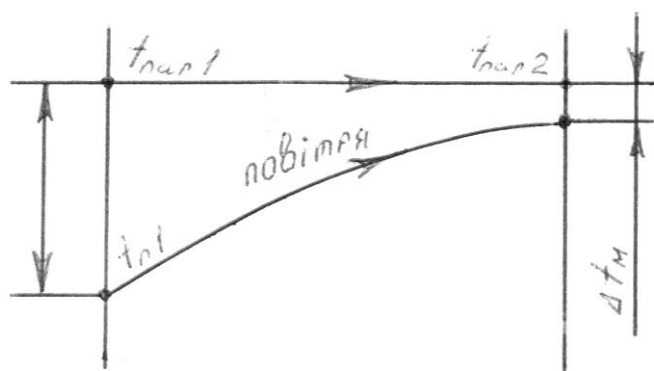
Розрахунок та підбір калорифера

Задавшись масовою швидкістю повітря $U_p = 4$ кг/ (м² · С) по таблиці II-III (3, с.201) знаходимо коефіцієнт теплопередачі для одноходового калорифера КФБ $k = 23,4$ Вт/(м² · R).

Знайдемо необхідну поверхню (в м²) теплопередачі при теплоємності повітря $c_v = 1$ кДж/(кг · К)

$$F = \frac{L_{св}(t_k - t_n)}{K \Delta t \cdot 3,6} = \frac{24985 \cdot 1(85 - 20)}{23,4 \cdot 7,8 \cdot 3,6} = 247 \quad (3.43)$$

Знаходимо різницю температур (в °С)



де, $t_{пар1} = 133^{\circ}\text{C}$ – початкова температура

$t_{пар2} = 133^{\circ}\text{C}$ – кінцева температура повітря

тоді:

$$\Delta t_{\delta} = t_{пар1} - t_{пов1} = 133 - 20 = 113 \quad (3.44)$$

$$\Delta t_m = t_{пар2} - t_{пов2} = 133 - 85 = 48 \quad (3.45)$$

Отже:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}} = \frac{113 - 48}{2,3 \lg \frac{113}{48}} = 78 \quad (3.46)$$

Знаходимо кількість (в шт.) калориферів типу КФБ-11 з поверхнею нагріву $F_k = 69,9 \text{ м}^2$ із живим перерізом по повітрю $f_k = 0,486 \text{ м}^2$

$$n = \frac{F_{\delta}}{F_k} = \frac{247}{69,9} = 3,5 \approx 4 \quad (3.47)$$

При установці калориферів в два ряда по два калорифера їх загальний переріз складе (в м^2)

$$f_{\delta} = f_k \cdot 2 = 0,486 \cdot 2 = 0,9 \quad (3.48)$$

Масова швидкість $U_{рв}$ повітря в житвому розрізі калориферів при даній компоновці (в $\text{кг}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$) складе

$$U_{p\theta} = \frac{L}{(3600 \cdot f_{o\theta})} = \frac{24985}{(3600 \cdot 0,9)} = 7 \quad (3.48)$$

Дана масова швидкість по величині знаходиться в межах економічної масової швидкості повітря для солодових сушарок $\left(2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \right)$

По розрахованій масовій швидкості повітря знаходимо коефіцієнт теплопередачі при паровому обігрівачі

(в $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$)

$$K = 11,63(U_{p\theta})^{0,42} = 11,63(7)^{0,42} = 26 \quad (3.49)$$

Тоді швидкість повітря і коефіцієнта теплопередачі поверхні (в м^2) теплообміну складе

$$F_{o\theta} = \frac{L \cdot 1 \cdot (t_2 - t_1)}{(K \cdot \Delta t \cdot 3,6)} = \frac{24985 \cdot 1 \cdot (85 - 20)}{(26 \cdot 78 \cdot 3,6)} = 219 \quad (3.50)$$

Поверхня теплопередачі чотирьох калориферів типу КФБ-11 (в м^2) складе

$$F_K = F_k \cdot Z_k = 69,9 \cdot 4 = 279,6 \quad (3.51)$$

де, $F_k = 69,9 \text{ м}^2$ – поверхня нагріву одного калорифера

$Z_k = 4$ – кількість калориферів

Отже поверхня теплопередачі чотирьох калориферів $F_k = 279,6 \text{ м}^2$ перевищує розрахункову поверхню F_{ob} на 25%, що забезпечує необхідний запас поверхні теплопередачі калорифера на очистку забрудненого зовнішнього повітря. Зовнішнє повітря впливає на зменшення коефіцієнта теплопередачі і опору проходу повітря.

6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У харчовій промисловості вибір конструкційних матеріалів для виготовлення обладнання грає важливу роль. Основними факторами на які повинні звернути увагу при виборі це: матеріали з якого виготовляють деталі не повинні міняти якісні показники сировини та продукту, не повинні вступати в хімічні реакції з нею і.т.д. Для кожного виду продукту є дозволені та заборонені матеріали.

Деталі, які відіграють важливу роль у конструкції обладнання, від яких вимагається забезпечувати міцність вузлів, зносостійкість вузлів, виготовляються з високоякісної сталі 40Х ГОСТ 4543-71 і 40ХН ГОСТ 1051-73. Ці сталі забезпечують надійність деталей.

Деталі, на які не прикладаються великі навантаження виготовляються з сталі ст3 ГОСТ 2590-88. Вона більш дешева, тому її застосування економічно обґрунтовано.

Усі кріпильні елементи обладнання (гайки, болти, шайби, гвинти) виготовляються з сталі ст5 ГОСТ 380-94, цим самим забезпечуючи потрібну надійність кріплень. Дана сталь не є дорогою та дефіцитною у порівнянні з іншими.

Нерухомі деталі такі як :станина, корпуси підшипників і т.д. виготовляються з більш дешевого металу – сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85. Сірий чавун повністю задовольняє вимоги міцності, він є одним із найбільш широкоживаних металів і його легко обробляти.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Вибір конструкційних матеріалів	200484.МР.14.006.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

7. Технологія машинобудування

7.1. Загальна інформація

Складання машин — технологічний процес утворення з'єднань складових виробу (поєднання, координування і фіксація деталей у вузли, а вузлів у машину).

У результаті складання досягається необхідне взаємне розташування деталей, що поєднуються, відносна рухомість або нерухомість елементів, що сполучаються, і міцність конструкції.

Будь яка машина складається з окремих частин, з яких найпростішою є деталь (елемент), що не має ніяких з'єднань. Сукупність декількох деталей, що з'єднані і скріплені між собою і представляють самостійну частину машини, називається вузлом. Залежно від конструкції і числа деталей у вузлі вони можуть бути різної складності.

Деталь або вузол, з якого починається складання, називається базовою деталлю або базовою групою. Базова деталь визначає положення всіх інших складальних одиниць. Щоб полегшити процеси складання, використовують технологічні схеми складання, на яких умовно зображена послідовність процесу.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Технологія машинобудування	200484.MP.14.007.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

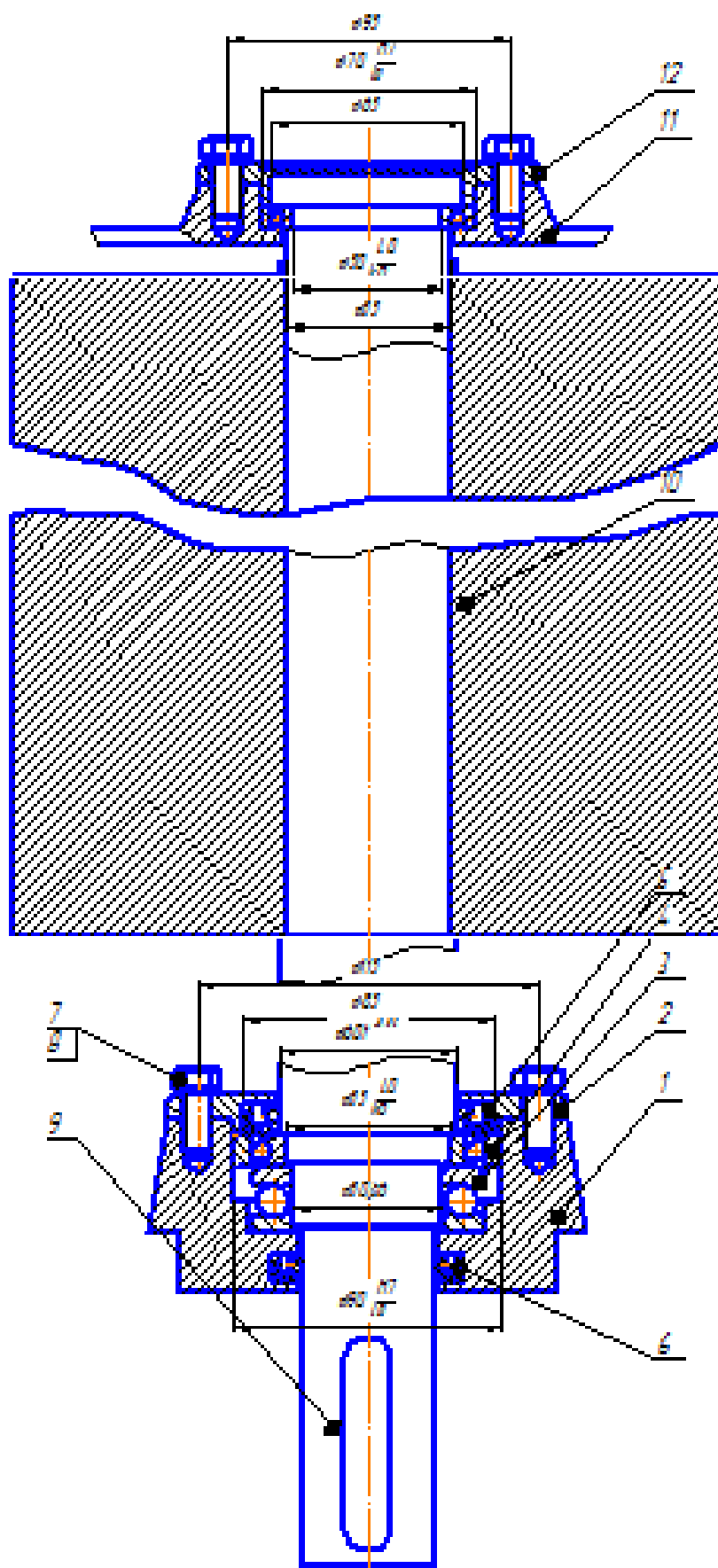


Рис.7.1. Ескіз вузлу

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UAАркуш
67

Табл. 7.1. Подетальний склад вузлу

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1.	Корпус підшипника	1
2.	Кришка підшипника наскрізна	1
3.	Підшипник упорний	1
4.	Підшипник радіальний	2
5.	Сальник	1
6.	Сальник	2
7.	Шайба 10	12
8.	Болт М10х22	12
9.	Вал	1
10.	Барабан для розвантажування сушарки	1
11.	Корпус підшипника	1
12.	Кришка підшипника глуха	1

Табл. 7.2. Технологічний маршрут складання вузлу

Номер переходу	Зміст переходу
10. Збирання підшипникового вузлу СК1	
10.1.	Встановити сальник в корпус підшипника
10.2.	Встановити упорний підшипник
10.3.	Встановити радіальний підшипник
10.4.	Встановити вал в підшипники
10.5.	Вмонтувати сальник в кришку підшипника
10.6.	Одягнути кришку підшипника на вал
10.7.	Встановити 6 шайб
10.8.	Закрутити 6 болтів
20. Збирання підшипникового вузлу СК2	
20.1.	Встановити радіальний підшипник в корпус підшипника
20.2.	Встановити вал в підшипник
20.3.	Встановити кришку підшипника
20.4.	Встановити 6 шайб
20.5.	Закрутити 6 болтів

Розрахунок надійності деталі при експлуатації

Проведемо розрахунок ймовірності безвідмовної роботи вала для критичного перерізу в місці шпоночного пазу, у якого: $d_1 = 45$ мм, висоту шпонкового пазу $t = 5$ мм, ширину шпонкового пазу $b = 16$ мм. З довідника знаходимо для сталі 45 значення $\sigma_{вр} = 700$ МПа, а з технічної документації на вузол з'ясовуємо, що значення згинаючого та крутного моментів: $M_{зг} = 40$ Н·м; $M_{кр} = 450$ Н·м. Розподіл моментів підпорядковується нормальному закону.

3. Шляхом інтерполяції знаходимо ефективні коефіцієнти напружень при згинанні та крученні вала для шпонки при $\sigma_{вр} = 700$ МПа

$$K_{\sigma} = 1,75; K_{\tau} = 1,6.$$

4. Масштабний фактор при згинанні та крученні вала визначаємо за величиною його меншого діаметра (для вала з шпонковим пазом – діаметр вала d_1).

Для нашого прикладу $d_2 = 45$ мм коефіцієнти дорівнюють: $\varepsilon_{\sigma} = 0,7$; $\varepsilon_{\tau} = 0,7$.

5. Середні значення амплітуд напружень при згинанні та крученні для нашого прикладу визначають за формулами:

$$\sigma_{зг} = \frac{\dot{I}_{\zeta\tilde{a}}}{W_{\zeta\tilde{a}}} = \frac{32\dot{I}_{\zeta\tilde{a}}}{\frac{\pi d_1^3}{32} - \frac{bt(d_1 - t)^2}{d_1}} = \frac{32 \cdot 42 \cdot 10^3}{\frac{3.14 \cdot 45^3}{32} - \frac{16 \cdot 6(45 - 5)^2}{45}} = 4,4$$

МПа;

$$\tau_{кр} = \frac{\dot{I}_{\hat{e}\delta}}{W_{\hat{e}\delta}} = \frac{\dot{I}_{\hat{e}\delta}}{\frac{\pi d_1^3}{16} - \frac{bt(d_1 - t)^2}{d_1}} = \frac{453 \cdot 10^3}{\frac{3.14 \cdot 45^3}{16} - \frac{16 \cdot 5(45 - 5)^2}{45}} = 18,1$$

МПа,

де $W_{зг}$, $W_{кр}$ - момент опору при згинанні та крученні в критичному перерізі валу, мм³.

6. Коефіцієнти запасу міцності при згинанні та крученні валу становить відповідно:

$$n_{\sigma} = \frac{\frac{\hat{E}_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_{-1}}{\sigma_{\hat{e}}} = \frac{280}{\frac{1,75}{0,7} 4,4} = 1,8;$$

$$n_{\tau} = \frac{\frac{\hat{E}_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{-1}}{\tau_{\hat{e}\delta}} = \frac{2 \cdot 140}{\frac{1,6}{0,7} 18,1} = 7,64;$$

где $\sigma_{-1} = 280$ МПа, $\tau_{-1} = 140$ МПа – границі витривалості матеріалу валу (Сталь 45) відповідно при згинанні та крученні (довідникові дані).

7. Загальний сумарний коефіцієнт запасу міцності визначається за формулою:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 \cdot n_{\tau}^2}} = \frac{1,8 \cdot 7,64}{\sqrt{1,8^2 \cdot 7,64^2}} = 1,75.$$

8. Середнє квадратичне відхилення амплітуд напружень

$$S_a = \frac{\hat{A} \cdot \sigma_{\hat{e}\delta}}{3} = \frac{10,71 \cdot 4,4}{3} = 15,48 \text{ МПа, де } A = \frac{\hat{I}}{\hat{I}_{\hat{e}\delta}} = \frac{450}{40} = 10,71.$$

9. Коефіцієнт варіації амплітуд

$$v_a = \frac{S_a}{\sigma_{\hat{e}\delta}} = \frac{15,48}{51,6} = 0,3.$$

10. Приймаємо сумарний коефіцієнт варіації амплітуд $v_a = 0,3$.

Знаходимо за графіком ймовірність відмови (руйнування валу в критичному перетині) при одержаних розрахункових даних ($n = 1,75$; $v_a = 0,3$).

Ймовірність руйнування валу в критичному перерізі: $F(t) = 0,08$.

11. Враховуючи співвідношення між ймовірностями безвідмовної роботи і відмов, ймовірність безвідмовної роботи вала становить:

$$P(t) = 1 - F(t) = 100 - 0,08 = 99,2.$$

Одержаний показник свідчить, що вал має високу експлуатаційну надійність.

8. Схема автоматизації

Опис функціональної схеми автоматизації

У відповідності з функціональною схемою розроблена схема автоматизації, яка передбачає:

- автоматичний контроль температур, тисків, напорів;
- автоматична і дистанційна стабілізація температур;
- автоматичне програмне – логічне і дистанційне управління електроприводами та клапанами.

Автоматичний контроль та регулювання температури сушильного агента по зонам солодосушарки здійснюється під дією шести мідних термометрів опору 2А, 3А, 4А, 5А, 6А, і 7А, електронного автоматичного регулюючого шеститочковог моста типу ЗМР - 209МЗ п'яти електропневматичних реле типу ЗПР4 і п'яти виконавчих механізмів (двох пневматичних регулюючих клапанів 7,11 типів 24ч32мж і ПРК - 1і трьох мембранних пневматичних виконавчих механізмів 8,9,10 типу МІ 111- 16).

Датчики 1а- Ід передають інформацію на автоматичний самопошучий шести точковий міст, який здійснює регулювання через пусковий пристрій.

Поряд з автоматичним контролем і регулюванням температури для зручності обслуговування і управління режимом сушки солоду і підвищення степені надійності системи, автоматизацією здійснюється місцевий контроль під дією шести скляних технічних термометрів з ртутним заповненням в металевій кутовій оправі 12 - 17. По зонам солодосушарки здійснюється

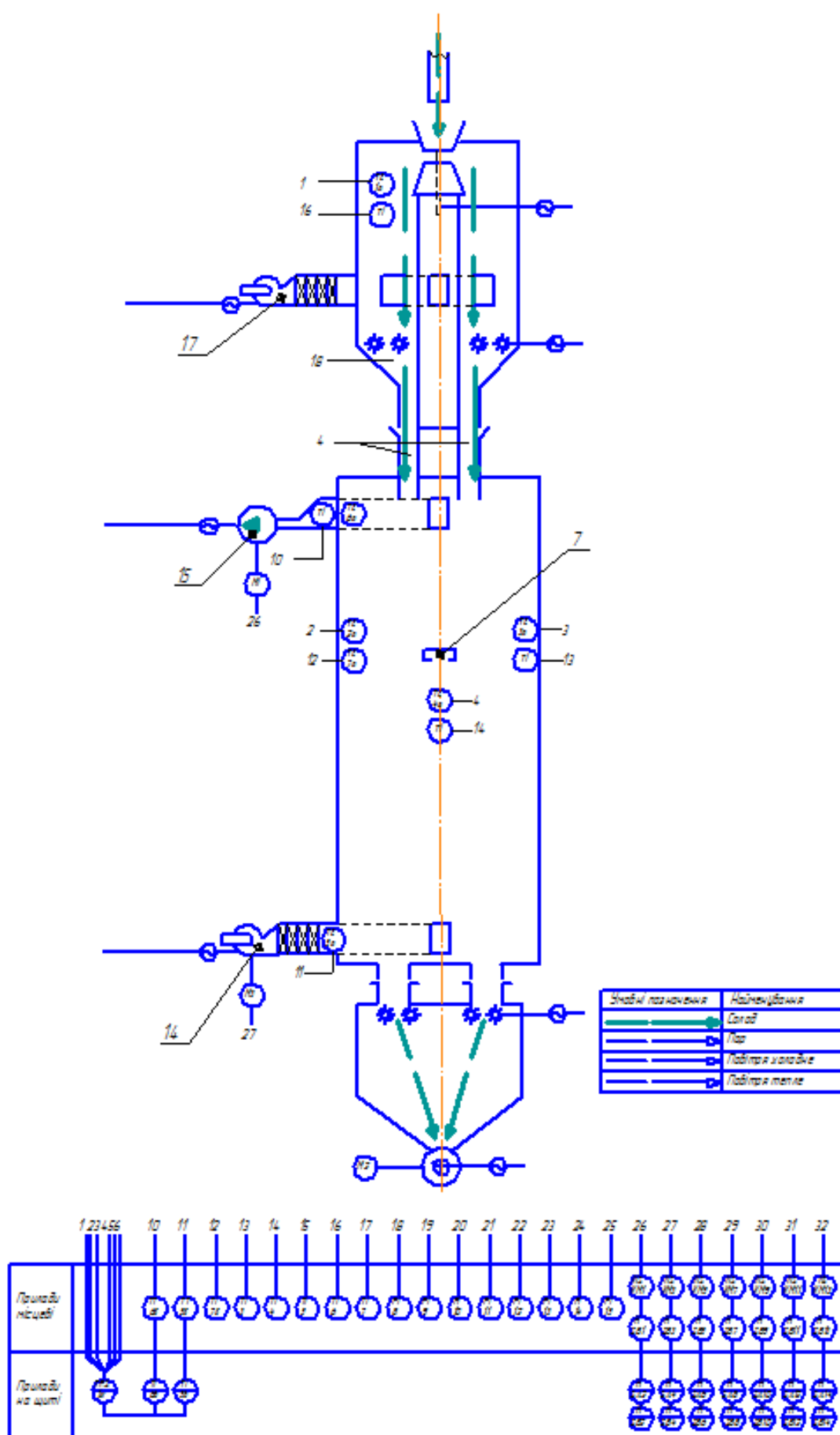
Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Схема автоматизації	200484.МР.14.008.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

сушильної зони; 4-50 - 55 Т в лівій камері; 5 - 67 - 70 Т в середній камері; 6 -80 - 82 Т в повітроводі після калорифера нагнітаючого вентилятора.

Дистанційний контроль напору агенту сушарки в повітроводі після калорифера нагнітаючого вентилятора здійснюється мембранним напороміром 24 типа НМ - Ш. Дистанційний контроль розрідження в повітроводі перед витяжним вентилятором здійснюється мембранним показуючим тягоміром 18 типу ТМ - Ш. Тиск пари в паропроводі контролюється манометром 25.

Крім дистанційного контролю напору і розрідження, для зручності обслуговування також здійснюється місцевий напір напорів і розрідження агентів під дією скляних манометрів з водяним заповненням 19,20,21-24 типу ГІР - В19 в наступних точках:

- 1- напір в повітроводі після калорифера камери підв'ялювання;
 - 2 - розрідження в повітроводі перед витяжним вентилятором;
 - 3 - розрідження в паровій зоні сушильної камери;
 - 4 - розрідження в лівій зоні;
 - 5 - розрідження в середній зоні;
- напір в повітроводі після калорифера нагнітального вентилятора. Ручне дистанційне керування електроприводами вентиляторів шнека, валиків і розкидача солоду (26 - 32) можна здійснити за допомогою трьох аналогічних систем у вигляді перемикача режиму роботи 8А, кнопочної станції 8В, магнітного пускача КМ.



№ п.п	Машина, апарат	Кількість об'єктів	Парам, місце вибору імп.	Знач. парам, допуст відхилення	Сис автоматизування			Місце Контр. Регул. Упр.	
					Вид сист. автоматиз.	Хар Конт, Регул. Упр.	Доп. Вим. до сист		
1	Камера підвял	1	Темпер	28-33С	Контр	Показ, Запис		Щит керуван	
					регулюв	Автом. і дистан. стабіл	Дія на подав. пари	Щит керування	
			тиск		контр	покази		По місцю	
2	Калориф	2	темпер	Нижн зона 80-85С	контроль	Показ, запис		Щит керування	
					регулюван	Автомат і дистанц стабіліз	Вплив на подач пари	Щит керування	
			напор		контроль	покази		По місцю	
3	Повітряні канали	3	темпер	середня зона 60-65С 80-85С	контроль	Показ, запис		Щит керування	
					регулюван	стабіліз	Вплив на подач пари	Щит керування	
			напор		контроль	покази		По місцю	
4	Витяжний канал	4	темпер	50-55С	контроль	Показ, запис		Щит керування	
					регулюван	Запне стабіліз	Вплив на подач повітря	Щит керування	
			напор		контроль	Покази сигналу		По місцю	
5	Електро- приводи вентилят, шнека, розширюв	6	стан	контроль	сигналізац		Світлова	Щит керування	
					керування	Ручне	Пуск	Щит	
200484.MP.19.000.ПЗ						Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 75

6	4a,5a,		50-55	Повітропідвідні				
7	6a.7a		50-55	короба				
		температур	67-70	Повітровід				
			80-82	калорифера				
				нагнітача	Динамомет	і	6	
				вентилятора	ричний	др-3		
8	26-76		50-55	На шиті	регулятор			
		тиск.	50-55	керування				
		розрідже	67-70		Мембранни	ТМ-П1	1	Саранськ
9	8a,	ння,	80-82	Повітровід	показуючи			ий
10	9a,	напор		втяжним	тягомір			приладоб
	Юa,			вентилятором				удівний
	Па.							завод
								ім.БО-ти
								річчя
								СССР
								Московс
					скляний	ПР-619	6	ький ПО
11	12a,			Там також	манометр з			„маномет
12	13a,			повітровід	водяним			р"
13	14a,			калорифера	заповнення			
14	15a			камера				
				підв'ялювання				
				повітропідвід	Мембранни	нмп-	1	Саранськ
				короба	напоромір	100		ий
				Повітровід				приладоб
				калорифера				удівний
				нагнітаючого				завод
				вентилятора				ім.БО-ти
				Там же				річчя
		Тиск			Манометр	мти	1	СССР
								Московс
								ький ПО
								„маномет
15	15a	температура		Паропровід				р"
				перед				„Ільмари
				калорифером	Пускач	МКР-	5	на"
					магнітно-	058		м.Талін
					й 24В			

9. Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт

Солодосушарка призначена для безперервної механізованої сушки сирого солода по заданому технологічному режиму.

Вертикальна солодосушарка складається із розподільовача, камери підв'ялювання, системи продувки камери підв'ялювання, перехідного патрубку, корпусу з обшивом, механізма розвантаження, розвантажувального шнека, системи підводу сушильного агента і трубопроводів.

Розподільовач включає П – подібну коробку і розкидач із профілірованого листа, обертової по колу вертикальної осі. В склад приводу входять електродвигун, клиноремінна, конічна і зубчата передачі.

Корпус сушарки складається із сталюого каркаса, двох сушильних шахт, трьох вертикальних каналів для направлення потоків теплоносія. Корпус збирають із окремих щитів. Після накладки ізоляції до брусків, прикріпленням до каркасу корпусу, винтами кріпиться зовнішня обшивка із тонколистової сталі. Перехідний патрубок складається із козирка, внутрішньої обв'язки і канала та служить для з'єднання камери підв'ялювання – із двох завантажувальних шахт, двох розташованих під ними воронки і вентиляційних установок.

Система продувки камери підв'ялювання складається із вентилятора, двох калориферів і системи повітропроводів, системи подачі сушильного агента – із вентилятора з електродвигуном і клинопасовою передачею, чотирьох калориферами і повітропроводів.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування, ремонт		200484.МР.14.009.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143

Система відводу сушильного агента включає вентилятор з електродвигуном і клинопасовою передачею.

Механізм розвантаження складається з двох циліндричних барабанів, прийомного корита, приводів розвантажувальних барабанів і шнека, приводів барабанів і електродвигуна, редуктора і ланцюгової передачі.

Шнек розташований під розвантажувальним коритом. Привід шнека включає електродвигун, редуктор і ланцюгову передачу.

9.1. Монтаж обладнання

Монтаж солодосушарки розпочинають з нанесення монтажних осей солодосушарки по відношенню до головних осей будівлі. Перевірці піддають правильність розбивки гнізд для установки опорних швелерів камери підв'ялювання солодосушарки, нанесення монтажних осей фундаментів під вентилятори і розвантажувальний механізм по відношенню до головних осей солодосушарки. Провіряють відповідність розмірів фундаментів і робочим кресленням, а також на відмітці 9400 мм розміри залишеного монтажного отвару.

На відмітці 9400 мм монтують висотну металеву площадку, на відмітці 27400 мм – конструкцію монорельса з двома тельферами вантажопідйомністю 2 т. кожна, а також роблять вантажний настил, встановлюючи між перекриттям.

Встановлюють автокраном вузли сушарки на висотну площадку ручною, ричажною лебідкою вантажопідйомністю 1,5 т. переміщують під отвір солодосушарки.

Піднімають вузли тельферами вище відмітки 22600 на 300 мм, закладають отвір вантажним настилом, а потім опускають вузол на вантажний настил.

Ручною ричажною лебідкою переміщують вузол в сторону від отвору і вбивають настил. Аналогічним методом розміщують вузли і деталі солодосушарки по відповідним відміткам. Технологічна послідовність монтажу сушарки: механізм розвантажувальний, корпус і оббивка, система підвода агента сушки, система відводу агента сушки, перехідний патрубок, камера обв'ялювання, розподілювач, система продувки камери підв'ялювання трубопроводи.

При допомозі тельферів встановлюють механізм розвантаження на опорну площадку, проходять повірку механізма, строго дотримуючись паралельності між осями сушильних шахт і осями розвантажувальних барабанів, а також симетричне розташування осей розвантажувальних барабанів по відношенню до осі всієї сушарки (осі барабанів повинні знаходитися на відстані $565 + 2$ мм від осі сушарки в обидві сторони) і симетричне розташування торців розвантажувальних барабанів по відношенню до торців сушильних шахт корпусу. Потім задають будівельникам механізм розвантажування під заливку фундаментних болтів.

Зборку корпусу виконують із щитоподібних вузлів. По закінченню зборки корпусу закріплюють на поверхні корпусу дерев'яні бруски болтами, оглядають зібраний корпус і підтягують всі болтові з'єднання. Виявлені тріщини між щитами, торцевими і боковими перемічками і балками шпаклюють шпакльовкою марки М-163АМ. Потім пришивають цвяхами плити із ізолюючого матеріалу до дерев'яних брусків і обшивають весь корпус сушили стальними листами.

При монтажу системи підвода агента сушки прикріплюють конфузор до корпусу, встановлюють раму на регулюючі підкладки і збирають на рамі калорифери. Проводять правильність і закріплення рами. Приєднують до калориферів конфузозом і дифузоз. Встановлюють, перевіряють і закріплюють

вентилятор і плиту електродвигуна. Прикріплюють на плиті салаки, на які встановлюють електродвигун.

З'єднують шків електродвигуна із шківом вентилятора за допомогою клинових ременів і проводять натяжку ременів. Приєднують до вентилятора перехідний патрубок, коліно, заслінку, коліно, трубу, коліно і решітку. При монтажі системи особливу увагу приділяють на щільність фланців і других з'єднань повітропроводів.

При монтажі системи відвода агента сушки встановлюють до корпусу сушили патрубок і на регулюючі прокладки вентилятор. Приєднують до вентилятора заслінку і дифузор, з'єднують болтами заслінку з патрубком. Встановлюють, перевіряють і закріплюють плиту електродвигуна, на якій закріплюють салазки електродвигуна і встановлюють двигун. З'єднують шків двигуна із шківом вентилятора за допомогою ременів і проводять натяжку

ременів. Приєднують до дифузора трубу і до труби – решітку. При монтажі перехідного патрубка за допомогою тельферів проводять з'єднання патрубків з корпусом солодосушарки, а потім закріплюють патрубок з корпусом.

При монтажі камери підв'ялювання підкріплюють зовнішню раму до камери підв'ялювання болтами і за допомогою тельферів проводять стиковку розподілювача з камерою підв'ялювання, і кріплять розподілювач до камери підв'ялювання.

Монтаж системи продувки камери підв'ялювання полягає в установці, провірці, закріпленню електродвигуна і вентилятора на раму, установці, провірці і закріпленню калорифера до рами, приєднанню до калорифера дифузора і конфузора, підйомці зібраного вузла на проектовану відмітку і закріпленню вузла до закладних деталей; приєднання коліна і повітрепровода. Потім приєднують колектор паропровода до калорифера системи підводу агента сушки, колектор кондинсатапровода до калорифера

системи підводу агента сушки і монтують паропроводи і конденсатопроводи по робочим кресленням проекту.

При випробуванні системи знімають прибори автоматичного контролю і управління і заповнюють систему водою. Випробування системи трубопроводів за допомогою гідравлічного насоса проводять тиском 0,5 МПа на протязі чотирьох годин.

9.2.Ремонт обладнання

Для підтримання обладнання в робочому стані потрібен систематичний, турботливий догляд за ним, його своєчасний і високоякісний ремонт. Цей ремонт повинен не тільки відновлювати продуктивність обладнання, але й забезпечувати довготривалу і безперебійну його роботу. Під час експлуатації сушарки проводять планово-попереджувальні ремонти, які охоплюють весь круг міроприємств, необхідних для підтримки обладнання в працюючому стані.

Найчастіше в сушарках типу ЛСГА-10 виходять з ладу завантажувальний механізм – шнек, виходять з ладу зірочки на розвантажувальних барабанах, зірочка на шнекові, ланцюги, підшипники на механізмах завантаження та

розвантаження сушарки, калорифери, редуктора, рвуться паси.

Під час ремонту завантажувального шнека, його знімають з машини, якщо пошкоджені лопасті, то їх міняють, або переробляють.

Якщо виходять з ладу зірочки, відбувається з'їдання зубців, то їх відновлюють шляхом наплавки, а якщо це не можливо, то змінюють зірочку на нову. При виходу з ладу ланцюгів (розривання), змінюють зв'язку, а коли відбувається розтягування ланцюга, то його змінюють на новий. При виходу з ладу підшипників, їх змінюють на нові. При виходу з ладу калорифера

200484.МР.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
81

(пропускання сушильного агента), то його розбирають, запаюють ґратки, при необхідності замінюють. При виходу з ладу редуктора, його розбирають, оцінюють неполадку, якщо вийшла з ладу шестерня чи колесо, то їх відновлюють шляхом наплавки, а якщо це неможливо, то замінюють редуктор. При зносу клинопасових ременів, шківів, їх змінюють на нові.

9.3. Правила обслуговування та експлуатації обладнання

Сушарка для солоду типу ЛСГА складається з двох розширювальних донизу вертикальних сушильних шахт, повітряних камер по обидві сторони сушильних шахт: камери підв'ялювання, завантажувального і розвантажувального механізму, системи підготовки, подачі та відсмоктування сушильного агента-гарячого повітря.

Підготовка сушки до роботи.

1. Провірити шляхом просвічування чи в сушильних шахтах і на розвантажувальних барабанах сторонніх предметів або комків солоду немає, якщо є-то прибрати їх.
2. Оглянути: чи нема в місцях стиковки решіток сушильних шахт отворів і нещільностей, якщо є-доповісти майстру для прийняття мір.
3. Оглянути цілісність м'яких вставок на вентиляторах.
4. Впевнитись, що в повітряних камерах немає людей і закрити їх.
5. Завантажити сушарку сухим солодом із працюючих сушарок по вихід із камер підв'ялювання. Рівень сухого солоду в обох шахтах повинен бути однаковий.

Запуск сушарки.

1. Завантажити камеру підв'ялювання сирим солодом до її повного об'єму.
2. Подавати пар поступовим відкриттям задвижки на калориферах четвертого поверху камери підв'ялювання. Подачу пари здійснювати

поступово, шляхом поступового відкривання задвижок, щоб запобігти гідравлічних ударів і порива калорифера.

3. Ввімкнути вентилятор камери підв'ялювання і встановити температуру подаючого повітря в межах 40-45 0С. Сушити сирий солод в камері підв'ялювання протягом шести годин.

4. Після виконання пункту №3 ввімкнути механізм розвантаження сушарки і подати пар на калорифер третього поверху. Потім ввімкнути вентилятор третього поверху II зони. Температура подаючого повітря II зони повинно бути 55-60 0С.

5. Після завантаження сушарки і одночасного завантажування в камеру підв'ялювання сирого солоду на протязі чотирьох годин подавати пар на блок калорифера IV зони і ввімкнути вентилятор другого поверху. Температура повітря яке подається в IV зону повинно бути 70-75 0С.

6. Після запуску сушарки на режим на протязі 16 годин температура повітря яке подають в IV зону повинно бути 80 0С.

Робота сушарки.

1. Солодосушарка типу ЛСГА являється сушаркою безперервної дії, тому її завантаження і розвантаження повинно бути одночасним і постійним.

2. При завантажуванні механізми вмикати в такій послідовності: розподілюючий шнек, норія сирого солоду, транспортер стрічковий. Вимикати в зворотному порядку.

3. Контролювати щоб в бункер підв'ялювання не потрапляли сторонні предмети.

4. Розвантажувальний механізм має діапазон зміни швидкості обертання барабанів. Зазвичай швидкість обертання 13-18 хвилин на 1 оберт. Два рази за зміну швидкість обертання необхідно перевіряти і в разі її збою встановлювати на задану.

5. Температурний режим сушарки солоду регулюється автоматично. В разі виходу з ладу системи автоматики або відхилень регулюючої

температури вище допустимої межі, необхідно автоматику відключити і вести процес сушки, регулюючи вручну кількість поступаючого пара на калорифер в залежності від потрібної температури.

Зупинка сушарки.

1. При плановій зупинці сушарки: сушарка не завантажується, а вивантажується в звичайному порядку. По звільненню камери підв'ялювання від зерна вимикається на ній вентилятор і перекривається подача пари на калорифер. При розвантаженні необхідно періодично просвічувати шахти сушарки і в разі наявності завису солоду своєчасно його збивати. По закінченню розвантаження вимкнути вентилятори і перекрити подачу пари на калорифери.

2. Зупинка сушарки в аварійних ситуаціях:

2.1 Раптово відключилась електроенергія:

а) негайно зупинити подачу пари на калорифер.

б) зупинити завантаження сушарки сирим солодом.

2.2 Раптово зупинилась подача пари:

а) в зимовий період року негайно вимкнути вентилятор другого і третього поверхів, щоб запобігти замерзанню калориферів. В літній період вентилятори продовжують працювати, тільки витяжні.

б) перекрити запірні механізми на калорифери, а із наявністю пари їх обережно і повільно відкрити до робочого тиску $P=2,0 \text{ кгс/см}^2$.

в) до з'ясування причин відключення пари і часу його подачі зупинити завантаження сушарки сирим солодом. Після з'ясування у випадку короткочасної зупинки до чотирьох годин – завантаження можна відновити.

2.3 Вийшов з ладу калорифер третього поверху.

а) перекрити пар на калорифер третього поверху.

б) зупинити завантаження сушарки сирим солодом.

в) закрити шибер подачі зовнішнього повітря.

2.4 вийшов з ладу витяжний вентилятор.

- а) зупинити завантаження сушарки сирим солодом.
- б) розвантажувати періодично через дві-три години.

2.5 Відбулося обледеніння калорифера:

- а) на декілька хвилин вимкнути вентилятор доки калорифери відтануть.
- б) щозміни необхідно контролювати забірні решітки повітря з подвір'я при великому тумані, заметілі в зимовий час. Якщо відбулося налипання на решітці – очистити їх.

10.Охорона праці

Вступ

Закон “Про охорону праці” складається з преамбули та 8 розділів:

“Загальні положення”, “Гарантії прав громадян на охорону праці”, “Організація охорони праці”, “Організація охорони праці на виробництві”, “Стимулювання охорони праці”, “Державні міжгалузові та галузеві нормативні акти про охорону праці”, “Державне управління охороною праці”, “Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці”, “Відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці”. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні

Інструктажі

Мета інструктажу - навчити працівника правильно і безпечно для себе і оточуючого середовища виконувати свої трудові обов'язки.

На підприємстві існує кабінет охорони праці і інструктажі. По характеру і часу проведення інструктажів по охороні праці підрозділяються:

вступний інструктаж - проводиться з усіма працівниками, щойно прийнятими на роботу (постійну або тимчасову), незалежно від освіти, стажу роботи за цією професією або посади. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці. Місце проведення вступного інструктажу -- кабінет охорони праці або обладнане наочними матеріалами;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Охорона праці		2004.84.МР.14.010.ПЗ		
	Документ затверджено Гавва О.М.					
		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

первинний інструктаж - проводиться на робочому місці до початку роботи. Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб спільного фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці,

повторний інструктаж - проводиться на робочому місці із усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою - один раз на квартал, на інших роботах - один раз на півріччя. Інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, що виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі;

позапланований інструктаж - проводиться індивідуально з окремими працівниками однієї професії (при введенні і дії нових актів по охороні праці, при зміні технологічного процесу, обладнання, сировини).

Обсяг і зміст інструктажу визначається в кожному окремому випадку залежно від обставин, що спричинили необхідність його проведення;

цільовий інструктаж - проводиться із працівниками при виконанні разових робіт, що не пов'язані безпосередньо з основними роботами працівника, при ліквідації наслідків аварії і стихійного лиха тощо.

Аналіз виробничого травматизму

До обслуговування солодосушарки допускаються особи, знайомі з їх пристроєм і принципами роботи і отримали спеціальний інструктаж з техніки безпеки. Крім того, апаратник, повинен постійно підвищувати свою виробничу кваліфікацію. Для забезпечення нормальної роботи і запобігання аварій та травматизму необхідно строго дотримуватись правил експлуатації.

Розбирати солодосушарку має фахівець, який добре знає її пристрій, з дотриманням вказавши, наведених у книзі. Не можна працювати на

несправній установці при наявності посторонніх шумів, вібрації.

Рівень травматизму і профзахворювань на підприємствах залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стану трудової дисципліни. Значну роль у питаннях створення здорових і безпечних умов праці відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених для охорони праці і професіоналізму працівників.

Аналізуючи на протязі декількох років роботу солодового цеху, було встановлено, що основними видами травматизму є ушкодження електричним струмом, які сталися внаслідок того, що працював робітник зі станцією управління під напругою. Висока температура, надмірна вологість привели до втрати свідомості працівників. Неузгодженість дій, халатне відношення до небезпеки, призвели до цих наслідків.

Отже, для зниження рівня виробничого травматизму у галузі необхідно впроваджувати організаційні заходи, а також намагатися покращити трудову і виробничу дисципліну.

Фінансування заходів з охорони праці

Щорічні витрати на охорону праці складається з затрат на впровадження заходів, направлених на покращення умов праці і підвищення її безпечності, пільги та компенсації.

Витрати направлені на покращення умов праці і підвищення її безпеки на підприємствах складається з двох основних статей:

- номенклатурні заходи передбачені договорами по охороні праці;
- придбання спеціального одягу, взуття і інших засобів захисту, а також запобіжних пристроїв.

Фінансування заходів по охороні праці проводиться власником підприємства. Робітник не несе ніяких витрат при проведенні заходів по охороні праці.

Фінансування заходів по охороні праці повинно складати 0,5% від фонду оплати праці та від штрафних санкцій.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

У робочій зоні можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів:

- незахищених рухомих робочих органів шнеків, ковшів норії, стрічкових транспортерів, шнеків;
- електричного струму (при відсутності або ушкодженні заземлення чи занулення);
- підвищеної запиленості повітря (при вивантаженні сухого солоду);
- підвищеної температури солоду і поверхонь устаткування;

Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій необхідно дотримуватись таких вимог:

- не залишати працююче устаткування без нагляду та не допускати до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;
- працювати на справному устаткуванні, справними пристроями та інструментом;
- при виявленні несправностей повідомити безпосереднього керівника або ліквідувати їх самому, якщо це входить у ваші обов'язки;
- не наступати на переносні електричні проводи, що лежать на підлозі, не доторкатися до неізольованих або пошкоджених проводів, не відчиняти дверці електрошафи, та не ремонтувати електроустаткування, яке вийшло з ладу;
- переходити через конвеєри по перехідних містках, не підлазити під них;
- не виконувати роботи, які не входять у ваші обов'язки.

Не допускається управління устаткуванням, яке обслуговується іншими працівниками, крім його вимкнення при виникненні аварійної або

травмонебезпечної ситуації. На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки у спеціально відведених і обладнаних місцях.

Повітря робочої зони

Норми мікроклімату

Одним з основних факторів, який впливає на організм людини, являється температура. Для контролю температури повітря необхідно встановити два термометра.

Один повинен показувати температуру поступаючого повітря з вентилятора, другий - температуру в цеху. В зимовий період підігрів холодного повітря досягається системою опалення, а також за допомогою калорифера. В теплий період року температура повітря в цеху значно перевищує оптимальні норми.

Охолодження теплого повітря в цеху здійснюється шляхом підключення до калорифера холодоносія (холодну воду).

В цеху підтримується мікроклімат відповідний нормам санітарно-гігієнічних вимог. Температура повітря у виробничих приміщеннях підтримується в холодний період року $-22...24^{\circ}\text{C}$, а в теплий до $+28^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість повітря допускається до 75% Швидкість руху повітря до 0,5 м/с в холодний період, 0,2... 1,0 м/с в теплий період, Система вентиляції, яка використовується припливно-витяжна з використанням вентиляційної камери. Вона піклується про підтримання необхідного мікроклімату та про чистоту повітря у виробничому приміщенні. Опалення цеху здійснюється за допомогою котельної, розташованої на території заводу.

Гігієнічне нормування виробничого мікроклімату здійснюється ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. „Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”. Швидкості руху повітря, інтенсивності теплового випромінювання та зрівнюють їх з нормативними значеннями. Норми мікроклімату встановлюють в залежності від сезону року, категорії робіт. Сезони року ділять на теплий та холодний (середньодобова температура $> 10^{\circ}\text{C}$ і $< 10^{\circ}\text{C}$ відповідно).

Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

- удосконалення технологічних процесів та устаткування;
- раціональне розміщення технологічного устаткування;
- автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами;
- раціональна вентиляція, опалення та кондиціювання повітря;
- раціоналізація режимів праці та відпочинку;
- застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів;
- використання засобів індивідуального захисту.

Вентиляція виробничих приміщень

Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в солодосушильному приміщенні передбачена система вентиляції і опалювання за ГОСТ 12.100-76 СС Бт.

Для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними нормами, застосовують вентиляцію, яку в залежності від призначення розділяють на витяжну і припливну. В залежності від способу переміщення повітря вентиляцію ділять на природну, механічну і змішану. Природна вентиляція забезпечує допустимі умови роботи в більшості приміщень пивобезалкогольної промисловості. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати, очищувати

повітроводи. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні С; відносною вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м².

У солодосушильному відділенні передбачена штучна - загальнообмінна, припливно-витяжна вентиляція, постійно діюча. Крім цього ще передбачена аварійна вентиляція.

У непромислових приміщеннях передбачена як природна, так і штучна вентиляція, місцева припливно-витяжна. Також передбачене центральне опалення.

Шум і вібрація

Шум

Шум є одним із найбільш розповсюдженим фактором, що впливає на людину. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В результаті втоми, що виникає під дією шуму, збільшується кількість помилок при роботі, підвищується загроза виникнення травм, знижується продуктивність праці. Все це є однією з причин збільшення економічних витрат.

Джерелами шуму на пивоварному заводі є рух рідин по трубопроводах, та робота насосів, мішалок та іншого обладнання.

Заходи по зниженню шуму у виробничих приміщеннях.

Для зниження шуму в солодосушильних приміщеннях можуть бути використані такі методи:

- зменшення шуму в джерелі його виникнення;
- зміна напрямку випромінювання від джерела шуму;
- будівельно-акустичний;

- зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Зниження шуму в джерелі його виникнення найбільш раціонально.

У випадках, коли зменшити шум до допустимої величини загально-технічними заходами неможливо, застосовують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). В пивоварній промисловості рекомендується застосовувати наступні ЗІЗ: вкладиші протишумні з матеріалу ФПП-Ш "Беруши" і для захисту від високочастотного шуму з рівнем до 100 дБ; протишумні заглушки "Антифони"; каска протишумна ВЦНПОТ-2; навушники протишумні ПШ-00 і деякі інші. Вкладиші, які виготовлені з і перхлорвинілу типу ФПП, найбільш зручні, завдяки еластичній структурі та малому діаметру волокон вони не руйнують шкіру зовнішнього слухового каналу. Такі вкладиші еластичні і, заповнюють слуховий канал і не здійснюють неприємної дії на нього.

Вібрація

Гігієнічне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с. ГОСТ12.1012-90.ССБТ.

„ Вибрационная безопасность. Общие требования ” є основним документом, який визначає гігієнічні норми вібрації.

Джерелом вібрації на ділянці виробництва є насоси та вентилятори. Але для зменшення передачі їх локальних вібрацій, використовують віброізолюючі гумові прокладки, що встановлюються під опори насосів та вентиляторів.

Вібрація може викликати відносні зміщення сполучених поверхонь в з'єднаннях конструктивних елементів, і призводить до порушення функціонування машини (виходу з ладу). Для зниження рівня вібрації використовують різні засоби боротьби.

Загальні методи боротьби з вібрацією

- зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджуючих сил;
- регулювання резонансних режимів шляхом раціонального вибору приведеної маси або жорсткості системи, яка коливається;
- вібродемпферування – зниження вібрації за рахунок сили тертя демпферного пристрою, перехід коливальної енергії в теплову;
- динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткової маси або збільшення жорсткості системи;
- віброізоляція – введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку з метою послаблення передачі вібрацій суміжному елементу, конструкції або робочому місцю;
- застосування індивідуальних засобів захисту.

Для запобігання захворювань і травматизму потрібно:

- замінити ручну працю оператора на автоматичну, що різко знизить рівень травматизму рук при попаданні їх у вузли машини;
- біля устаткування, яке експлуатуються розмістити інструкції по експлуатації;
- огородити всі рухомі частини і пофарбувати огорожі в червоний колір;
- на видному місці розмістити план евакуації виробничого персоналу в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Освітлення

У солодосушильних приміщеннях використовується як природне освітлення так і штучне .

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
94

Природне освітлення здійснюється через віконні пройоми, що виконані у вигляді зашкленних дерев'яних рам. Штучне освітлення здійснюється за допомогою світильників. Освітленість приміщення при штучному світлі повинна бути не менше 30 лк. Крім робочого штучного освітлення є аварійне освітлення, яке дозволяє при відключенні робочого освітлення продовжувати обслуговування окремих видів обладнання і безпечну його експлуатацію, а також безпечну евакуацію людей.

Аварійне освітлення здійснюється світильниками з лампами розжарювання, які є в коридорах, на сходах, а також біля пультів управління і панелей КПіА.

На пивоварному заводі всі роботи відносяться до середньої точності розряду зорової роботи - IV.

Коефіцієнт природної освітленості визначаємо за формулою :

$$e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c$$

$$e_{IV} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,35\%$$

де: e_{IV} – коефіцієнт природної освітленості (КПО) для IV пояса світлового клімату;

e_{III} - коефіцієнт природної освітленості для III пояса світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату (0,9);

c - коефіцієнт сонячного клімату (1 ... 0,75).

Електробезпека виробничих приміщень

З точки зору електробезпеки виробничих приміщень пивоварні заводи відносяться до III групи - приміщення підвищеної небезпеки. У відповідності з цим встановлена безпечна напруга 12В, промислова частота 50 Гц, струм – постійний. Проводка у виробничих приміщеннях виконана ізольованими кабелями.

Для попередження грозових ударів всі об'єкти забезпечуються блискавкозахистом. Захист від прямих ударів блискавки здійснюється

установкою блискавковідводів, які складаються з блискавкоприймача, заземлювача і струмовідводу. Для захисту від електростатичної індукції все металеве обладнання з'єднується між собою так, щоб воно складало єдиний безперервний електричний ланцюг, який заземлюють в ряді місць.

Колективні засоби електрозахисту:

- заземлення всіх металевих не струмоведучих конструкцій електричного обладнання;

- застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;

- усі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;

- електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 4 м;

- всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

- приміщення цеху обладнується знаками безпеки;

- ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Індивідуальні засоби захисту від електричного струму:

- ізолюючі:

- а) основні (діелектричні рукавички, інструмент з ізольованими ручками);

- б) додаткові (діелектричні калоші, коврики та діелектричні підставки);

- огорожувальні (ізолюючі підкладки, клітки, переносні заземлення).

Пожежна безпека солодосушильних приміщень

Пожежна безпека повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку», Правил пожежної безпеки в Україні та вимогам відповідних нормативних актів.

Категорія приміщення відноситься до категорії В [11]. Вогнестійкість споруди - І .

Технологічне устаткування за нормальних режимів роботи повинно бути пожежобезпечним. На випадок небезпечних несправностей і аварій необхідно передбачити заходи, що обмежують масштаб і наслідки пожежі.

Технологічне устаткування, апарати, трубопроводи, арматура, в якій циркулюють речовини, що виділяють вибухонебезпечні пари, гази та пил, повинні, як правило, бути герметичними.

Апаратне відділення має бути обладнане автоматичною пожежною сигналізацією.

Усі виробничі приміщення мають бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири, тощо).

Також необхідно встановити на території підприємства пожежні щити. До комплекту засобів пожежегасіння, які розміщуються на ньому слід включити: вогнегасники – 3, ящик з піском -1, покривало – 1, гаки – 3, лопати – 2, сокири – 2, ломи – 2.

Мається в наявності пожежний водопровід з гідрантами і пожежними викидними рукавами.

Розподіл приміщень і будівель за категоріями щодо вибухопожежної і пожежної небезпеки враховується на стадії проектування для визначення відповідного ступеня їх вогнестійкості.

Заходи для ефективного вибору засобів гасіння пожеж, обладнання пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, створення запасу засобів гасіння.

Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях , в системах вентиляції , повітряного опалення і кондиціонування повітря.

Техніка безпеки

1. Приміщення солодового відділення повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією.

2. Шнекові транспортери повинні бути закриті , а кришки закріплені гвинтами або оснащені шарнірами і замками. Перекриття, призначені для пересування людей, повинні володіти достатньою несучою здатністю.

3. Приміщення цеху повинно бути чистим. Весь пил, обладнання, яке підлягає ремонту, має своєчасно прибиратися і зберігатися на спеціально відведених ділянках та площадках.

4. Розміщення та експлуатація електроустановок, електричних систем, пускорегулюючої контактно-вимірювальної і захисної арматури повинно відповідати вимогам "Правилам безпечної експлуатації, електроустановок споживачів".

5. Необхідно постійно слідкувати за правильністю змащування підшипників, своєчасним чищенням від пилу поверхонь електродвигунів і терміновим усуненням виявлених дефектів та несправностей. Не можна допускати нагрівання підшипників вище 55-60°C. Вузли та деталі машин, які обертаються, необхідно періодично перевіряти на збалансованість.

Вузли та деталі машин, які обертаються, необхідно періодично перевіряти на збалансованість.

Висновки

В цьому розділі було розглянуто шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати при впровадженні даного проекту, і способи боротьби з ними.

Правильне виконання розрахунку освітлення та підтримка нормованого мікроклімату має важливе значення для забезпечення нормованих і зручних умов праці обслуговуючого персоналу. В цілому можна виділити такі причини поганого стану охорони праці в галузі: використання недосконалого обладнання; низький рівень трудової дисципліни, обумовлений відсутністю економічних стимулів при проведенні норм і правил охорони праці та застосування економічних санкцій при їх порушенні.

Щоб покращити умови праці виробництва можна скористатися такими пропозиціями:

1. Для дотримання умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію від електропристроїв поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря в робоче приміщення за допомогою вентиляційної системи.

2. Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані.

3. Понизити рівень шуму на виробництві можна шляхом удосконалення будови звукопоглинаючих перегородок, стін, перекриттів; обладнанням устаткування спеціальними фундаментами або вітрозахисними амортизаторами.

4. Так-як уникнення шуму на робочому місці не є можливим, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту - шумозахисні навушники.

11. Заходи з охорони навколишнього середовища

Даний розділ повинен бути виконаний відповідно до ГОСТ 17.0.004-90 та СНіП 1.12.01-85. Концентрація шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, повинна відповідати СН 245-77 та СН 369-74.

Необхідно передбачати у проектах повну переробку та утилізацію відходів виробництва. З метою зниження забрудненості стічних вод, що передаються на міські очисні споруди, передбачати локальні відстійники для стічних вод. Для зменшення скидання виробничих вод передбачати повторне використання води.

Захист від шуму слід виконувати згідно зі СНіП II-12-77, ГОСТ 12.1.003-83. Для зниження рівнів звукового тиску до допустимої межі 65 дБА передбачати: глушники аеродинамічних шумів, звуковбирне облицювання приміщень і трубопроводів;

Для зниження параметрів вібрації передбачати: пружинні та гумові амортизатори під обладнання, установку двигунів, редукторів, вентиляторів на віброізолюючих опорах.

Безпека роботи обслуговуючого персоналу, розміщення обладнання, розміри проходів для його обслуговування, висота і обсяг виробничих приміщень повинні відповідати вимогам "Правил з техніки безпеки і виробничої санітарії в пивоварної та безалкогольної промисловості", а також вимогам нормативних документів.

Конструкція устаткування та його вузлів повинні забезпечувати безпеку та зручність при обслуговуванні, ремонті та санітарній обробці. Рухомі частини

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Заходи з охорони навколишнього середовища	200484.МР.14.011.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/143	

Всі тепловиділяючі поверхні устаткування повинні бути теплоізовані з таким розрахунком, щоб температура зовнішньої поверхні теплоізоляції не перевищувала:

- При температурі теплоносія понад 100 ° С - 45 ° С;
- При температурі теплоносія до 100 ° С - 35 ° С.

Устаткування або окремі частини, які є джерелом виділення вологи, газів і пилу повинні бути конструктивно укриті і максимально герметизовані. При недостатній герметизації устаткування повинне мати вбудовані пристрої, що вловлюють і видаляють шкідливі речовини, з очищенням викидається в атмосферу повітря до санітарних норм. Монтаж та експлуатація електроустановок повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.007-75 "Правил улаштування електроустановок", "Правил виготовлення вибухо-захищеного та рудникового електрообладнання ". Блискавкозахист виробничих приміщень, допоміжних і складських приміщень і споруд повинен здійснюватись відповідно до РД 34.21.122-87" Інструкцією по влаштуванню блискавкозахисту будівель і споруд ".

Для захисту від шуму в цехах повинні застосовуватися звукопоглинаючі конструкції у вигляді звуковбирною облицювання стін, стель і колон і т.д. Всі конструкції повинні виконуватися з негорючих і важкогорючих матеріалів.

Зберігання отруйних токсичних речовин має передбачатися в спеціальних закритих приміщеннях. Для видалення двоокису вуглецю з циліндро-конічних, бродильних і табірних танків слід передбачати стаціонарні трубопроводи.

12. Цивільний захист

Розроблення плану захисту виробничого персоналу від сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) на підприємстві ПАТ «Оболонь»

1. Характеристика можливої хімічної обстановки на підприємстві, прогноз хімічної обстановки

У технологічному процесі використовуються хімічні речовини, при порушенні технології застосування яких можливі ураження людей і завдання збитків навколишньому середовищу. Їх річні витрати становлять:

- сода каустична 25 т; – сода кальцинована 5 т;
- вуглекислота 750 т;
- гіпохлорит натрію марки «А» 7,3 т;
- аміак 1 т;
- газ природний 0,63 млн. м³.

Усі речовини використовуються в строгому дотриманні норм безпеки, технологій застосування з повною нейтралізацією й утилізацією, безпечні для життєдіяльності людини й навколишнього середовища.

Найбільшу небезпеку становить аміак, який використовується для виробництва холоду. Рідкий аміак R-717 – це СДОР IV класу токсичності, 2-ї групи небезпечних речовин, у людей викликає ураження нервової системи, мозку, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, призводить до ядухи, заподіює хімічні опіки.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Цивільний захист	2004.84.МР.14.012.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/15

Використання у виробництві СДОР – аміаку є визначальним чинником небезпеки підприємства, що належить до III-го ступеня небезпеки й має II-й клас підвищеної безпеки.

Оскільки на підприємстві є СДОР, то необхідно здійснювати прогнозування при аварії на компресорній установці з виливом аміаку (з аміачних машин, систем трубопроводів і дренажного ресивера), що призведе до загазованості приміщень із катастрофічними наслідками – вибухом, пожежею, може викликати ураження людей. Розрахунок здійснюють згідно з «Методикою прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті», затвердженою МНС, МАП, МЕПР, МЕ від 10.03.2001 р. №73/82/64/122.

Прогнозування поділяється на довгострокове (оперативне) і аварійне.

Довгострокове (оперативне) прогнозування здійснюється завчасно для визначення можливих масштабів зараження, сил і засобів, які можуть бути задіяні для ліквідації наслідків аварій, визначення втрат серед працівників заводу й населення, складання планів робіт й інших довгострокових (довідкових) матеріалів.

Для довгострокового (оперативного) прогнозування використовуються такі дані:

– загальна кількість небезпечних хімічних речовин (НХР); у цьому випадку приймається розлив НХР «вільно»;

– кількість НХР в одиничній максимальній технологічній ємності. У цьому випадку приймається розлив НХР у «піддон» або «вільно» залежно від умов зберігання НХР;

– метеорологічні дані: швидкість вітру в приземному шарі (1 м/с), температура повітря (20°C), ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) (інверсія), напрямок вітру (не враховується), поширення повітря (приймається в 315°);

– середня густота населення для даної місцевості (360 чел/ км²);

– ступінь наповнення ємності (приймається 70% від паспортного об'єму ємності);

- ємності з НХР при аваріях руйнуються повністю;

- заходи щодо захисту населення більш детально плануються на глибину зони можливого хімічного забруднення, що створюється протягом перших 4-ох годин після аварії.

За даними оперативного прогнозування можна провести такі розрахунки і отримати можливі результати аварії на ХНО:

Для спрощення розрахунків приймаємо об'єм розлитого аміаку Q₀ таким, що дорівнює максимально можливому – 0,8 т.

1. Визначаємо еквівалентну кількість аміаку у первинній хмарі, т, за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 * K_3 * K_5 * K_7 * Q_0,$$

де K₁ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР; у нашому випадку K₁=0,18;

K₃ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню значення вражаючої токсичної дози аміаку до значення вражаючої токсодози іншої СДОР []; K₃ = 0,04;

K₅ – коефіцієнт, що враховує ступінь СВСП; для інверсії – 1;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря; при 20°C $K_7=1$.

Тоді $Q_{e1}=0,18*0,04*1*1*0,8=0,0057$ т

2. За таблицю знаходимо глибину зони зараження первинною хмарою: $\Gamma_1 = 0,9$ км.

3. Визначаємо еквівалентну кількість аміаку у вторинній хмарі, т:

$$Q_{e2}=(1-K_1)*K_2*K_3*K_4*K_5*K_6*(Q_0/(h*d)),$$

де K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР;
 $K_2=0,025$

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у приземному шарі; $K_4=1$;

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після аварії (4 год)
 $K_6=3,03$;

h – висота шару розлитого аміаку на підстиляючі поверхню, при розливі «вільно» $h = 0,05$;

d – питома маса аміаку, $d = 0,68$ т/м³.

Тоді $Q_{e2} = (1-0,18)*0,025*0,04*1*1*3,03*(0,8/(0,05*0,68))=0,058$ т

4. Глибина зони зараження вторинною хмарою: $\Gamma_2= 0,9$ км.

5. Повна глибина зони зараження Γ :

$$\Gamma=\Gamma_2+0,5*\Gamma_1=0,9+0,5*0,9=1,35$$
 км

Порівнюємо визначене значення Γ з даними табл. Д.2., беремо менше (за таблицю – 20 км, розраховане – 1,35 км).

6. Визначаємо площу зони можливого хімічного забруднення S3MX3:

200484.MP.19.0000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
 UA

Аркуш
 105

$$S_{3MX3} = (\pi * \Gamma^2) / n,$$

де n – залежить від швидкості вітру; при 1 м/с $n=2$.

$$\text{Тоді } S_{3MX3} = (3,14 * 1,35^2) / 2 = 2,86 \text{ км}^2$$

7. Якщо треба, визначають час надходження хмари зараженого повітря до певного об'єкту, що знаходиться в радіусі $3MX3$:

$$T = x / v,$$

де x – відстань від джерела забруднення до об'єкту, км;

v – швидкість поширення переднього фронту зараженої хмари, км/год, визначають залежно від швидкості вітру.

8. Визначаємо можливі втрати персоналу в осередку ураження на заводі (чисельність працюючих 50 чол.; забезпеченість протигазами – 100%):

$$50 * 10 / 100 = 5 \text{ чол.}$$

Втрати виробничого персоналу розподіляються:

а). легкі ураження – 25% : $5 * 25 / 100 = 1,25 \text{ чол.};$

б). середньої важкості – 40% : $5 * 40 / 100 = 2 \text{ чол.};$

в). смертельні – 35% : $5 * 35 / 100 = 1,75 \text{ чол.}$

Результати розрахунків оперативного прогнозування подано у вигляді зведеної таблиці результатів (таблиця 1).

Таблиця 1. Результати розрахунків оперативного прогнозування

Джерело забруднення	Тип СДОР	Кількість СДОР, т	Глибина зони зараження, км	Площа зони можливого хімічного зараження, км ²	Втрати від СДОР, чол

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
106

Холодильна станція	Рідкий аміак	0,8	1,35	2,86	5
--------------------	--------------	-----	------	------	---

Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії на холодильних установках за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії й порядку дій у зоні можливого зараження. Для аварійного прогнозування використовуються аналогічні, але вже реальні дані безпосередньо з місця аварії. За цими даними проводять аналогічні розрахунки, уточнюючи тим самим результати оперативного прогнозування.

2. Порядок оповіщення виробничого персоналу

У випадку виникнення аварії у компресорній заводу на холодильній установці (ХУ) з виливом (викидом) аміаку чергові машиністи холодильних установок, які безпосередньо здійснюють технічну експлуатацію холодильних агрегатів і устаткування, повідомляють про виникнення аварії з виливом (викидом) аміаку чергового диспетчера (начальника зміни охорони) і чергову зміну відомчої охорони заводу по прямому радіозв'язку, встановленому безпосередньо на робочому місці машиніста.

Черговий диспетчер після доповіді Голові правління заводу з його дозволу дає вказівку машиністові ХУ зробити оповіщення персоналу заводу й населення умовним сигналом включення сирени С-40 – 5 разів, із тривалістю звучання 10 с, з інтервалом 10 с. Після завершення передачі інформації й оповіщення сиреною працівники компресорної виконують свої обов'язки відповідно до Інструкції й Плану ліквідації аварійних ситуацій.

Черговий диспетчер сповіщає й доповідає про те, що трапилося, згідно схеми оповіщення, а саме:

– викликає до місця виникнення надзвичайної ситуації аварійно-рятувальну групу;

– доповідає про результати проведеної розвідки місця аварії Голові правління підприємства, головному інженеру й начальнику штабу ЦО;

– по гучномовному зв'язку робить оповіщення працівників заводу згідно затвердженого тексту (нагадує про правильне застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і порядок евакуації робітників заводу, не задіяних у виробництві й проведенні аварійно-рятувальних робіт, у зазначений безпечний район);

– одержавши інформацію про аварію від старшого чергового машиніста ХУ, черговий диспетчер має право приймати рішення про оповіщення робітників, службовців, керівного складу заводу і з їхнього дозволу доповідати в Управління з надзвичайних ситуацій (НС) і цивільного захисту (ЦЗ) населення державної адміністрації міста, оперативному черговому Відділу внутрішніх справ міста, сповіщати керівників підприємств, установ і організацій, території яких потрапляють у зону можливого хімічного забруднення.

Оповіщення слід здійснювати згідно із затвердженою Схемою оповіщення за допомогою наявних засобів зв'язку заводу: сирени С-40, С-28 (старший зміни машиніст ХУ, начальник цеху розливу); гучномовний зв'язок (диспетчер, секретар приймальні); прямий зв'язок з Головним управлінням з НС міста (начальник штабу ЦО, диспетчер); телефонний зв'язок внутрішній (керівники структурних підрозділів); телефонний зв'язок міський (голова правління заводу, начальник штабу ЦО); пейджерний зв'язок (відділ збуту); радіотелефонний зв'язок (охорона, черговий диспетчер); мобільні телефони (керівники й командно-начальницький склад ЦЗ заводу). Схема узгоджується начальником ЦО заводу, начальником відділу з питань НС та ЦЗН міста, начальником відділу внутрішніх справ міста.

Наявний зв'язок забезпечує взаємодію аварійно-рятувальної групи зі структурними підрозділами заводу, керівний склад з підрозділами й вищестоящими організаціями міста.

Терміни збору складу штабу ліквідації НС, членів комісії з питань техногенно-екологічної безпеки, керівників структурних підрозділів, посадових осіб, особового складу аварійно-рятувальної групи на території заводу у випадку НС згідно схеми оповіщення становлять: у робочий час – 15 хв, у неробочий час і вихідні дні – 1 год. 30 хв.

Між заводом і підприємствами, установами й об'єктами, що перебувають у зоні можливого хімічного забруднення, введена парольна система. Парольне слово на випадок аварії – «Аміак». На випадок тренування, перевірки й навчань – «Тренування, Аміак!» – оголошується за 30 хв. до подачі сигналу сиреною С-40. Після передачі оповіщувачем встановленого сигналу з використанням парольної системи, уточнюється й записується підприємство, установа й організація, що прийняла інформацію, прізвище особи, що прийняла повідомлення.

3. Заходи захисту виробничого персоналу

Небезпека роботи на підприємстві, пов'язана з наявністю такої СДОР, як аміак, вимагає певних заходів захисту виробничого персоналу. Розглянемо їх.

1. Організація *інженерного захисту*. Інженерний захист населення, території, промислових і житлових об'єктів і споруд від надзвичайних ситуацій техногенного й природного характеру – це комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських і раціонально – правових заходів, які забезпечують попередження й реагування на надзвичайні ситуації й ліквідацію їхніх наслідків.

Заходу інженерно-технічного захисту передбачають:

- планування й організацію укриття населення згідно з його приналежністю до груп (робоча зміна, населення, що проживає в небезпечній зоні) у захисні споруди ЦЗ, що відповідають вимогам ДБН В 2.2.5–97 «будівлі і споруди. Захисні споруди цивільної оборони»;
- створення фонду захисних споруд ЦО згідно з вимогами СН і П 2.01.51–90 «Інженерно-технічні заходи цивільної оборони»;
- якщо підприємство не є категорованим по цивільній обороні і, відповідно, не має власних захисних споруд, то Головне управління з питань НС міста, де розташований завод, обов'язково повинне винести рішення про місце укриття найбільшої робочої зміни заводу.

Для екстреного укриття працівників заводу у випадку НС з виливом (викидом) аміаку можуть бути використані підвальні приміщення. Також повинна бути передбачена евакуація у безпечні зони.

2. Організація *хімічного захисту*. Для виявлення і уточнення хімічної обстановки організується розвідка, спостереження і постійний контроль.

Хімічний контроль організовується начальником штабу ЦО заводу і здійснюється особовим складом ланки радіаційно-хімічного спостереження. Контроль ведеться з моменту оголошення режиму підвищеної готовності розвідником-хіміком, а також силами виробничої лабораторії, спеціально підготовленими особами для проведення цих робіт. Для проведення радіаційно-хімічного контролю й розвідки ланка радіаційно-хімічного спостереження забезпечені приладами згідно встановлених норм, прилади справні, перевірка здійснюється згідно плану, облік результатів дозиметричного й хімічного контролю ведеться згідно «Положення про

дозиметричний і хімічний контроль у ЦО» і відображається у формалізованих документах.

3. Організація і здійснення *спеціальної обробки*. Спеціальна обробка включає проведення дегазації й дезактивації території, будинків, техніки, устаткування, сировини й продукції при зараженні отруйними, небезпечними хімічними речовинами (зокрема аміаком). Спеціальна обробка може бути частковою або повною. Виконання вимог цього виду захисту досягається своєчасним пристосуванням об'єктів комунально-побутового обслуговування й транспортних підприємств для проведення спеціальної обробки.

На заводі для виконання цієї роботи можуть бути залучені працівники цехів і допоміжних підрозділів, що мають відповідну матеріальну базу.

Для захисту персоналу заводу від ураження застосовуються засоби індивідуального захисту органів дихання, тіла людини.

З огляду на короткий час утворення й проходження хмари зараженого повітря при викиді аміаку й утворення зони хімічного забруднення (ЗХЗ), невідкладними й першочерговими заходами є:

а) оповіщення персоналу й населення про аварію згідно «Схеми оповіщення»;

б) локалізація джерела забруднення силами чергової зміни компресорної, спецформуванням заводу. При неможливості ліквідувати наслідки аварії силами заводу слід викликати оперативно-рятувальну службу міста;

в) встановлення водяних завіс увімкненням гідрозавіси, комунально-поливальної машини, гідрантів, водороздаточних кранів. При неможливості ліквідувати хмару зараженого повітря силами заводу слід викликати

спецзагін державної пожежної охорони МВС України;

г) застосування засобів індивідуального захисту при аварії з викидом (виливом) аміаку (приладів ИП-4, протигазів КД, захисних костюмів Л-1, кислотних ватно-марлевих пов'язок), герметизація приміщень й евакуація працівників і населення із зараженої зони.

4. *Забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).* Забезпечення ЗІЗ досягається: завчасним нагромадженням і підтримкою в готовності ЗІЗ, приладів хімічної, радіаційної розвідки й дозиметричного контролю. У першу чергу, забезпечується позаштатне невоєнізоване аварійно-рятувальне формування ЦО заводу, що призначене для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт у забрудненій СДОР зоні, потім забезпечуються робітники та службовці заводу. Забезпеченню ЗІЗ також підлягає населення, що проживає поблизу заводу в зоні можливого хімічного зараження.

Видача СІЗ й приладів РХР проводиться на пункті видачі майна ЦО, (склад МТЗ заводу) силами ланки видачі майна ЦО.

5. *Організація медичного захисту.* На заводі є медичний пункт, в якому працює лікар місцевої поліклініки. Медичний пункт заводу укомплектований необхідними медичним устаткуванням, препаратами й засобами для надання долікарської допомоги у випадку виникнення НС на виробництві з ураженням працівників на різних етапах ліквідації наслідків аварії, пов'язаної зі СДОР.

Еколог виробничої лабораторії, фельдшер медпункту, разом з особовим складом позаштатної санітарної ланки аварійно-рятувальної групи надають долікарську медичну допомогу й евакуюють потерпілих автотранспортом заводу або медичної служби надзвичайних ситуацій в медичні установи міста за показниками уражень потерпілого.

6. Організація і проведення *евакуаційних заходів*. Евакуація – комплекс заходів щодо організованого виведення (вивезення) населення й персоналу заводу з районів (місць), зон можливого впливу наслідків надзвичайних ситуацій і розміщення його в безпечних районах (місцях) у випадку виникнення безпосередньої загрози життю й заподіяння шкоди здоров'ю людей. Евакуація працівників підприємства планується при надзвичайних ситуаціях на об'єктовому рівні та при надзвичайних ситуаціях державного й міського рівня.

4. Сили і засоби, що залучаються для ліквідації наслідків аварії

До складу сил і засобів цивільного захисту заводу входить позаштатне невоєнізоване формування ЦЗ – аварійно-рятувальна група, що використовується для виконання завдань по попередженню й реагуванню на надзвичайні ситуації в межах території заводу. Аварійно-рятувальна група оснащена поливо-миючими машинами – 2 шт., вантажними автомобілями – 5 шт., легковими автомобілями – 2 шт., зварювальними агрегатами – 3 шт., газорізами – 1 шт.

Аварійно-рятувальна група складається з:

- ланки аварійно-рятувальних робіт (24 чол.; керівництво й організація покладаються на відділи: головного енергетика (ВГЕ), головного механіка (ВГМ), на авто- й електротранспортну ділянки);

- ланки пожежогасіння (10 чол.; керівництво й організація покладаються на ремонтно-будівельну діляницю (РБД) й ВГЕ);

- ланки радіаційно-хімічного спостереження (3 чол.; керівництво й організація покладаються на виробничу лабораторію);

- санітарної ланки (7 чол.; керівництво й організація покладаються на здравпункт заводу та еколога виробничої лабораторії);

- ланки зв'язку й оповіщення (3 чол.; керівництво й організація покладаються на службу контрольно-вимірювальних приладів і автоматизації);

- ланки охорони громадського порядку (10 чол.; керівництво й організація покладаються на відомчу охорону заводу);

– ланки видачі ЗІЗ (5 чол.; керівництво й організація покладаються на відділ матеріально-технічного забезпечення (МТЗ).

1. Ланка аварійно-рятувальних робіт призначена для ліквідації аварії на аміачній установці, інших можливих аварій, надання допомоги потерпілим; укомплектовується з урахуванням необхідності проведення робіт в автономному режимі до усунення аварійної ситуації; перебуває в стані постійної готовності.

2. Ланка пожежогасіння діє по прямому призначенню у випадку пожежі і здійснює встановлення гідрозавіси, змив території у випадку аварії й виливу (викиду) аміаку. У повсякденній діяльності контролює наявність і справність протипожежного інвентарю, стан гідрантів, стендерів, колодязів, зливнівок, артезіанських свердловин, наповнення протипожежного резервуара, проводить тренування по підвищенню готовності до дії.

3. Ланка радіаційно-хімічного спостереження контролює забруднення території аміаком у випадку його витоку, проводить радіоактивний контроль території, сировини, устаткування, техніки, продукції і майна заводу.

4. Санітарна ланка надає долікарську допомогу потерпілим при надзвичайних ситуаціях, що виникли на території заводу, при цьому використовує сили й засоби здравпункта заводу.

5. Ланка зв'язку й оповіщення всіма наявними видами зв'язку забезпечує безперебійний зв'язок і оповіщення людей у будь-якому ступені

готовності цивільного захисту заводу. Засобами передачі інформації є: міський телефонний зв'язок; внутрішній телефонний зв'язок; мобільний зв'язок; радіотелефонний зв'язок; локальний (прямий) зв'язок з оперативним черговим Головного управління з НС міста; гучномовний зв'язок по території заводу; сирени (С-40 – одна шт.; С-28 три шт.); інформаційний бюлетень.

Порядок збору й передачі інформації з питань захисту працівників заводу, населення й території від наслідків надзвичайних ситуацій і обміну цією інформацією регламентується табелем термінових повідомлень, класифікатором надзвичайних ситуацій, регламентами подачі інформації (повідомлень) про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій. Джерелами інформаційних повідомлень і керівництвом до дій цивільного захисту заводу є Закон і Положення про ЦО України, накази й розпорядження Управління з НС і вищестоящих штабів ЦО, повідомлення періодичної преси й ЗМІ з цивільного захисту.

6. Ланка охорони громадського порядку забезпечує охорону майна заводу, громадський порядок, організоване виведення робітників та службовців з території заводу при евакуації.

7. Ланка видачі засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і майна цивільного захисту забезпечує зберігання майна ЦЗ, своєчасне оновлення, припасування й видачу майна позаштатному аварійно-рятувальному формуванню, робітникам та службовцям заводу.

Фінансування заходів цивільного захисту здійснюється відповідно до затвердженого кошторису на поточний рік. За використання сил і засобів цивільного захисту, строки їхньої готовності відповідають керівники служб і структурних підрозділів заводу. Організація взаємодії підрозділів цивільного захисту заводу й за необхідності надання допомоги при ліквідації наслідків

надзвичайних ситуацій силами цивільного захисту району й міста покладається на керівництво підприємства.

Можливості сил і засобів (62 чоловіки особового складу і 13 одиниць техніки), що залучаються для ліквідації аварії, за 10 год. роботи:

- дегазація ділянок місцевості з твердим покриттям шириною 6 м;
- локалізація осередків від СДОР – до 2;
- визволення з-під завалів та евакуація потерпілих – до 200 чол.;
- відкопування з-під завалів аварійних виходів та завалених сховищ – 3–7.

Висновки

Отже, розробка плану захисту персоналу від СДОР є невід’ємною складовою цивільного захисту на підприємстві. Розроблений у даному проекті план захисту підприємства є запорукою швидкого інформування персоналу, сусідніх з підприємством організацій, установ і населення, а також забезпечує ефективне і правильне реагування на аварійну ситуацію в результаті викиду СДОР (аміаку). Сили і засоби, що залучаються для ліквідації наслідків аварії з виливом (викидом) СДОР (у складі 62 чоловік та 13 одиниць техніки), забезпечать виконання максимально можливого обсягу аварійно-рятувальних робіт, евакуаційних заходів з мінімальними матеріальними втратами та без людських жертв.

13. Техніко-економічні розрахунки

Основними показниками, які характеризують економічну ефективність щодо впровадження нових заходів є: капітальні витрати, термін окупності, коефіцієнт економічної ефективності, додатковий прибуток, підвищення продуктивності праці, економія матеріальних витрат, народногосподарчий економічний ефект.

Економічна ефективність модернізації машини для висушування солоду проявляється в різних формах, тому при оцінці необхідно розраховувати, аналізувати ряд додаткових показників, які конкретно характеризують дане підприємство і дають необхідні дані для аналізу про його технічні, економічні та інші переваги і недоліки для додаткового аналізу того чи іншого рішення.

Для виконання розрахунків використовую звітні фактичні техніко–економічні показники підприємства, які подаю в таблиці (таблиця 1.).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удадов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Василенко В.М.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко–економічні розрахунки	2004.84.МР.14.013.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/	

№ п/п	Назва показників	Одини ця	Базовий варіант	За проекто м	Приміт ка
1	2	3	4	5	6
1.	Річний об'єм виробництва солоду	тон	10000	10000	По данім заводу
2.	Чисельність працюючих солодовеного цеху	чол.	8	8	
3.	Термін експлуатації обладнання	років	7	5	
4.	Кількість робочих днів у рік	діб	330	330	
8.	Тарифна ставка робітника 4 – го розряду	грн/год	10,88	10,88	
9.	Премії робітникам	%	50	50	
10.	Витрати на ремонт та експлуатацію обладнання	%	6	6	По
11.	Норма амортизаційних відрахувань	%	18,6	18,6	
12.	Витрати електроенергії	кВт·год	75	44	
13.	Витрати пари	т/год	0,8	0,56	
14.	Вартість 1 кВт·год електроенергії	грн.	0,86	0,86	
15.	Коефіцієнт використання виробничої потужності	-	0,8	0,8	

200484.MP.19.0000.P3

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UAАркуш
118

16.	Оптово – відпускна ціна 1 тони солоду	-	2160	2160	даним заводу
17.	Собівартість 1 тони солоду	грн.	1800	Розрах.	
18.	Витрати на охорону праці	%	1	1	
19.	Відрахування у соціальні виплати	%	37,18	37,18	
20.	Вартість модернізації солодосушарки	тис.грн	-	Розрах.	
21	Вартість скляного теплообмінника	тис.грн	-	1,0	

1. Розрахунок обсягу капітальних витрат (інвестицій)

Капітальні витрати (поточні інвестиції) на впровадження проекту визначаємо на основі кошторисно-фінансових розрахунків.

Кошторисно-фінансовий розрахунок на придбання необхідних матеріалів для модернізації (табл.12.2)

Обладнання	Кількість одиниць(шт.)	Вартість одиниці (гри.)	Повна вартість зурахуванням транспортних 5%, складських 1% проектні кошти 4%, монтажних 9% витрат(грн.) Всього 19%
Варіатор швидкості	1	7500	8925

Повна вартість нового обладнання розраховується по формулі:

$$C_n = B_m + B_i,$$

де B_m - витрати на основні матеріали, куповані вироби і напівфабрикати;

B_i –витрати по заробітній платі на утримання і експлуатацію обладнання (беремо 80% від B_m).

Витрати на основні матеріали, куповані вироби і напівфабрикати розраховуємо за формулою:

$$B_m = \sum \Pi_m \cdot \frac{M_m}{K_b},$$

де Π_m – вартість матеріалів машини ;

M_m - маса матеріалів;

K_b - коефіцієнт використання матеріалів ($K_b = 0,6 - 0,8$).

Для модернізації обладнання нам необхідно затратити 7500 грн. на купівлю варіатора швидкості.

$B_m = 8925$ грн. , витрати на основні матеріали, куповані вироби.

Обчислюємо B_i (B_i – витрати на заробітну плату та експлуатацію обладнання (70% від B_m .))

$$B_i = 8925 \cdot 0,7 = 6247 \text{ грн.}$$

Отже, вартість модернізації обладнання складе :

$$C_n = 8925 + 6247 = 15172 \text{ грн.}$$

На основі кошторисно – фінансових розрахунків визначаємо одночасні додаткові (нові) капітальні витрати (початкові інвестиції).

200484.MP.19.0000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
120

$$K_{\text{дод}} (\text{ПІ}) = K + Д - Л + K_{\text{ін}} + O_6 ,$$

де K – початкова вартість впроваджу вального обладнання ($K = K_0 + K_{\text{тр}} + K_{\text{заг}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{м}}$), що включає:

K_0 – кошторисна вартість обладнання;

$K_{\text{тр}}$ – транспортні витрати (5 % вартості обладнання);

$K_{\text{заг}}$ – заготівельно – складські витрати (1,0 – 1,25% вартості обладнання);

$K_{\text{пр}}$ – витрати на проектування (3 – 4 вартості обладнання);

$K_{\text{м}}$ – витрати на монтаж (8 – 10 % вартості обладнання);

$Д$ – витрати на демонтаж обладнання, що замінюється – 50% вартості монтажу;

$Л$ – ліквідаційна вартість обладнання;

$K_{\text{ін}}$ – інші капітальні вкладення;

O_6 – одночасне зростання або зниження суми оборотних коштів, пов'язаних з реконструкцією (враховується в разі зростання або зниження обсягу виробництва в межах 10%).

2. Розрахунок обсягу виробництва і реалізації продукції

Впровадження нової техніки, як результат, повинно дати зниження собівартості продукції і додатковий прибуток. З цією метою розраховують собівартість продукції. За статтями кошторису, а поточні витрати, що змінюються, - виходячи з річного обсягу виробництва продукції.

Річний обсяг виробництва: $OB = 10000$ тонн/рік.

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
121

Виходячи з цього ОВ у грошовому вимірі:

$$ОВ_{гр.} = ОВ \cdot Ц = 10000 \times 2160 = 21,6 \text{ млн. грн.},$$

де Ц – оптово – відпускна ціна 1 тонни солоду.

Таблиця 3.

Обсяг виробництва продукції у натуральному і вартісному виразі

№ п/п	Вид продукції	Одиниця виміру	Річний виробіток, т	Оптова ціна підприємства, грн.	Товарна продукція, млн.грн.
1.	Ячмінний солод	1 тонна	10000	2160	21,6

3. Розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати

Тарифна ставка робітника 4 – го розряду – 10,88 грн.

Число працюючих як до впровадження так і після – 8 чоловік.

Кількість діб роботи заводу за рік – 330 діб.

Число змін – 3.

Розрахунок основної заробітної плати по відділенню:

$$ЗП = 8 \cdot 330 \cdot 8 \cdot 10,88 = 73497,6 \text{ грн.}$$

Додаткова зарплата:

200484.МР.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

*Мова
UA*

*Аркуш
122*

а) преміальні виплати (50%)

$$73497,6 \cdot 0,5 = 36748,8 \text{ грн.}$$

б) Доплата за роботу у нічні години. Нічні години встановлюються з 22.00 до 6.00. Якщо за кожну нічну годину доплата становить 45%, то до фонду основної заробітної плати це буде становити 15 % ($45 \cdot 8/24$):

$$73497,6 \cdot 0,15 = 11024,64 \text{ грн.}$$

в) Доплати за роботу у вечірні години складуть 20 % годинної тарифної ставки за кожну годину роботи у вечірню зміну (з 16.00 до 22.00).

Відсоток до фонду основної заробітної плати встановлюється аналогічно наведеному, виходячи з 6 год. Роботи у вечірню зміну ($20 \cdot 6/24 = 5\%$):

$$73497,6 \cdot 0,05 = 3674,9 \text{ грн.}$$

г) Вихідні та святкові дні (12,4 %):

$$73497,6 \cdot 0,124 = 9113,7 \text{ грн.}$$

д) За вислугу років (5,9 %):

$$73497,6 \cdot 0,059 = 4336,36 \text{ грн.}$$

е) за виконання державних обов'язків (0,8 %):

$$73497,6 \cdot 0,008 = 587,99 \text{ грн.}$$

Разом додаткова заробітна плата:

$$36748,8 + 11024,64 + 3674,9 + 9113,7 + 4336,36 + 587,99 = 65486,39 \text{ грн.}$$

Разом основна заробітна плата + додаткова заробітна плата:

$$73497,6 + 65486,39 = 138983,99 \text{ грн.}$$

Розрахунок оплати відпусток:

Оплату щорічних і додаткових відпусток визначаємо, виходячи із середньої заробітної плати робітників за 1 люд. – день і середньої

$$\text{тривалості відпустки: } \frac{138983,99}{330} \cdot 24 = 10107,93 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальний річний фонд заробітної плати:

200484.MP.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
123

$$138983,99 + 10107,93 = 149091,92 \text{ грн.}$$

Відрахування із заробітної плати:

- відрахування на соціальні витрати (37,18 %):

$$149091,92 * 0,3718 = 55432,4 \text{ грн.}$$

- прибутковий податок (13 %):

$$149091,92 * 0,13 = 19381,95 \text{ грн.}$$

№ пор.	Професія	Наявна кількість робітників на добу, чол.	Тарифний розряд	Денна тарифна ставка, грн.	Кількість днів роботи підприємства за рік	Трудомісткість, (гр. 3 - 6)	Річний фонд основної заробітної плати, грн.	Фонд додаткової заробітної плати, грн.							Річний фонд заробітної плати, всього
								Премії 50 %	За роботу у внічні години 15 %	За роботу у вечірні години 20%	За роботу у вихідні та святкові дні 12,4%	За вислугу років 5,9 %	За виконання державних та інших обов'язків 0,8%	Оплата щорічних і додаткових відпусток	
1. До і після впровадження	Солодушільник	8	4-й	10,88	330	4	73497,6	36748,8	11024,64	3674,9	9113,7	4336,36	587,99	10107,93	149091,92

Таблиця 4. Розрахунок чисельності працюючих і фонду оплати праці

4. Розрахунок собівартості продукції.

Впровадження нового обладнання в результаті, повинно дати зниження собівартості продукції і додатковий прибуток. З цією метою визначаємо поточні витрати, що змінюються, виходячи з річного обсягу виробництва продукції. Тобто це зміна витрат по заробітній платі, відрахувань на соціальне страхування, на охорону праці, на утримання і експлуатацію обладнання, на електроенергію та ін.

200484.МР.19.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
124

Розрахунок зміни витрат на електроенергію:

$$B_{el} = \frac{N_{вст} \cdot K_{вих} \cdot K_{втр} \cdot K_{ч} \cdot T \cdot Ц_e}{K_{кд}},$$

де - $N_{вст}$ – сумарна встановлена потужність електродвигунів, кВт
($N_{вст} = 75$ кВт);

$K_{вих}$ – коефіцієнт використання потужності електродвигунів (0,7 – 0,9);

$K_{втр}$ – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в електромережі заводу – 1,06;

$K_{ч}$ – коефіцієнт завантаження електродвигуна в часі (0,41);

T – річний фонд роботи обладнання (7920 годин);

$Ц_e$ – вартість 1 кВт – год електроенергії, грн.;

$K_{кд}$ – коефіцієнт корисної дії електродвигуна – 0,9.

до впровадження:

$$B_{el} = \frac{75 \cdot 0,8 \cdot 1,06 \cdot 0,41 \cdot 7920 \cdot 0,86}{0,9} \times 2 = 110145 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на електроенергію після впровадження нової техніки:

$$B_{el} = \frac{44 \cdot 0,8 \cdot 1,06 \cdot 0,41 \cdot 7920 \cdot 0,86}{0,9} \times 2 = 64618,42 \text{ грн.}$$

Витрати на охорону праці (1 %):

$$0,01 \cdot 21600000 = 216000 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань становить 18,6 % від вартості обладнання:

200484.МР.19.000.ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 125
---------------------	------------	--------------	------------	--------------

$$0,186 \cdot 8925 / 1,2 = 1521,52 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт обладнання:

$$0,1 \cdot 8925 / 1,2 = 693,97 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 5.

Статті витрат собівартості, що мінюються

№	Статті витрат, змінюються	До впровадження нової техніки	Після впровадження нової техніки	Результат Економія /-/, збільшення +/-
1	Витрати на зарплату основну і додаткову	149091,92	149091,92	-
1	Амортизаційні відрахування	-	1521,52	+ 1521,52
2	Витрати на ремонт	-	693,97	+ 693,97
3	Витрати на електроенергію	110145	64618,42	- 45526,58
	Разом:	259236,92	215925,83	- 43311,09

Собівартість одиниці продукції після впровадження заходів

визначимо:

$$C_2 = C_1 - (C_1 - C_2) = C_1 - \Delta C_0,$$

де ΔC_0 – додатковий прибуток на одиницю продукції;

C_1 – повна фактична (планова) собівартість одиниці продукції до впровадження проектних заходів.

$$\Delta C = \frac{43311,09}{20000} = 2,19 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції після впровадження заходів:

$$C_2 = 1800 - 2,19 = 1797,81 \text{ грн.}$$

5. Визначення основних показників економічної ефективності проекту

На основі попередніх розрахунків визначаємо додатковий прибуток, термін окупності, зниження собівартості одиниці продукції, чистий грошовий потік, чисту нинішню вартість проекту, термін повернення інвестицій, підвищення рівня механізації праці та ін.

Додатковий прибуток за умов незмінного обсягу виробництва дорівнює сумі зниження собівартості, тобто

$$\Delta\P_p = \Delta C_0 = (C_1 - C_2) \cdot A;$$

де $\Delta\P_p$ – додатковий прибуток;

A – річний обсяг виробництва продукції в натуральному виразі.

$$\Delta\P_p = 2,19 \cdot 10000 = 21900 \text{ грн.}$$

Виходячи з цього термін окупності капітальних вкладень розраховуємо за формулою:

$$T = \frac{K_{\text{заг}}}{(\Delta\P_p - n)},$$

$$T = \frac{8925}{(21900 - 21900 \cdot 0,19)} = 0,2 \text{ роки}$$

Зниження собівартості одиниці продукції:

$$\%C = \frac{(C_1 - C_2) \cdot 100}{C_1} = \frac{1800 - 1797,81}{1800} = 0,0023\%.$$

6. Розрахунок доцільності капітальних вкладень з урахуванням дисконтування протягом певного терміну його служби

Термін служби проекту визначаємо, виходячи з норми

$$\text{амортизаційних відрахувань на обладнання: } T_{\text{ст}} = \frac{100}{A_{\text{м}}} = \frac{100}{18,6} = 4,56,$$

де $A_{\text{м}}$ – норма амортизаційних відрахувань, %.

Визначаємо чистий генерований грошовий потік:

$$\text{ГП} = \Delta \text{П}_p \cdot (1 - \text{п}) + A_{\text{м}} (K_{\text{дод}} - \% \text{ПДВ}) = 21900 \cdot (1 - 0,25) + 0,186 \cdot (8925 - 0,19 \cdot 8925) = 33955,16 \text{ грн.}$$

де $A_{\text{м}}$ – річний фонд амортизації;

п – податок на прибуток.

Тривалість життєвого циклу проекту

$$T_{\text{ж.ц.}} = 100 : 18,6 = 5 \text{ років}$$

Чиста теперішня вартість проекту.

Методом дисконтування визначаємо вартість майбутніх доходів.

Під потоком реальних грошей по суті розуміють, або надходження грошових коштів (притоки реальних коштів), або платежів (відтоки реальних грошей). При цьому враховується той факт, що сума грошей яка є в наявності на даний момент має більшу цінність ніж та сама сума в майбутньому.

Вплив фактору часу на ціну грошей усувається шляхом дисконтування грошових потоків, тобто приведення їх до теперішньої вартості за допомогою % ставки Національного Банку України, яка характеризує відносну зміну ціни грошей за певний період.

Чиста теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту визначається як сума теперішньої вартості за кожний рік за формулою:

$$\text{ЧТВ} = \sum_{i=0}^{i=k} \frac{\text{ЧГП}(t)}{(1 + p)^t},$$

де k – життєвий цикл проекту, $k = 5$;

r – ставка дисконту, яка приймається на рівні ставки рефінансування НБУ (20%).

Приймаємо до уваги, що початкові інвестиції будуть внесені протягом першого року впровадження проекту (в розрахунках це буде 0 рік), а додатковий прибуток завод почне отримувати від цього проекту починаючи з другого року в розрахунках це буде 1-5 роки.

Теперішня вартість для 0 року складе $T_0 = - 3346,69$ грн.

$$T_{01} = \frac{8925}{(1 + 0,2)^1} = 6928,89 \text{ грн.}$$

$$T_{02} = \frac{8925}{(1 + 0,2)^2} = 5783,04 \text{ грн.}$$

$$T_{03} = \frac{8925}{(1 + 0,2)^3} = 4819,22 \text{ грн.}$$

$$T_{04} = \frac{8925}{(1 + 0,2)^4} = 4016,01 \text{ грн.}$$

$$T_{05} = \frac{8925}{(1 + 0,2)^5} = 3346,69 \text{ грн.}$$

Чиста теперішня вартість проекту:

$$\begin{aligned} ЧТВ &= \sum_{i=0}^{i=7} T_{0i} - ПІ = -8925 + 6928,89 + 5783,04 + 4819,22 + 4016,01 + 3346,69 = \\ &= 21679,1 \end{aligned}$$

$$ЧТВ = 21679,1 \text{ грн.}$$

$$\text{Індекс доходності: } ІД = \frac{ЧТВ}{ПІ} = \frac{21679,1}{8925} = 2,6$$

$$2,6 > 0$$

Проект має право на життя.

Середньорічна теперішня вартість проекту

$$\overline{ТВ} = \frac{ЧТВ + ПІ}{5} = \frac{21679,1 + 8925}{5} = 4286,67 \text{ грн.}$$

Дисконтований гарантований період повернення інвестицій

$$T_{\text{диск}} = \frac{III}{TB} = \frac{8925}{4286,67} = 1,94 \text{ року}$$

$$\text{Індекс прибутковості } III = \frac{ЧТВ + III}{III} = \frac{21679,1 + 8925}{8925} = 3,6$$

Таблица 6. **Техніко-економічні показники**

№ п/п	Назва показника	Одиниці вимірювання	Базовий варіант	Проект. варіант
1	Виробнича потужність	т/рік	10000	10000
2	Виробнича програма - у натуральному виразі	грн.	-	21900
3	Середньоспискова чисельність $Ч_{\text{пвп}}$	чол.	8	8
4	Додаткові капітальні витрати (ПІ)	грн.	-	8925
5	Додатковий прибуток	грн.	-	21900
6	Термін окупності	роки	-	0,2
7	Індекс дохідності	-	-	2,6
8	Індекс прибутковості	-	-	3,6
9	Дисконтований період повернення інвестицій	роки	-	1,94

Висновок: Наведені техніко економічні обґрунтування та розрахунки основних показників економічної ефективності методом дисконтування свідчать про те, що даний проект має право на життя. Тобто може бути впроваджений у виробництво, як такий, що технічно можливий і доцільний та економічно ефективний.

Висновки

В ході виконання дипломного проекту був проведений огляд пивоварної галузі, аналіз існуючих конструкцій та технологічних рішень процесу солодосушіння за допомогою солодосушарки типу ЛСГА, що дозволило визначитися з модернізацією, яка полягає в заміні привода на варіатор швидкості для регулювання швидкості вивантажувальних валків.

Були здійснені необхідні розрахунки, а саме: кінематичний розрахунок; технічний розрахунок; механічний розрахунок та конструктивний розрахунок .

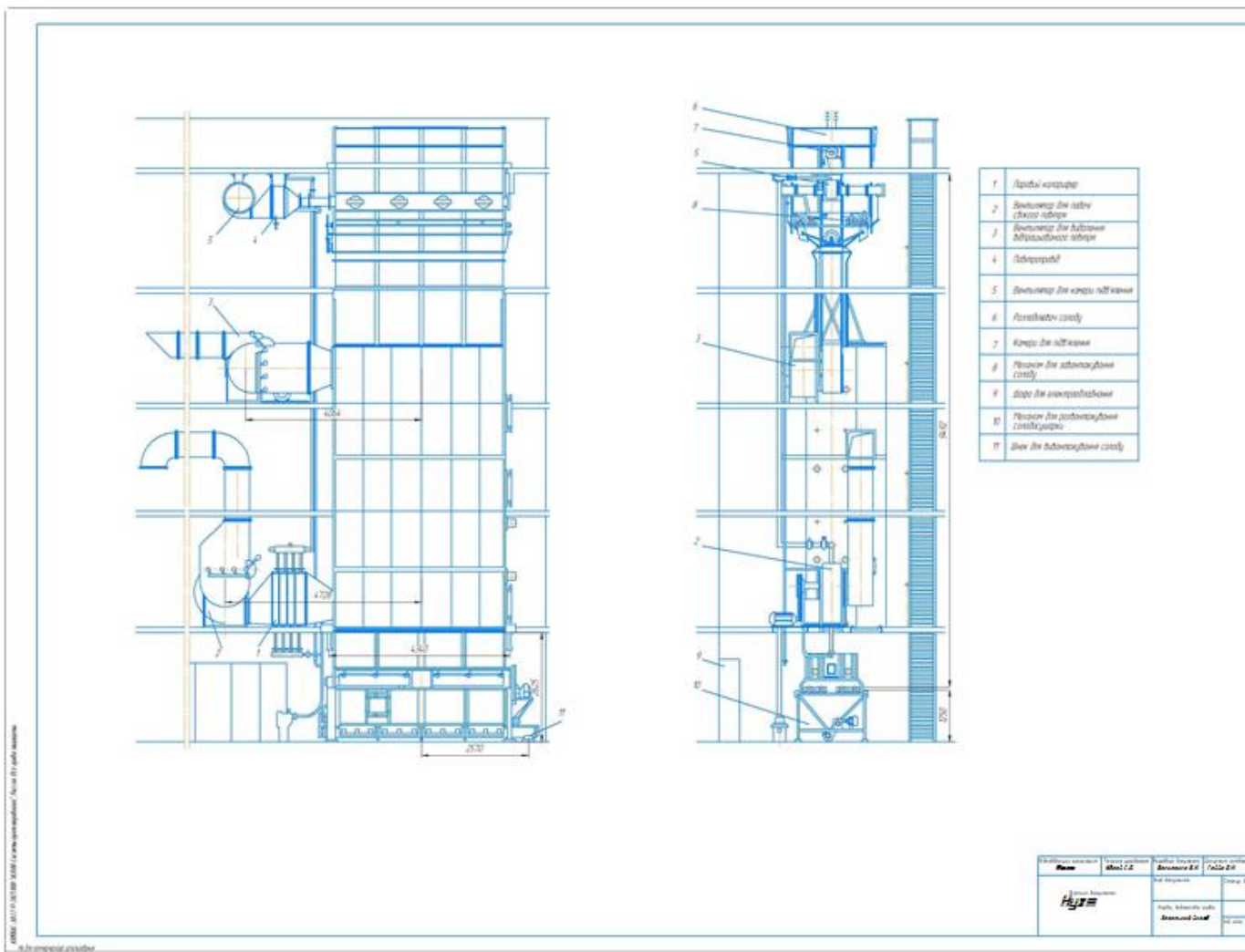
Висвітлені питання з монтажу, експлуатації та ремонту обладнання. А також розглянуті питання охорони праці при роботі з солодосушаркою, охорони навколишнього середовища , автоматизації процесу солодосушіння , проведені техніко-економічні розрахунки та заходи з цивільної оборони.

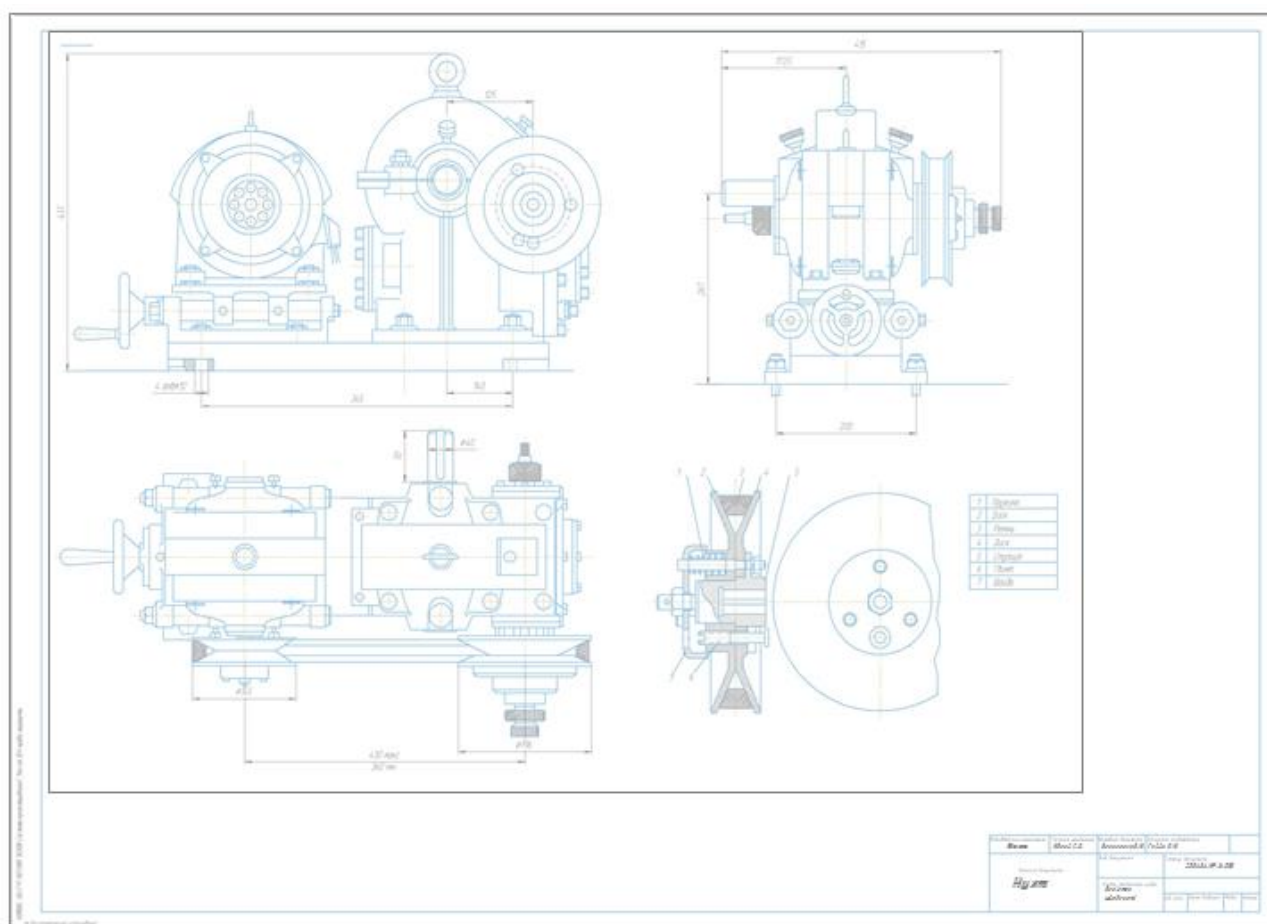
Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Висновки	200484.МР.14.000.ПЗ				
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/1	

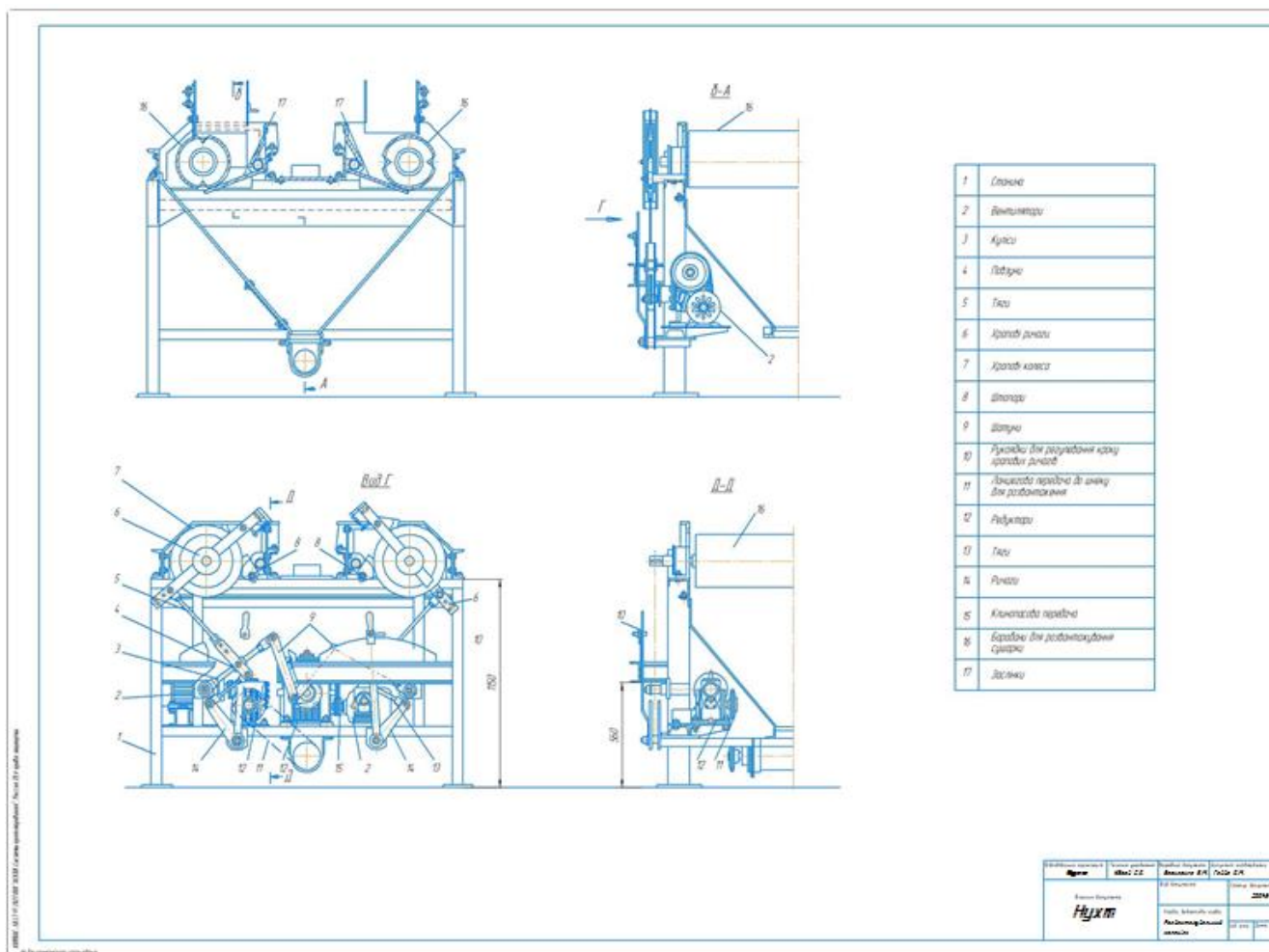
Список використаної літератури

1. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств. Под ред. В.Н. Стабникова. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982. – 199 с
2. Балашов В. Е. Практикум по расчету технологического оборудования для производства пива и безалкогольных напитков. – М. Агропромиздат, 1988. – 188 с.
3. Балашов В.Е. Оборудование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248с.
4. Балашов В. Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 288 с.
5. Зеркальщик Н.И. Основы технической механики – М.: Высшая школа, 1980. – 111 с.
6. О. В. Богомолов, П. В. Гурський, В. П. Богомолова «Курсове та дипломне проектування переробних і харчових підприємств». Навч. Пос. – Харків: Єспда 2005. 432 с.
7. Лазарев И. А. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 224 с.
8. Кунце В. Технология солода и пива – М.: Издательство Профессия, 2001 – 911 с.
9. Д. М. Гальперин, Г. В. Миловидов Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств.- М.: Агропромиздат, 1990.
10. Соколенко А. И. Справочник специалиста пищевых производств, - Киев. АртЭк, 2001. – 301 с.

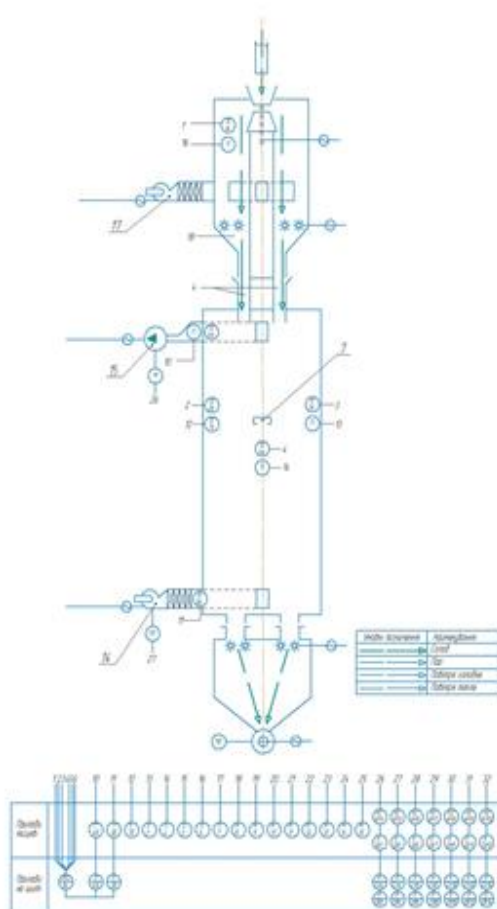
Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Василенко В.М.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури		200484.МР.14.000.ПЗ		
	Документ затверджено Гавва О.М.					
			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/1







Наименование	Материал	Величина	Единица измерения
Масса	Сталь	1000	кг
Объем	Сталь	1000	л
Длина	Сталь	1000	мм
Ширина	Сталь	1000	мм
Высота	Сталь	1000	мм
Площадь	Сталь	1000	м²
Объем	Сталь	1000	м³



Hypox	Alte: CE
General Description	
Hypox	

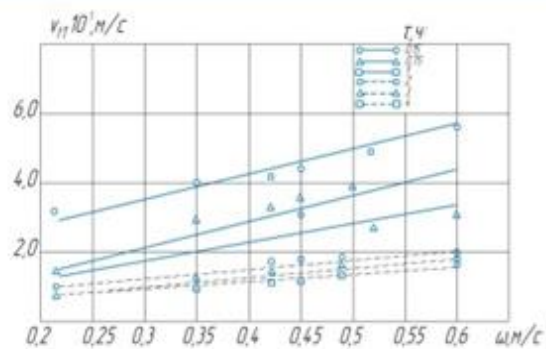


Рис.1. Залежність швидкості перетікання передньої границі зони нагріву від швидкості підігріву

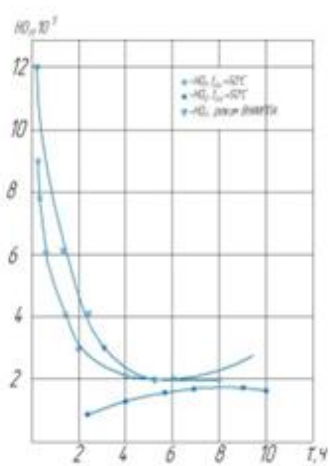


Рис.2. Графіки залежності Nu від t (в)

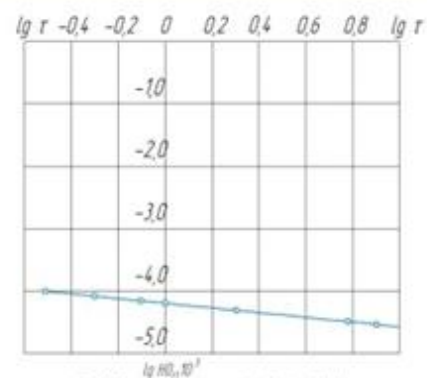


Рис.3. Графік залежності $lg Nu$ від $lg t$

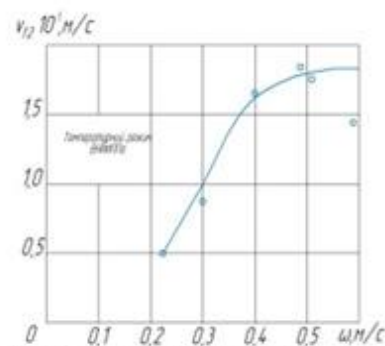
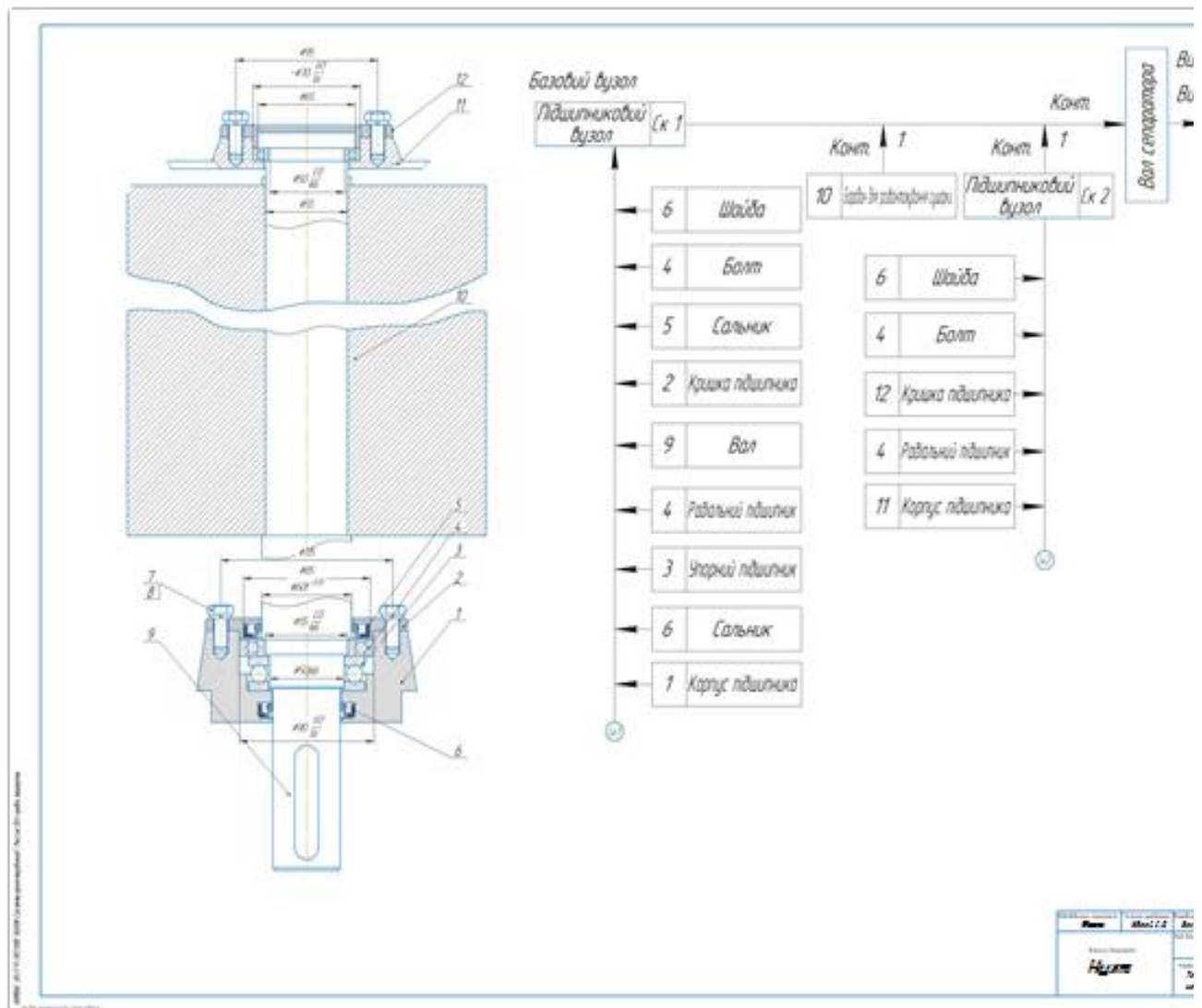


Рис.4. Залежність швидкості перетікання задньої границі зони нагріву від швидкості підігріву при сумі по режиму ВДНПДП



<i>Знач.</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
	1		Парові калорифери		
	2		Вентилятори для подачі свіжого повітря		
	3		Вентилятори для видалення відпрацьованого повітря		
	4		Повітропровід		
	5		Вентилятори для камер підв'ялення		
	6		Розподільувач солоду		
	7		Камери для підв'ялення		
	8		Механізм для завантаження солоду		
	9		Шафа для електрообладнання		
	10		Механізм для розвантажування солодосушарки		
	11		Шнек для вивантажування солоду		

Формат	Знач	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		1		Станина		
		2		Вентилятори		
		3		Куліси		
		4		Повзун		
		5		Тяги		
		6		Храпові ричаги		
		7		Храпові колеса		
		8		Штопори		
		9		Шатун		
		10		Рукотки для регулювання кроку храпових ричагів		
		11		Ланцюгова передача до шнеку для розвантаження		
		12		Редуктори		
		13		Тяги		
		14		Ричаги		
		15		Клинопасава передача		
		16		Барабани для розвантаження сушарки		
		17		Заслінки		

