

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних,
сільськогосподарських машин і обладнання

02-01-526М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Машини і обладнання для переробки
сільськогосподарської продукції» для здобувачів вищої
освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-
професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННМІ
Протокол № 8 від 09.05.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Машини і обладнання для переробки сільськогосподарської продукції» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Шимко А. В. – Рівне : НУВГП, 2023. – 38 с.

Укладачі: Шимко А. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання;
Ювчик Н. О., здобувачка PhD за спеціальністю 201 «Агрономія» кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т. Вознюка.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання протокол №15 від 08 травня 2023 року.

Керівник групи
забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Налобіна О. О.

© А.В. Шимко, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Практична робота № 1.....	6
2. Практична робота № 2.....	14
3. Практична робота № 3.....	23
4. Практична робота № 4.....	33
Література.....	38

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку переробних галузей АПК основним завданням є безвідходна переробка всієї сільськогосподарської продукції, включаючи продукцію рослинництва, за підвищеної якості кінцевої продукції. Вирішення цього завдання можливе лише шляхом використання сучасного високопродуктивного технологічного обладнання, раціональна експлуатація якого висуває підвищені вимоги до інженерно-технічних служб переробних підприємств.

У процесі підготовки вихідної рослинної сировини до переробки, а також у процесі безпосередньої переробки використовується різноманітне технологічне обладнання, робочі органи якого виконують різні за своєю фізикомеханічною природою технологічні операції. У той же час, кожна попередня операція створює необхідні умови для ефективного перебігу наступних. Отже, кількість і якість кінцевої продукції безпосередньо залежить від того, наскільки правильно підібрано конструктивні параметри обладнання, обрано його технологічні режими та ретельно проведено регулювання робочих органів.

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих з таких навчальних дисциплін, як «Деталі машин і механізмів», а отримані знання будуть використовуватись у подальшому при виконанні бакалаврської роботи.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Мета: Полягає у формування системи знань, умінь та професійних компетенцій у галузі організації технічного забезпечення процесів переробки сільськогосподарської продукції.

Завданнями дисципліни є вивчення:

- вивчення теоретичних засад організації технологічного процесу переробки сільськогосподарської продукції;
- освоєння та закріплення методів та технологій здійснення контролю параметрів роботи технологічного обладнання та налаштування обладнання на необхідні характеристики;
- формування умінь підтримки технологічного обладнання у працездатному стані протягом усього терміну експлуатації;
- придбання навичок щодо вибору та розрахунків параметрів технологічного обладнання;
- виконання основних технологічних розрахунків.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент **повинен знати:**

- основні види та класифікацію машин та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції;
- основні методи розрахунку машин та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції;
- будову та принцип роботи машин та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції.

вміти:

- правильно проводити експлуатацію машин та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції;
- проектувати та модернізувати машини та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції.
- проводити техніко-економічне обґрунтування вибраних рішень.

володіти:

- методами розрахунку машин та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції.

Практична робота №1

Тема: Класифікація та будова машин та обладнання для сушіння зерна

Мета роботи: Ознайомитись із класифікацією будовою машин та обладнання для сушіння зерна

Класифікація зерносушарок

За режимом роботи зерносушарки поділяються на періодичної та безперервної дії.

Сушарки періодичної дії призначаються для сушіння невеликих партій зерна однорідної якості.

До переваг зерносушарок періодичної дії відноситься:

- простота конструкції;
- можливість регулювання режимів сушіння.

До недоліків:

- втрата часу на простій сушарок під час завантаження і вивантаження;
- збільшення енерговитрат при нагріванні сушарки після завантаження чергової партії зерна;
- втрата часу на простій транспортного обладнання під час сушіння зерна.

До переваг сушарок безперервної дії відноситься:

- краще використання сушильної камери;
- кращі умови контролю якості сушіння;
- можливість автоматизації процесу сушіння в потоково-технологічних лініях.

До недоліків:

- нерівномірний рух зерна в шахті, що в свою чергу зумовлює нерівномірне нагрівання та сушіння.

За конструкцією сушарки можна розділити на стаціонарні і мобільні.

Шахтні сушарки

Найпоширенішою конструкцією зерносушильної камери є шахта прямокутної форми, в якій товщина зернового шару не перевищує 300 мм.

Стационарна шахтна сушарка СШЗ-16 (рис. 1.1) має дві шахти, розміщені на загальній станині на відстані 1 м одна від одної. Залежно від початкової вологості і призначення партії шахти включають у технологічну схему послідовно або паралельно. Кожна шахта складається з двох секцій, у яких встановлені чотиригранні короби. Агент сушіння потрапляє з топки в простір між шахтами, що є дифузором. Зерно охолоджується в окремо поставлених охолоджувальних колонках. При паралельній роботі вихідна зернова маса завантажується в обидві шахти, а при послідовній – в одну. Підсушене зерно в одній шахті надходить до охолоджувальної колонки, а з охолоджувальної колонки до іншої шахти. Сушарка має топку металевої конструкції. Камера згоряння екранована, в неї вмонтовані фотоопори, що здійснюють контроль за полум'ям. Конструкція випускного пристрою забезпечує безперервне випускання зерна малими порціями. Рівень зерна в шахті контролюють сигналізатори. Під час роботи шахти сушарки весь час мають бути повністю завантажені зерном. Також повинно бути відсутнє підсмоктування зовнішнього повітря. Випускання зерна відбувається безперервно. На початку роботи сушарки виходить недосушене зерно, яке знову подається в шахту.

Сушарка шахтного типу Т-662 «Петкус» продуктивністю до 2 т/год. Використовується як самостійний агрегат або в спеціальній насіннеочисній потоковій лінії фірми «Петкус». Агентом сушіння в даній сушарці є атмосферне повітря, що нагрівається в топці-калорифері.

Шахта складається із сушильної й охолоджувальної камер.

Шахтна сушарка СЗШ-16 має два режими роботи (рис. 1.1):

- при паралельній роботі шахт (рис. 1.1а);
- при послідовній роботі шахт (рис. 1.1б).

Паралельна робота шахт використовується для забезпечення максимальної продуктивності сушарки при сушінні зерна невисокої вологості.

Пересувна зерносушарка ЗСПЖ-8 (рис. 1.2) безперервної дії, шахтного типу призначена для сушіння пшениці, жита, вівса та інших зернових культур продовольчого призначення. Сушіння проводять сумішшю повітря з топковими газами.

Зерносушарка складається з топкової і сушильної частин і змонтована на шасі автомобільного причепа. Топкова частина агрегату, розташована в передній частині машини, має топку, форсунку, вентилятор першої зони сушіння, вентилятор другої зони сушіння, вентилятор зони охолодження, паливну систему, вентилятор високого тиску, електророзпал.

Сушильна частина агрегату складається з двох шахт із повітророзподільними пристроями, двох ковшових конвеєрів, двох випускних механізмів, трьох гвинтових конвеєрів, бункера для сирого зерна.

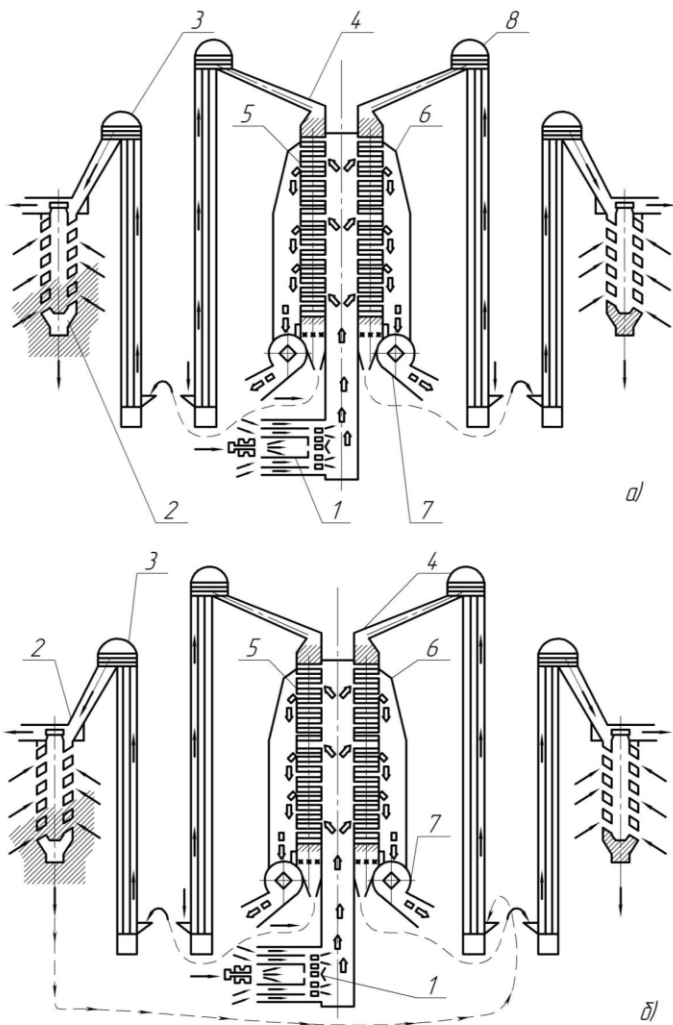


Рисунок 1.1 Технологічна схема шахтної сушарки СЗШ-16:

a – паралельна робота шахт; *б* – послідовна робота шахт; 1 – топка; 2 – охолоджувальна колонка; 3, 8 – норії; 4 – надсушильний бункер; 5, 6 – шахти; 7 – вентилятори

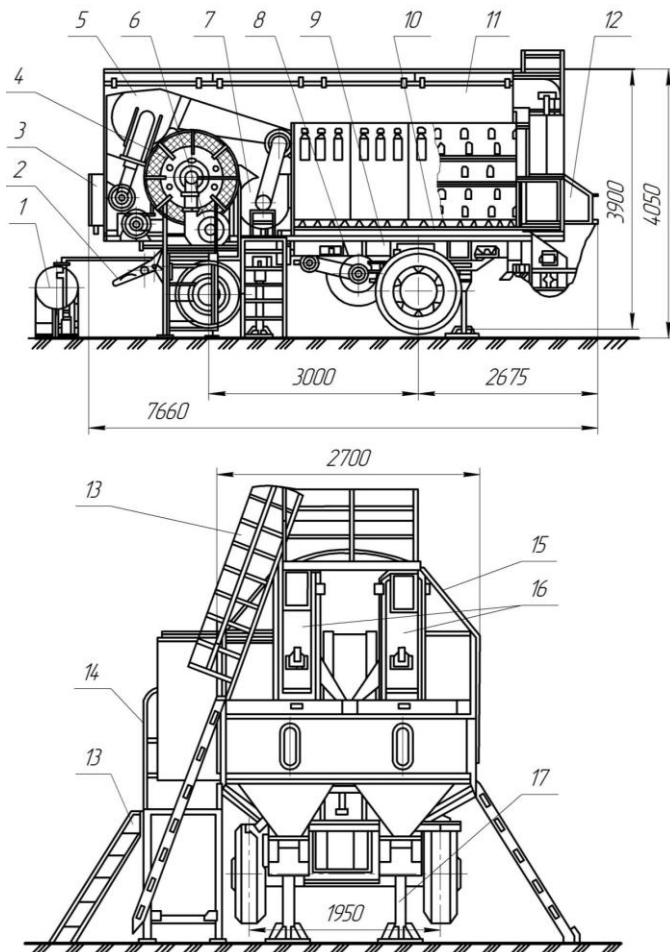


Рисунок 1.2 Зерносушарка ЗСПЖ-8:

1 – паливна система; 2 – причіп; 3 – електрошафа; 4 – топка; 5 – вентилятор першої зони сушіння; 6 – вентилятор високого тиску; 7 – вентилятор другої зони сушіння; 8 – вентилятор зони охолодження; 9 – гвинтовий конвеєр; 10 – випускний механізм; 11 – шахта; 12 – приймальний бункер; 13 – сходи; 14 – поміст; 15 – навіс; 16 – конвеєри; 17 – опорний стаяк.

Барабанні сушарки

Зерносушарки даного типу мають продуктивність від 2 до 8 т/год.

Теплоносій впливає на об'єкт сушіння під час пересипання зерна в обертовому барабані. Можлива наявність як одного, так і декількох барабанів.

Найпоширенішою є зернова пересувна барабанна сушарка СЗПБ-2.

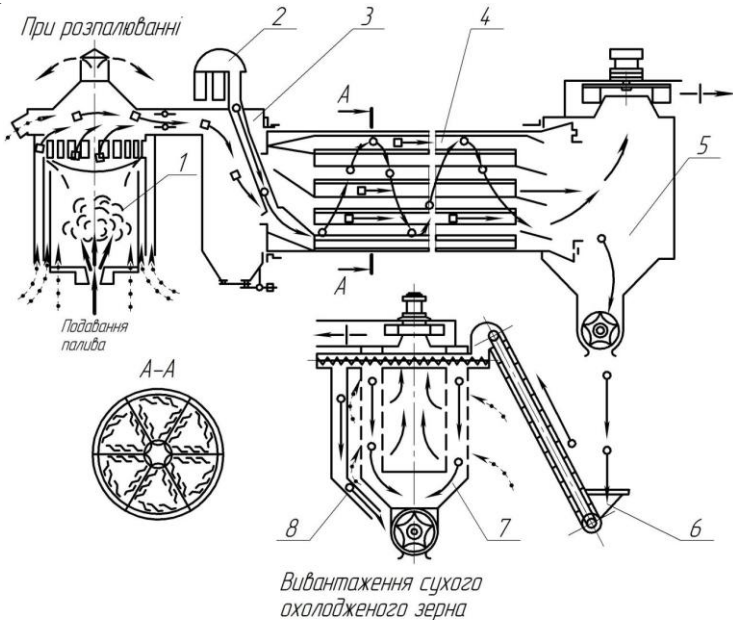


Рисунок 1.3. Технологічна схема зерносушарки СЗСБ-8: 1 – топка; 2 – завантажувальна норія; 3 – завантажувальна камера; 4 – барабан; 5 – розвантажувальна камера; 6 – розвантажувальна норія; 7 – охолоджувальна колонка; 8 – труба контрольного висипання

Сушильний барабан має довжину 8 м, обертається з частотою 8 хв^{-1} .

По перерізу барабан розділений на шість секторів, у кожному з яких закріплено полицки для захоплення зерна під час обертання барабана.

Рівномірне введення зерна в барабан забезпечується завантажувальною камерою. Зерно переміщується уздовж барабана під час пересипання під дією підпирання і потоку агента сушіння. З розвантажувальної камери зерно спрямовується до шлюзового затвора, а звідти – до охолоджувальної колонки.

Тривалість контакту зерна з агентом сушіння в барабанних сушарках є меншою, ніж у шахтних, тому температури нагрівання агента сушіння в них вища, що збільшує небезпеку перегрівання зерна в барабані.

Недоліком є те, що зерно, яке надходить на сушіння, контактує з найбільш нагрітим агентом сушіння, температура якого під час проходження по барабану знижується.

Спосіб переміщення зерна в барабанах цих сушарок не дає змоги використовувати їх для сушіння насіння бобових, рису і кукурудзи, оскільки вони розтріскуються.

Перевагою даного типу сушарок є те, що сушарки придатні для сушіння зернових мас з підвищеною засміченістю.

Камерні сушарки

Камерна сушарка є найпростішими за конструкцією (рис. 1.4). Її монтують під дахом з подвійною підлогою: верхня є повітророзподільними ґратами, а нижня – суцільною і щільною (краще асфальтовою). Просвіти між підлогами мають різну відстань для рівномірного напору агента сушіння в усіх ділянках. Для потокового сушіння рекомендується влаштовувати дві двокамерні сушарки, що дає можливість сушити насіння одночасно в двох камерах.

При цьому одна камера перебуває під навантаженням і одна – під розвантаженням.

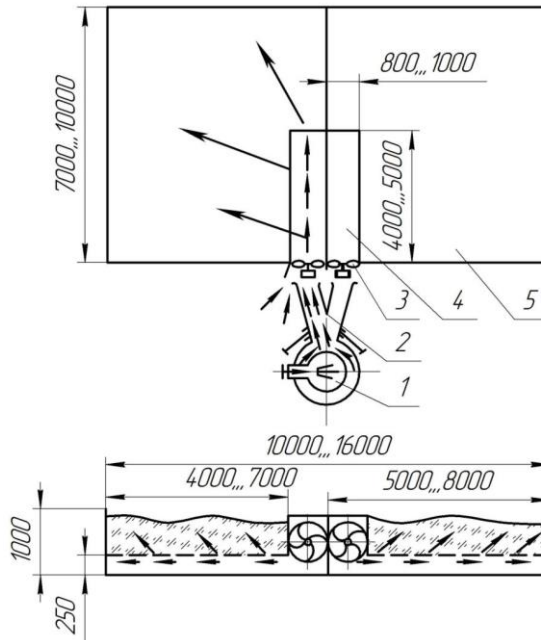


Рисунок 1.4. Двокамерна установка для сушіння насіння активним вентиляванням: 1 – теплогенератор ТГ-75 або ТГ-150; 2 – патрубок-трійник із заслінками; 3 – осьовий вентилятор 0,6-320 № 8 або № 10; 4 – повітропровід; 5 – сушильна камера

Питання для самоконтролю:

1. Які переваги та недоліки сушарок періодичної дії?
2. Які переваги та недоліки сушарок безперервної дії?
3. Будова шахтної сушарки СЗШ-16.
4. Будова зерносушарки ЗСПЖ-8.
5. Будова двокамерної установки для сушіння насіння активним вентиляванням.

Практична робота №2.

Тема: Машини для обробки водою та гідротермічної обробки зерна

Мета роботи: Ознайомитись із класифікацією та обладнанням для обробки водою та гідротермічної обробки зерна.

Машини для обробки зерна водою. Їх класифікація.

Сучасні конструкції машин для обробки зерна водою **поділяють на три групи:**

1) машини, в яких зерно зволожують холодною або теплою водою для зміни при наступному гідротермічному обробленні його структурно- механічних властивостей;

2) машини для зволоження зерна парою перед лущенням або плющенням, що необхідно при переробці різних культур на крупу;

3) машини, в яких при промиванні одночасно відокремлюються домішки, що відрізняються від основного зерна гідродинамічними властивостями.

Для зволоження зерна застосовують водоструминну машину ЗЗМ-2 і водорозподільну машину БУВ-10.

Водоструминна машина ЗЗМ-2

Водоструминна машина ЗЗМ-2 (рис. 2.1) призначена для зволоження зерна водою в краплиннорідкому стані перед відволожуванням його в засіках.

Технологічний процес роботи машини наступний. Зерно, надходячи в машину, приводить в обертання зернове колесо, що через зубчасту передачу передає рух водяному колесу, зануреному в резервуар з водою. Ковші, які встановлені на зерновому колесі, зачерпують воду з резервуара і зливають її в нерухому посудину, звідки вона трубопроводом надходить у шнек, який встановлений під

машиною. У шнеку зерно перемішується з водою і спрямовується в бункери для відволожування.

Зволожувальні апарати А1-БУЗ і А1-БАЗ мають однаковий принцип дії й ідентичну будову. Робочі органи цих апаратів працюють спільно зі шнеками, які забезпечують перемішування і транспортування зерна. Систему подавання води обладнано пристроєм контролю витрат, фільтром для очищення води, вентилями і клапанами для керування потоком води. Передбачено автоматичний пристрій, що відключає воду у разі припинення подавання зерна в зволожувальний шнек. У зволожувальному апараті А1-БУЗ вода у форсунці розпилюється під тиском у водопровідній системі, а в апараті А1-БАЗ – за допомогою компресора, що подає стиснене повітря.

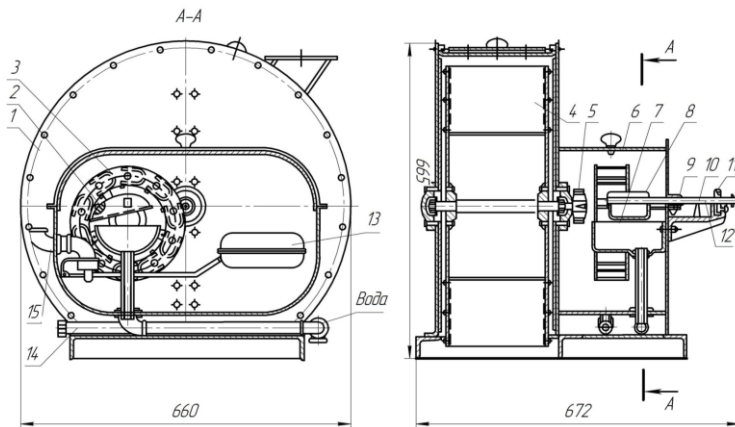


Рисунок 2.1. Водоструминна машина 33М-2: 1 – корпус; 2 – зубчасте колесо; 3 – водяне колесо; 4 – зернове колесо; 5 – шестірня, 6 – резервуар; 7 – нерухома посудина; 8 – рухома посудина; 9 – стержень; 10 – покажчик; 11 – шайба; 12 – рухома шкала; 13 – поплавков регулятора рівня води; 14 – зливний трубопровід; 15 – підвідний трубопровід.

Машина для миття зерна Ж9-БМА

Машина Ж9-БМА (рис. 2.2) включає мийну ванну I і віджимний стовпчик II, які з'єднані між собою сплавною камерою III.

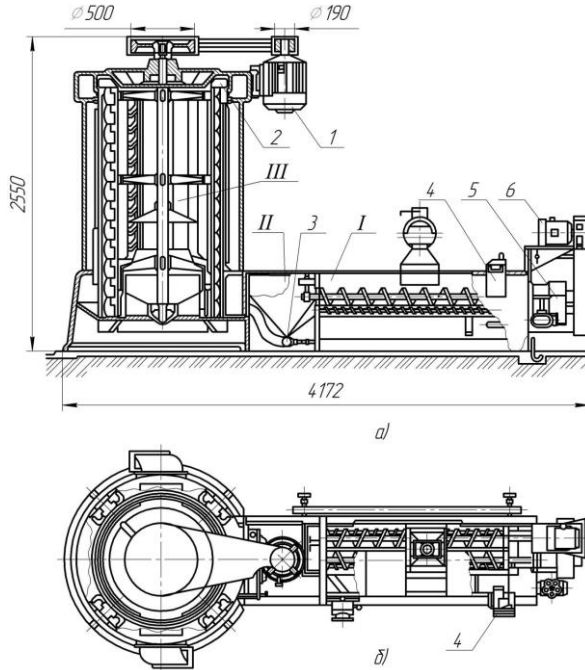


Рисунок 2.2. Машина для миття зерна Ж9-БМА: *а* – вигляд збоку; *б* – вигляд зверху; *I* – мийна ванна; *III* – віджимний стовпчик; *II* – сплавна камера; *1* – електродвигун віджимного стовпчика; *2* – лопатки; *3* – вузол гідротранспортування зерна; *4* – приймальний пристрій каменів; *5* – редуктор; *6* – електродвигун приводу шнеків.

Мийна ванна *I* має дві пари горизонтальних шнеків. Два верхніх шнеки використовуються для горизонтального переміщення зерна праворуч, а два нижніх – для переміщення ліворуч осілих часточок, каменів і піску.

Зерно, що надійшло у ванну через приймальний пристрій, інтенсивно мисться водою, і від нього відокремлюються важкі домішки.

Приймальний пристрій може переміщуватися вздовж ванни, чим регулюється тривалість миття зерна.

У сплавну камеру зерно подається шнеком. Із неї зерно потрапляє до віджимного стовпчика під тиском води із сопла. Сплавна камера має люк для відведення легких домішок. Віджимний стовпчик має перфорований циліндр, усередині якого встановлено ротор з лопатками для переміщення зерна вгору. Лопатки, обертаючись, засмоктують у ротор повітря крізь отвори. Зерно, переміщуючись вгору, звільняється від води, що йде через перфорацію циліндра, а повітря частково підсушує зерно. Зерно видаляється з машини верхніми лопатками ротора.

Чинники, які впливають на технологічну ефективність:

- навантаження на машину;
- питомі витрати води, її температура і ступінь твердості;
- час перебування зерна у воді;
- інтенсивність перемішування і частота зміни води.

Режим роботи мийних машин змінюється залежно від ступеня забруднення поверхні зерна, його структури і початкової вологості.

Чинники, які впливають на ефективність видалення вологи із зерна механічним способом у відтиснювальних колонках:

- кутова швидкість бил, нахил і зазор між білами і ситовою поверхнею;
- живий перетин ситової поверхні, форма і розміщення отворів;
- кількість повітря, що продувається через ситову поверхню машини.

Гідротермічна обробка зерна

У переробній галузі застосовують обробку зерна водою і теплом, так звана **гідротермічна обробка (ГТО) або кондиціонування**.

Гідротермічна обробка зерна – спосіб, що сприяє поліпшенню технологічних властивостей зерна і підвищенню використання його харчових ресурсів для продовольчих потреб.

У результаті гідротермічної обробки підвищуються:

- борошномельні властивості зерна, оскільки оболонки стають більш грузькими й еластичними, ніж ендосперм, що сприяє кращому їх відокремленню;
- хлібопекарські властивості борошна внаслідок впливу тепла на білковий комплекс зволоженого зерна.

На сучасних борошномельних заводах для гідротермічної обробки застосовують апарати різних конструкцій.

Апарати для гідротермічної і теплової обробки в залежності від призначення поділяють на три групи:

- для обробки зерна злакових культур;
- для обробки круп'яних культур;
- для обробки компонентів комбікормів.

До першої групи належать підігрівники і кондиціонери. На борошномельних підприємствах для підготовки зерна до помелу найкраще використовувати швидкісні кондиціонери. В них як теплоносії використовують пару.

За видом обробки зерна застосовують наступне кондиціонування:

- **холодне**, при якому зерно зволожують водою за температури 15...20°C. Послідовність використання машин для обробки зерна: мийна машина, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

- **гаряче**, при якому зерно зволожують у водно-повітряних кондиціонерах. Послідовність використання машин для обробки зерна: мийна машина, водно-повітряний кондиціонер, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

- **швидкісне**, при якому зерно зволожують у спеціальних апаратах швидкісного кондиціонування (АШК), в яких для обробки зерна використовується пара. Послідовність використання машин для обробки зерна: швидкісний кондиціонер, бункер, мийна машина, апарат для зволоження, бункер для відволожування;

- **поверхнєве**, при якому в процесі кондиціонування відбувається закупорювання капілярів оболонки зерна, що призводить до ослаблення зв'язку ендосперму з оболонкою;

- **вакуумне**, при якому зерно підігривають, зволожують і підсушують під вакуумом.

Водно-повітряні кондиціонери мають дуже малу продуктивність і великі енерговитрати, тому їх практично не використовують.

Основними вузлами водно-повітряного кондиціонера є:

- приймальне відділення, що рівномірно розподіляє зерно по всьому поперечному перетину кондиціонера;

- верхнє двосекційне підігривальне відділення, в якому зерно підігривається до температури 40...60°C залежно від якості клейковини;

- сушильне відділення, в якому зерно підігривається гарячим повітрям (70...80 °C) і відділяється поверхнєва волога;

- нижнє трисекційне нагривальне відділення з радіаторами підігріву.

Повітря надходить до відділення через радіатори і забезпечує підтримку температури зерна в межах 40...60°C.

Основний процес кондиціонування зерна здійснюється в цьому відділенні.

В охолоджувальному відділенні зерно охолоджується до температури 20°C свіжим повітрям.

Процес швидкісного кондиціонування складається з наступних етапів:

- обробка зерна парою;
- темперування пшениці зі слабкою клейковиною в термоізовьованому бункері;
- охолодження зерна водою в мийній машині;
- видалення зайвої поверхневої вологи із зернин;
- відволожування зерна в бункерах.

Ці етапи процесу швидкісного кондиціонування відбуваються потоково, у зазначеній послідовності.

Для швидкісного кондиціонування використовують апарати АШК, АСК-5 і АСК-10, а для видалення поверхневої вологи – вологознімачі В-5 і В-10.

Технологічна схема **швидкісного кондиціонування зерна зображена** на рис. 2.3.

Перша операція швидкісного кондиціонування – оброблення зерна парою в апаратах швидкісного кондиціонування (АШК). Обробка парою приводить як до нагрівання зерна, так і до його зволоження за рахунок конденсації пари. Додаткова теплова обробка зерна здійснюється при його короткочасному перебуванні в теплоізовьованому бункері. Потім підігріте зерно інтенсивно охолоджується холодною водою в мийній машині, після чого надлишок води видаляється у вологознімачі, що має вигляд шахтної сушарки, в якій зерно підсушують повітрям за температури 50°C, щоб уникнути пересушування оболонок.

Перед бункерами для відволожування може встановлюватися зволожувальний апарат, у якому

зволожують зерно у разі зайвого знімання вологи у вологознімачі.

Різкі зміни вологості і температури зерна при пропарюванні, охолодженні, підсушуванні приводять до появи внутрішніх напружень і зміцнення структури тендітної частини зерна – ендосперму. Тому наступне відволожування завершує внутрішні структурні перетворення порівняно швидко протягом 2...3 год.

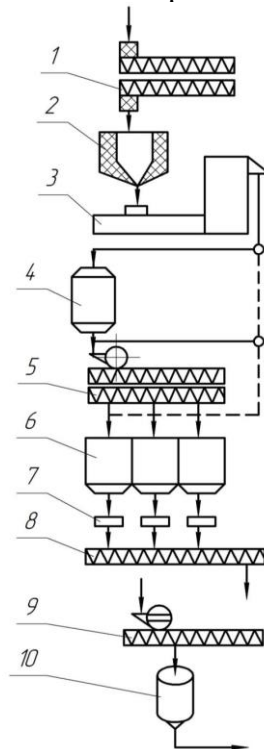


Рисунок 2.3. Технологічна схема швидкісного кондиціонування зерна: 1 – апарат АШК; 2 – теплообмінник; 3 – мийна машина; 4 – вологознімач; 5, 9 – зволожувальні машини; 6 – бункер для відволожування; 7 – дозатор; 8 – змішувач; 10 – бункер для відволожування.

У результаті швидкісного кондиціонування збільшується вихід борошна високих сортів і поліпшується якість сортового борошна.

Запитання для самоконтролю:

1. На які групи поділяють машини для оброблення зерна водою?
2. Технологічний процес водоструминної машини ЗЗМ-2?
3. Будова машини для миття зерна Ж9-БМА.
4. З яких етапів складається процес швидкісного кондиціонування?
5. Які основні вузли водно-повітряного кондиціонера?

Практична робота №3

Тема: Розрахунок продуктивності печей для виробництва сухарів

Мета роботи: Ознайомитися із порядком розрахунку продуктивності печей для виробництва сухарних виробів.

Розрахунок продуктивності печей.

Годинна продуктивність тунельної печі при сушінні сухарів, кг/год, визначається за формулою:

$$P_{\text{сух}}^{\text{год}} = \frac{G_{\text{в}} \cdot f \cdot 60}{t_{\text{с}}}$$

де G – маса виробів на 1 м^2 пода печі, кг (приймають з табл.3.1);

f – робоча площа печі, м^2 ;

$t_{\text{с}}$ – тривалість сушіння сухарів, хв (табл.3.2).

Таблиця 3.1. Маса сухарів і сухарних плит на 1 м^2 стрічкового поду печі

Сухарі	Маса, кг		Сухарі	Маса, кг	
	сухарів	плит		сухарів	плит
Кавові	2,8	8,9	Московські	3,0	7,0
Цукрові	4,5	6,2	Вершкові	3,0	6,5
Дорожні	3,5	6,5	Міські	2,8	8,0
Дитячі	3,4	2,5	Ванільні	2,0	5,9

Таблиця 3.2. Температура та тривалість сушіння нарізаних скибок

Сухарі	Температура сушіння, $^{\circ}\text{C}$	Тривалість сушіння, хв.
Дитячі	175-210	12-17
Любительські	180-200	17-18
Ванільні	175-210	10-16
Лимонні	200	9-10
Горіхові	200	9-10
Молочні	200-210	9-10

Продовження табл.3.2.

Сухарі	Температура сушіння, °С	Тривалість сушіння, хв.
Шкільні	175-210	12-17
З маком	170-180	15-18
Вершкові	175-205	12-18
Осінні	165-170	16-18
З родзинками	165-170	16-18
Ювілейні	180-185	20-25
Особливі	210	10
Українські	190-145	21-22
Київські	190-195	21-22
Гірчичні	200-205	12-16
Піонерські	200-205	12-16
Кавові	180-210	20-30
Московські	180-210	20-30
Дорожні	180-220	21-31
Барнаульські	115-120	22-25
Туристичні	190-195	20-22
Ювілейні 1/2	115-120	20-25
Рязанські	180-200	15-18
Міські	180	20-22

Якщо немає маси виробів на 1м^2 , то потрібно визначити кількість виробів по ширині і довжині поду печі. Формула матиме вигляд:

$$P_{\text{сух}}^{\text{год}} = \frac{n_{\text{ш}}^{\text{п}} \cdot n_{\text{д}}^{\text{п}} \cdot 60}{t_{\text{с}} \cdot n_{\text{к}}}$$

де $n_{\text{д}}^{\text{п}}$ – кількість сухарів по довжині пода печі, шт;

$n_{\text{ш}}^{\text{п}}$ – кількість сухарів по ширині пода печі, шт.

Кількість виробів по довжині поду печі (N , шт) обчислюється за формулою:

$$n_{\text{д}}^{\text{п}} = \frac{L - a}{l + a}$$

де L – довжина поду печі, мм;

l – довжина виробу, мм;

a – відстань між виробами, мм.

Кількість виробів по ширині поду печі (n , шт) обчислюється за формулою:

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{B - a}{b + a}$$

де B – ширина поду печі, мм;

b – ширина виробу, мм;

a – відстань між виробами, мм.

Годинна продуктивність коліскової печі при сушінні сухарів, $P_{\text{сух}}^{\text{год}}$, кг/год, визначається з формулою:

$$P_{\text{сух}}^{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot G_c \cdot n_c \cdot 60}{t_c}$$

де N – кількість колісок в колісковій печі, шт;

n – кількість листів на колісці, шт;

G_c – маса сухарів на одному листі, кг;

n_c – кількість сухарів на одному листі, шт.

Маса сухарів на одному листі (G_c , кг) визначається за формулою:

$$G_c = \frac{n_c}{n_k}$$

де n_k – середня кількість сухарів в 1 кг готової продукції (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Приблизні розміри пшеничних здобних сухарів і кількість сухарів в 1 кг

Но мер п/п	Сухарі	Кількість сухарів у 1кг	Розміри сухарів, мм			Маса сухарної плити, кг
			довжин а	ширина	товщин а	
1.	З борошна вищого сорту дитячі	180-200	25-30	20-25	20-24	0,38-0,40
2.	Любитель ські	90-105	95-105	25-35	11-14	0,35-0,38
3.	Ванільні	90-105	80-100	30-35	11-13	0,30-0,32
4.	Ювілейні	90-105	80-90	35-40	13-15	0,30-0,32
5.	Лимонні	80-90	90-95	35-40	10-12	0,30-0,32
6.	Особливі	80-90	115-125	35-40	13-15	0,38-0,40
7.	Горіхові	70-80	90-100	40-45	11-13	0,38-0,40
8.	Молочні	70-80	95-105	35-40	13-15	0,38-0,40
9.	Шкільні	70-80	120-130	35-40	14-18	0,38-0,40
10.	З маком	50-60	110-125	35-40	14-16	0,50-0,53
11.	Українськ і	50-60	110-125	35-40	14-16	0,47-0,50
12.	Вершкові	40-55	60-70	25-30	10-12	0,38-0,40
13.	Осінні	40-55	80-90	35-40	13-15	0,30-0,32
14.	З родзинка ми	40-55	90-100	40-45	14-16	0,38-0,40
15.	Київські	40-55	100-120	35-15	14-16	0,55-0,57
16.	Гірчичні	40-55	105-115	40-50	16-18	0,55-0,57

Продовження табл 3.3

Но мер п/п	Сухарі	Кількіс ть сухарів у 1кг	Розміри сухарів, мм			Маса сухарної плити, кг
			довжин а	ширина	товщин а	
17.	Піонерські	100-120	60-70	30-40	12-14	0,38-0,40
18.	Кавові	55-65	80-90	35-40	18-21	0,48-0,51
19.	Барнаульські	55-60	90-105	40-45	17-19	0,48-0,51
20.	Туристичні	45-60	90-105	40-45	13-15	0,50-0,53
21.	Дорожні	35-10	95-105	40-45	13-15	0,50-0,53
22.	Прямокутні	55	50-60	50-60	11-12	0,48-0,51
23.	З борошна другого сорту	55	100-110	35-10	18-21	0,48-0,51

При визначенні змінної продуктивності цеху, тривалість роботи зміни приймається 7,67 год при трьохзмінному і 11,5год – при двохзмінному режимі.

Продуктивність печі за зміну $P_{зм}$, визначається за формулою:

$$P_{зм} = P_n^{год} \cdot 11,5$$

де 11,5 – кількість пече-годин необхідних для випікання сухарів, год.

Тривалість роботи печі для виконання добового завдання з сушіння сухарів визначається за формулою:

$$N_{год} = \frac{P_{завд}^{доб}}{P_{сух}^{год}}$$

де $P_{завд}^{доб}$ – добове завдання за асортиментом, кг.

Маса сухарних плит ($P_{с.пл}^{доб}$, кг/доб), необхідних для виробництва заданої кількості сухарів визначається за формулою:

$$r_{с.пл}^{доб} = \frac{R_{сух}^{доб} \cdot 100}{B_{с.пл}}$$

де $R_{с.пл}^{доб}$ – добове завдання з виробництва сухарів, т;

$B_{с.пл}$ – вихід сухарів, % до маси сухарних плит (приймається 75-78 %).

Годинна продуктивність тунельних або колискових печей по випіканню сухарних плит ($R_{пл}^{год}$, кг/год) визначається за формулою:

$$R_{пл}^{год} = \frac{N \cdot n \cdot g_{с.пл} \cdot n_{с.пл} \cdot 60}{\tau_{пл}}$$

де N – кількість колисок в колисковій печі або кількість листів по довжині поду печі, шт;

n – кількість листів на колисці в колисковій печі або кількість листів по ширині поду печі, шт;

$g_{с.пл}$ – середня маса однієї плити, кг;

$n_{с.пл}$ – кількість плит на одному листі, шт;

$\tau_{пл}$ – тривалість випікання сухарних плит, хв. (див. табл. 3.4)

Таблиця 3.4. Температура та тривалість випікання сухарних плит

Сухарі	Температура, 0С	Тривалість випікання, хв.
Дитячі	230-240	7-8
Любительські	220-230	15-16
Ванільні	220-230	16-17
Лимонні	200-210	16-20
Горіхові	205-210	15-16
Молочні	210-240	15-20
Шкільні	225-280	16-17
З маком	210-240	15-20
Вершкові	240-250	18-20
Осінні	220-225	15-16
З родзинками	220-225	15-16
Ювілейні	240-250	10-11
Особливі	250-260	17-18
Українські	240-250	14-15
Київські	225-240	13-14
Гірчичні	200-210	16-20
Піонерські	240-250	10-11
Кавові	240-250	13-14
Дорожні	250-260	17-18
Туристичні	220-225	15-16

Кількість пече-годин необхідних для випікання сухарних плит ($N_{\text{год}}^{\text{пл.завд}}$, год.) обчислюється за формулою:

$$N_{\text{год}}^{\text{пл.завд}} = \frac{P_{\text{с.пл}}^{\text{доб}}}{P_{\text{с.пл}}^{\text{год}}}$$

де $R_{с.пл}^{доб}$ – продуктивність сухарних плит необхідних для виробітки даної кількості сухарів, кг.

Приклад.

Розрахувати годинну і добову потужність сухарного цеху з двома печами А2-ХПК-25 і А2-ХПК-50 при виробництві сухарів любительських.

1. Розрахунок продуктивності печі А2-ХПК-50 тунельного типу по висушуванні сухарів любительських.

Кількість виробів по довжині поду печі $n_{д}^л$, шт.:

$$n_{д}^л = \frac{L - a}{l + a} = \frac{24000 - 5}{100 + 5} = 252,6$$

Приймається 253 шт.

Кількість виробів по ширині поду печі ($n_{ш}^л$, шт):

$$n_{ш}^л = \frac{B - a}{b + a} = \frac{2100 - 5}{35 + 5} = 52,3$$

Приймається 52 шт.

Годинна продуктивність печі при сушінні сухарів любительських, $R_{сух}^{год}$ кг/год:

$$R_{сух}^{год} = \frac{N \cdot n \cdot 60}{t_c \cdot n_k} = \frac{52 \cdot 253 \cdot 60}{25 \cdot 60} = 526,24 \text{ кг/год}$$

Продуктивність печі А2-ХПК-50 за зміну для виробництва сухарів любительських:

$$R_{зм} = R_{н}^{год} \cdot 11,5 = 526,24 \cdot 11,5 = 6051,76 \text{ кг/зм}$$

2. Розрахунок продуктивності печі А2-ХПК-25 для виробництва сухарних плит для сухарів кавових.

Маса сухарних плит, необхідних для виробництва заданої кількості сухарів кавових ($R_{с.пл}^{доб}$, кг):

$$R_{с.пл}^{доб} = \frac{R_{зм} \cdot 100}{B_{с.пл}} = \frac{6051,76 \cdot 100}{78} = 7758,6 \text{ кг}$$

Годинна продуктивність тунельної печі ($R_{пл}^{год}$, кг/год) для випікання сухарних плит:

$$P_{\text{пл}}^{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot g_{\text{с.пл}} \cdot n_{\text{с.пл}} \cdot 60}{\tau_{\text{пл}}}$$

Випікання сухарних плит проводять на листах.

Кількість листів (n , шт) по ширині поду тунельної печі обчислюється за формулою:

$$n = \frac{B - a}{b + a} = \frac{2100 - 10}{920 + 10} = 2,2$$

Приймається 2 шт.

Кількість листів (N , шт) по довжині поду тунельної печі обчислюється за формулою

$$N = \frac{L - a}{l + a} = \frac{12000 - 10}{340 + 10} = 33,3$$

Приймається 33 шт.

Кількість плит ($n_{\text{пл}}$, шт) на одному листі обчислюється за формулою:

$$n_{\text{пл}} = \frac{L - a}{l + a} \cdot \frac{B - a}{b + a} = \frac{920 - 25}{115 + 25} \cdot \frac{340 - 25}{300 + 25} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ шт}$$

де L , B – довжина і ширина листа, мм;

l , b – довжина і ширина плити, мм;

a – відстань між плитами, мм.

Годинна продуктивність печі А2-ХПК-25 ($P_{\text{пл}}^{\text{год}}$, кг/год) для випікання сухарних плит для сухарів фруктових:

$$P_{\text{пл}}^{\text{год}} = \frac{33 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 60}{17} = 559,06 \text{ кг/год}$$

Кількість пече-годин необхідних для випікання сухарних плит ($N_{\text{год}}$, год) для сухарів фруктових обчислюється за формулою

$$N_{\text{год}}^{\text{пл.завд}} = \frac{P_{\text{с.пл}}^{\text{доб}}}{P_{\text{с.пл}}^{\text{год}}} = \frac{7758,6}{559,06} = 13,9 \text{ год}$$

Завдання для самоконтролю:

Розрахувати годинну і добову потужність сухарного цеху з двома печами А2-ХПК-25 і А2-ХПК-50 при

виробництві сухарів згідно варіанту (табл. 3.3). Розміри поду печі А2-ХПК-50 – 24000х2100, А2-ХПК-25 - 12000х2100. Розміри плити становлять 920х340. Відстань між виробами – 5 мм, між листами – 10мм, між плитами – 25мм.

Практична робота №4

Тема: Розрахунок продуктивності печей для виробництва бубличних виробів

Мета роботи: Ознайомитися із порядком розрахунку продуктивності печей для виробництва бубличних виробів.

До бубличних виробів відносяться сушки, баранки, бублики. Ці вироби виробляють із борошна вищого чи першого сорту. Також вони відрізняються розміром, вологістю та рецептурою.

Технологічний процес приготування включає в себе: підготовку сировини, приготування тіста, бродіння тіста, натирання тіста, відлежування натертого тіста, формування тістових заготовок, вистоювання, ошпарювання або обварювання тістових заготовок, випікання, охолодження, пакування

Розрахунок продуктивності печей.

Бубличні вироби випікають в тупікових колискових або тунельних печах. У колискових печах – на металевих листах, у тунельних – на сітчастому поді.

Перед випіканням бубличних виробів проводиться ошпарювання тістових заготовок протягом 1 – 3,5хв або уварювання у кип'ячій воді.

Для випікання застосовують ошпарювально-пічні агрегати з печами на 36, 55 або 64 колиски.

В зоні ошпарювання знаходиться 4 – 7 колисок. В таких агрегатах вироби випікають на листах розміром 340×920 мм. На кожному листі розміщують 75 шт сушок (15×5), 30 шт баранок (10×3), бубликів (8×2). Тривалість випікання сушок – 14 – 15хв, баранок – 13 – 15хв, бубликів 16 – 19хв.

У стрічкових тунельних печах вироби випікаються на поді. Перед піччю встановлюють камеру для ошпарювання з стрічковим конвеєром з металевої сітки, звідки заготовки

автоматично перекладаються на під печі. Вироби на поді печі випікаються швидше, ніж на листах (на 2 – 4хв).

Годинна продуктивність ошпарювально-пічного агрегату, $P_n^{\text{год}}$, кг/год, розраховується за формулою:

$$P_n^{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot 60}{t_{\text{ов}} \cdot n_k}$$

де N – кількість колик в ошпарювально-пічному агрегаті, шт;

n – кількість виробів на одній колісці, шт. (відповідає кількості виробів на листах, які встановлені на одній колісці);

$t_{\text{ов}}$ – сумарна тривалість ошпарювання і випікання, хв.;

n_k – середня кількість виробів у 1 кг, шт.

Кількість виробів на одному листі визначають залежно від розмірів виробів і відстані між ними.

Кількість виробів по ширині листа ($n_{\text{ш}}^{\text{л}}$, шт.) визначається за формулою:

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{B^1 - a}{b + a}$$

де B^1 – ширина листа, мм;

b – ширина (діаметр) бубличного виробу, мм;

a – відстань між виробами, мм ($a=25-30$ мм).

Кількість виробів по довжині листа ($n_{\text{д}}^{\text{л}}$, шт.) визначається за формулою:

$$n_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{L^1 - a}{l + a}$$

де L^1 – довжина листа, мм;

l – довжина (діаметр) виробу, мм.

Треба пам'ятати, що кількість виробів по ширині і довжині листа заокруглюють до цілого числа у меншу сторону (відкидаючи цифри після коми).

Кількість листів на колісці n_l , шт., визначають виходячи з розмірів листа та коліски.

Кількість виробів на колісці n , шт., визначається за формулою:

$$n = n_l \cdot n_{ш}^l \cdot n_d^l$$

де n_l – кількість листів, шт.

Годинна продуктивність стрічкової тунельної печі $P_n^{год}$, кг/год, визначається за формулою:

$$P_n^{год} = \frac{n_{ш}^l \cdot n_d^l \cdot n_l \cdot 60}{t_{ов} \cdot n_k}$$

де N – кількість виробів по довжині поду печі, шт;

n – кількість виробів по ширині поду печі, шт.;

$t_{ов}$ – сумарна тривалість ошпарювання і випікання виробів, хв.;

n_k – середня кількість виробів у 1 кг, шт.

Щоб забезпечити виробництво заданої кількості виробів $P_{зав}$, визначають кількість пече – годин роботи печей:

$$N_{п-г} = \frac{P_{зав}}{P_n^{год}}$$

Кількість печей, що виробляють даний асортимент:

$$N_n = \frac{N_{п-г}}{11,5}$$

Добова потужність однієї печі $P_n^{доб}$, кг/доб, визначається за формулою:

$$P_n^{доб} = P_n^{год} \cdot 11,5$$

де 11,5 – кількість пече-годин необхідних для випікання.

Приклад. Розрахувати продуктивність бубличного цеху з піччю А2-ХПК-25 при виробництві сушок ванільних, якщо розміри поду печі 12000x2100 мм, діаметр сушок 60 мм. Сумарна тривалість ошпарювання і

випікання виробів становить 15 хв. Відстань між виробами 25 мм, кількість листів - 1.

Кількість виробів по довжині поду печі ($n_d^л$, шт) визначається за формулою

$$n_d^л = \frac{L^1 - a}{l + a} = \frac{12000 - 25}{60 + 25} = 140$$

Кількість виробів по ширині поду печі ($n_{ш}^л$, шт.) розраховується за формулою

$$n_{ш}^л = \frac{B^1 - a}{b + a} = \frac{2100 - 25}{60 + 25} = 24$$

Годинна продуктивність печі

$$P_n^{год} = \frac{n_{ш}^л \cdot n_d^л \cdot n_l \cdot 60}{t_{ов} \cdot n_k} = \frac{140 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 60}{14 \cdot 60} = 240$$

Добова продуктивність печі

$$P_n^{доб} = P_n^{год} \cdot 11,5 = 144 \cdot 11,5 = 2760$$

Добову продуктивність печі А2-ХПК-25 зводимо в таблицю.

Таблиця: Виробнича продуктивність бубличного цеху в заданому асортименті

Асортимент	Годинна продуктивність, кг/год	Марка печі	Кількість печей, шт	Тривалість роботи, год	Добова продуктивність, кг/доб
Сушки домашні	240	А2-ХПК-25	0,5	11,5	2760
Разом	240		0,5	11,5	2760

Завдання для самоконтролю:

1. Розрахувати продуктивність ошпарювально-пічного агрегату з піччю ФТЛ-2 за умови виробництва бубликів українських. Агрегат містить 56 колисок

розміром 1920-340 мм. Вироби випікають на листах розміром 920-340 мм. Тривалість ошпарювання і випікання становить 18 хв, діаметр виробу— 105 мм, відстань між виробами — 30 мм, кількість бубликів у 1 кг — 10 шт.

Відповідь: $P_{год} = 448,0$ кг.

2. Розрахувати продуктивність тунельної печі ГОСТОЛ за умови виробництва сушок з маком. Довжина поду печі — 12000, ширина — 2100 мм. Тривалість випікання становить 14 хв, діаметр виробу — 45 мм, відстань між виробами 20 мм, кількість сушок у 1 кг — 115 шт. **Відповідь:** $P_{год} = 219,4$ кг.

3. Розрахувати продуктивність тунельної печі А2-ХПК-25 у разі виробництва сушок ароматних. Довжина поду печі — 12000, шири на — 2100 мм. Тривалість випікання становить 13 хв, діаметр виробу — 50 мм, відстань між виробами 20 мм, кількість сушок у 1 кг — 105 шт. **Відповідь:** $P_{год} = 218,0$ кг.

Література:

1. Хомик Н. І., Олексюк В. П., Цьонь О. П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції : курс лекцій. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2016. 288 с.

2. Мащини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна / А. С. Кобець, Ю. О. Чурсінов, С. А. Черних, М. П. Сабадаш, Н. В. Грекова, В. П. Канунніков. Дніпропетровськ : ДДАУ, 2013. 766 с.

3. Ковбаса В. М., Юрчак В. Г., Рак В. П. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту цеху для виробництва сухарних і бубличних виробів для студентів спеціальності 05.18.01 денної та заочної форм навчання. К. : НУХТ, 2015. 45 с.

4. Хомик Н. І., Гаврон Н. Б., Рубінець Н. А. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції : курс лекцій. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2016. 248с.

5. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник) : навчально-методичний посібник / Юрчак В. Г., Арсеньева Л. Ю., Махинько В. М., Білик О. А., Сильчук Т. А. та ін.; За ред чл.-кор В. І. Дробот. К. : Кондор, 2010. 440 с.